

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**Гулистон давлат университети**

**Умумий физика курсининг «МЕХАНИКА»  
бўлимидан ўқув-услубий мажмуа**

**Гулистон - 2018**

Ў.Т.Давлатов. “Механика” фанидан ўқув-методик мажмуа-Гулистон. 2018 й. 184 б.

Ушбу ўқув-услубий мажмуа 5440100-физика таълим йўналишида тахсил олаётган талабаларга мўлжалланган. Мажмуада замонавий педагогик технология тизимига асосланган ҳолда ўқув мақсадлари аниқланган, мавзу бўйича муаммолар, муҳокама учун саволлар, назорат саволлари, мустақил иш топшириқлари ва фойдаланилган адабиётлар рўйхати берилган.

Ушбу қўлланмада “Механика” фанининг кинематика, динамика ва статика бўлими ҳақидаги материаллар берилган. Шу билан бирга тебранма ҳаракат ва тўлқинлар ҳақида ҳам баён этилган.

Ўқув-методик мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги қошидаги Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими ўқув-методик бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгаш томонидан (28-сентябр 2018 йил 1-сонли баённома) нашрга тавсия қилинган.

5440100 Физика бакалавриат таълим йўналишида тахсил олаётган талабаларга мўлжалланган ўқув-услубий мажмуа. Гулистон Давлат Университети Ўқув-методик Кенгаши томонидан (28-сентябр 2018 йил 1-сонли баённома асосида) нашрга тавсия этилган.

Учебно-методический комплекс предназначен для студентов направления 5440100-физика.

Учебно-методический комплекс основан на требованиях современных педагогических технологий, в нём указаны учебные цели, проблемы по теме, вопросы для обсуждения контрольные вопросы, задания по самостоятельной работе.

Учебно-методический комплекс рекомендован к выпуску координационным советом при Министерстве высшего и среднего специального образования (протокол №1 от 28 сентября 2018 г.)

This educational and methodical collection based on for students studying physics.

This educational and methodical collection on the basis of modern pedagogical technology, educational aims problems of the theme, questions for the discussion, control questions tasks of the self Independent work, educational methodical collection, recommended to isrue cordinational council by Ministry higher and secondary education (protokol № 1 from 28 septimbi, 2018 y.)

Маъсул муҳаррир:

доц. Ш.К.Ниёзов

Такризчилар:

доц.Т.Р.Рисбоев  
доц.А.Абдуллаев

С

ГулДУ

## МУНДАРИЖА

1. Мундарижа.....	3
2. Сўз боши.....	4
3. Фаннинг мақсад ва вазифалари.....	5
4. Баҳолаш мезони.....	6
5. Фанни ўқитишнинг концептуал асослари.....	7
6. «Механика» фани бўйича ишчи дастур.....	8
7. Мустақил иш топшириқлари.....	10
8. <b>1-маъруза мавзуси:</b> Механика бўлимига кириш.....	11
9. 1-лаборатория иши: Ноинусларни ўрганиш.....	18
10. <b>2-маъруза мавзуси:</b> Моддий нуктанинг кинематикаси.....	20
11. 1-амалий машғулотлар: Тугри чизикли ҳаракатлар.....	37
12. <b>3-маъруза мавзуси:</b> Қаттиқ жисм кинематикаси.....	40
13. 2-лаборатория иши: Максвелл маятниги тебраниш қонунларини ўрганиш.....	47
14. <b>4-маъруза мавзуси:</b> Галилей алмаштиришлари.....	50
15. <b>5-маъруза мавзуси:</b> Моддий нукта динамикаси.....	55
16. 2-амалий машғулот: Масала.....	62
17. 3-лаборатория иши: Атвуд машинаси ёрдамида жисмларнинг текис тезланувчан ҳаракат қонунларини ўрганиш.....	62
18. <b>6-маъруза мавзуси:</b> Импульснинг сақланиш қонуни.....	65
19. 3-амалий машғулот: Масала.....	72
20. 4-лаборатория иши: Шарларнинг тўқнашувидан уларнинг ҳаракат миқдорини аниқлаш.....	73
21. <b>7-маъруза мавзуси:</b> Импульс моменти.....	76
22. 5-лаборатория иши: Қаттиқ жисмлар айланма ҳаракатини Обербек маятниги ёрдамида ўрганиш.....	82
23. <b>8- маъруза мавзуси:</b> Қаттиқ жисм динамикаси.....	85
24. 4-амалий машғулот: Масала.....	93
25. 6-лаборатория иши: Трифиляр осма ёрдамида жисмларнинг инерция моментини ва Гюйгенс теоремасини текшириш.....	94
26. <b>9-маъруза мавзуси:</b> Моддий нукта ва модий нукталар тизимини импульс моменти.....	96
27. <b>10-маъруза мавзуси:</b> Эластик кучлар. Деформациялар.....	98
28. <b>11-маъруза мавзуси:</b> Иш ва энергия.....	101
29. 5-амалий машғулот: Масала.....	110
30. 7-лаборатория иши: Оғма маятник ёрдамида тебраниш ишқаланиш коэффициентини аниқлаш.....	110
31. <b>12-маъруза мавзуси:</b> Урилишлар.....	113
32. <b>13-маъруза мавзуси:</b> Сирпаниш ва тинч ишқаланиш қонуни. Думаланиш ишқалани.....	116
33. <b>14- маъруза мавзуси:</b> Ўзгарувчан массали жисмнинг ҳаракати.....	119
34. <b>15- маъруза мавзуси:</b> Тебранма ҳаракат.....	122
35. 6-амалий машғулот: Масала.....	128
36. 8-лаборатория иши: Универсал маятник.....	129
37. <b>16- маъруза мавзуси:</b> Ноинерциал санок системалари.....	134
37. <b>17- маъруза мавзуси:</b> Суюқликлар ва газлар Механикаси.....	141
38. 7-амалий машғулот: Масала.....	146
39. <b>18- маъруза мавзуси:</b> Гидродинамика. Оқимнинг узлуксизлик тенгламаси.....	147
40. <b>19- маъруза мавзуси:</b> Тўлқинлар.....	154
41. <b>20- маъруза мавзуси:</b> Товуш тўлқинлари. Допплер самараси.....	161
42. 9-лаборатория иши: Товушнинг ҳавода тарқалиш тезлигини, тўлқин узунлигини ва ҳаво устуннинг хусусий тебраниш частотасини аниқлаш.....	165
43. Информацион-методик таъминот.....	170
44. Тест топшириқлари.....	170
45. Глоссарий.....	178

## **Сўз боши.**

“Механика” фанидан физика бўлими 1-курс талабалари учун ўқув-услубий мажмуа Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан физика таълими йўналиши (бакалавр) учун тасдиқланган ўқув дастури асосида яратилган.

Талабалар мазкур фанни ўрганиш жараёнида: Механика фанининг предмети, уни ўқитишнинг мақсади ва бугунги кун талаблари асосида келиб чиқадиган вазифалари; Механика таълими мазмуни ва структураси, мутахассислик фанлари билан боғлиқлик жиҳатлари, метод ва шакллари: ушбу фан бўйича таълим беришнинг замонавий технологияларини қўллаш бўйича билим, малака ва кўникмаларга эга бўладилар.

Фанни ўрганиш натижасида бўлғуси муттаҳасислар ўз ўқувчиларга Механика фан ва техника тарақиётда тутган ўрни, техника ва саноатда янгидан-янги ишлаб чиқариладиган асбоб ва ускуналар ишлаш принципларини ўрганадилар.

Механика тўғрисидаги фан физика, математика, қаттиқ жисмлар физикаси, автоматлаштириш, медицина каби фанлар билан ўзвий боғланишдадир. Бинобарин, ушбу фанни ўрганиш асосида талабалар Механика муаммоларини ҳал этишда бошқа фанларининг иштирокини ҳам билиб оладилар. Шу билан бирга мактаб физикаси билан боғлиқлик жиҳатларини, ишлатилиши механик асбоб-ускуналардан фойдаланишга асосланган лаборатория қурилмаларининг ишлатилиши бўйича кўникмалар ҳосил қиладилар.

Талабаларнинг ушбу фанни чуқур ўзлаштиришини ташкил этиш мақсадида уларнинг мустақил таълим олишга асосий эътибор берилган. Шу мақсадда мажмуа (ўқув қўлланма) нинг шакли замонавий педагогик технологияларга асосланган бўлиб, унда оралиқ ва якуний назорат саволлари, мустақил ишлар мавзулари, ўз-ўзини назорат қилиш тест саволлари тўплами ва тавсия этилган адабиётлар рўйхати келтирилган.

Ушбу мажмуа (ўқув-қўлланма) баъзи камчиликлардан ҳоли бўлмаслиги мумкин. Шу сабабли мажмуа (ўқув-қўлланма) ҳақидаги фикр ва мулоҳазаларини билдирган ҳамкасбларга муаллифлар олдидан ўз миннатдорчилигини билдиради.

Манзилимиз: 707012 Гулистон, Университет. “Умумий физика” кафедраси.

## **Фаннинг ўқитишдан мақсад ва вазифалар.**

1. Фан мақсади: Талабаларга механик ходисаларнинг қонуниятларини ўргатиш.
2. Фаннинг вазифалари: Талабаларга механика ҳақидаги тушунчаларини тўла очиб бериш, ҳамда шу соҳада билим ва малакаларини шакллантириш.
3. Ушбу фаннинг ўрганиш жараёнида талабалар механика ҳақидаги асосий тушунчалар ва кўникмаларга эга бўладилар.
4. Фанни ўрганишда механика, математика, химия, биология ва бошқа фанлардан олган билимларига таянадилар.

## **Мультимедия воситалари ва тақдимотлар рўйхати.**

1. Механика бўлимларидан тайёрланган анимацион мультимедия воситалари.
2. Сканер қилинган дарслик ва ўқув қўлланмаалри.
3. Механика бўлими бўйича тақдимотлар.
4. Маъруза мавзулари бўйича тақдимотлар.

## **Фанни ўқитишнинг концептуал асосларини**

Билим олиш жараёни билан боғлиқ таълим сифатини белгиловчи ҳолатлар: дарсни юқори илмий-педагогик даражада ташкил этилиши, муаммоли машғулотлар ўтказиш, дарсларни савол-жавоб тарзида қизиқарли ташкил қилиш, илғор педагогик технологиялардан ва мультимедиа қўлланмалардан фойдаланиш, тингловчиларни мустақил фикрлашга ундайдиган, ўйлантирадиган муаммоларни улар олдида қўйиш, талабчанлик, тингловчилар билан индивидуал ишлаш, ижодкорликка йўналтириш, эркин мулоқотга киришишга, илмий изланишга жалб қилиш ва бошқа тадбирлар таълим устуворлигини таъминлайди. Таълим самарадорлигини орттиришда фанлар бўйича таълим технологиясини ишлаб чиқишнинг концепцияси аниқ белгиланиш ва унга амал қилиши ижобий натижа беради. Фанни ўқитишнинг мақсади ва таълим бериш технологиясини лойиҳалаштиришдаги асосий концептуал ёндашувлар қуйидагилардан иборат.

**Фаннинг мақсади.** Талаба-ёшларда билим, кўникма ва малакалар тизимини таркиб топтириш ва шакллантириш.

**Фанни ўқитишнинг вазифалари.** Мақсадни амалга ошириш учун қуйидаги вазифаларни бажариш тавсия этилади:

**Шахсга йўналтирилган таълим.** Ўз моҳиятига кўра таълим жараёнининг барча иштирокчиларини тўлақонли ривожланишларини кўзда тутди. Бу эса таълимни лойиҳалаштирилаётганда, албатта, маълум бир таълим олувчининг шахсини эмас, аввало, келгусидаги мутахассислик фаолияти билан боғлиқ ўқиш мақсадларидан келиб чиққан ҳолда ёндошишга эътибор қаратишни амалга оширади. Ҳар бир талабанинг шахс сифатида касбий такомиллашувини таъминлайди. Таълимнинг марказига билим олувчи қўйилади.

**Тизимли ёндашув.** Таълим технологияси тизимнинг барча белгиларини ўзида мужассам этмоғи лозим: жараённинг мантикийлиги, унинг барча бўғинларини ўзаро боғланганлиги, яхлитлиги билим олиш ва касб эгаллашнинг мукамал бўлишига ҳисса қўшади.

**Фаолиятга йўналтирилган ёндашув.** Шахснинг жараёнли сифатларини шакллантиришга, таълим олувчининг фаолиятини жадаллаштириш ва интенсивлаштириш, ўқув жараёнида барча қобилият ва имкониятларни, ташаббускорликни очишга йўналтирилган таълимни ифодалайди. Эгалланган билимларнинг кўникма ва малакага айланиши, амалиётда татбиқ этилишига шароит яратади.

**Диалогик ёндашув.** Бу ёндашув ўқув жараёни иштирокчиларининг психологик бирлиги ва ўзаро муносабатларини яратиш заруриятини билдиради. Унинг натижасида шахснинг ўз-ўзини фаоллаштириши ва ўз-ўзини кўрсата олиши каби ижодий фаолияти кучаяди. Ўқитувчи ва талабанинг ҳамкорликдаги таълимий фаолият юритишига замин яратади.

**Ҳамкорликдаги таълимни ташкил этиш.** Демократилик, тенглик, таълим берувчи ва таълим олувчи ўртасидаги субъектив муносабатларда ҳамкорликни, мақсад ва фаолият мазмунини шакллантиришда эришилган натижаларни баҳолашда биргаликда ишлашни жорий этишга эътиборни қаратиш зарурлигини билдиради. Таълим жараёнида “субъект-субъект” муносабатлари таркиб топади.

**Муаммоли таълим.** Таълим мазмунини муаммоли тарзда тақдим қилиш орқали таълим олувчи фаолиятини активлаштириш усулларида бири. Бунда илмий билимни объектив қарама-қаршилиги ва уни ҳал этиш усуллари, диалектик мушоҳадани шакллантириш ва ривожлантиришни, амалий фаолиятга уларни ижодий тарзда қўллашни таъминлайди. Муаммоли савол, вазифа, топшириқ ва вазиятлар яратиш ва уларга ечим топиш жараёнида онгли, ижодий, мустақил фикрлашга ўргатилади.

**Ахборотни тақдим қилишнинг замонавий воситалари ва усулларини қўллаш** - ҳозирги ахборот коммуникация технология воситалари кучли ривожланган шароитда улардан тўғри ва самарали фойдаланиш, ахборотларни танлаш, саралаш, сақлаш, қайта ифодалаш кўникмалари ҳосил қилинади. Бу жараёнда компьютер саводхонлиги алоҳида аҳамият касб этади.

**Ўқитиш методлари ва техникаси.** Маъруза (кириш, мавзуга оид, визуаллаш), муаммовий усул, кейс-стади, пинборд, парадокслар, лойиҳа ва амалий ишлаш усуллари. Интерфаол усулларни мавзу мазмунига мос ҳолда танлаш ва улардан самарали фойдаланишга ўргатади.

**Ўқитиш воситалари:** ўқитишнинг анъанавий воситалари (дарслик, маъруза матни, кўргазмалар, куроллар, харита ва бошқалар) билан бир қаторда – ахборот-коммуникация технология воситалари кенг қўламда татбиқ этилади.

**Коммуникация усуллари:** тингловчилар билан оператив икки ёклама (тескари) алоқага асосланган бевосита ўзаро муносабатларнинг йўлга қўйилиши.

**Тескари алоқа усуллари ва воситалари:** кузатиш, блиц-сўров, жорий, оралик ва яқунловчи назорат натижаларини таҳлили асосида ўқитиш диагностикаси амалга оширилади. Таълим жараёнида кафолатланган натижага эришиш таъминланади.

**Бошқариш усуллари ва тартиби:** ўқув машғулоти босқичларини белгилаб берувчи технологик харита кўринишидаги ўқув машғулотларини режалаштириш, қўйилган мақсадга эришишда ўқитувчи ва тингловчининг биргаликдаги ҳаракати, нафақат аудитория машғулотлари, балки аудиториядан ташқари мустақил ишларнинг назорати ҳам тартибли йўлга қўйилади.

**Мониторинг ва баҳолаш:** бутун курс давомида ҳам ўқитиш натижалари рейтинг тизими асосида назорат ва таҳлил қилиб борилади. Курс охирида ёзма, оғзаки ёки тест топшириқлари ёрдамида таълим олувчиларнинг билимлари баҳоланади.

### “Механика” фанидан Ишчи дастур.

№	Мавзулар номи	Маъруза	Ўқиш вақти	Адабиёти	Изоҳ
1	Фаннинг мақсади. Фаннинг вазифаси, услубий кўрсатмалар, баҳолаш мезони. Мавжуд физикадан мулътимедияларни қўллаш мўлжалланади ва амалга оширилади. Фаннинг мутахассис таёрлашдаги ўрни. Предметлараро боғланиш.	2		1,2,8,13	
2	Механик ҳаракат. Фазо, вақт, санок системалари ҳақидаги тушунча. Тўғри чизиқли текис ва текис ўзгарувчан ҳаракатлар ва графикалари. Нуктанинг фазодаги ҳаракати, эгри чизиқли ҳаракатда тезланиш. Айлана бўйлаб ҳаракат.	4		1,2,8,13	
3	Ҳаракат ва ўзаро таъсир. Куч. Кучларни ўлчаш. Нуктага таъсир этувчи кучларни мувозанат шарти. Ньютон қонунлари. Жисмнинг массаси.	2		1,2,8,13	
4	Эркин тушиш. Юқорига тик отилган жисм ҳаракати. Горизантал ва горизонтга қия отилган жисм ҳаракати. Жисмнинг эркин бўлмаган ҳаракати.	4		1,2,8,13	
5	Куч импульси. Жисм импульси. Импульс сақланиш қонуни. Ўзгарувчан массали жисм ҳаракати. Мешчерский тенгламаси.	4		1,2,8,13	
6	Кучнинг иши. Деформация энергияси. Кинетик энергия. Тўлиқ ноэластик ва эластик тўқнашишлар. Ернинг тортиш майдонида жисмнинг потенциал энергияси. Энергиянинг сақланиш ва ўзгариш қонуни.	4		1,2,8,13	
7	Сирпаниш ва тинч ишқаланиш қонуни. Думаланиш ишқаланиш.	2		1,2,8,13	
8	Ноинерциал системаларда жисмнинг ҳаракати. Айлана ҳаракат қилаётган системада инерция кучлари. Фуко маятниги. Бэр қонуни.	2		1,2,8,13	
9	Қаттиқ жисмнинг илагариланма ва айлана ҳаракати. Қўзғалмас ўқга эга бўлган жисмнинг	4		1,2,8,13	

	мувозанат шарти. Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофида айланма ҳаракат қонуни.				
10	Оғирлик ва инерция марказлари. Қаттиқ жисмнинг инерция марказининг ҳаракат қонуни. Штейнер теоремасини тадбиқи.	2		1,2,8,13	
11	Айланма ва илгариланма ҳаракат қилаётган жисмнинг кинетик энרגияси. Эркин айланиш ўқлари. Гироскоплар. Эркин гироскоп ўқнинг ҳаракати. Гироскопик кучлар.	2		1,2,8,13	
12	Инетр ва гравитацион масса. Тортишишнинг потенциал энרגияси. Коинот механикасининг асосий қонунлари. Ер йўлдоши ва космик снарядларнинг ҳаракати.	2		1,2,8,13	
13	Модданинг агрегат ҳолатлари. Суюқликнинг стационар оқиши. Идеал суюқлик зарраси учун динамиканинг асосий қонуни. Бернулли тенгламаси. Суюқлик ёки газ оқимининг жисмга таъсири. Торричелли формуласи. Магнус эффекти. Кўтариш кучи.	2		1,2,8,13	
14	Гармоник тебранма ҳаракат. Математик маятник ва унинг кинематикаси, динамикаси. Физик маятниклар. Хусусий тебранишларда энרגиянинг ўзгариши. Сўнувчан тебранма ҳаракат. Мажбурий тебранишлар. Резонанс. Тебранишларни қўшиш. Биение.	2		1,2,8,13	
15	Тўлқинлар. Ясси синусоидал тўлқин. Тўлқин ҳаракат энרגияси. Тўлқин интерференцияси. Товуш ва унинг табиати. Акустика элементлари. Доплер эффекти.	2		1,2,8,13	

#### Лаборатория машғулотлари—72

№	Мавзулар номи	Маъруза	Ўтиш вақти	Адабиёти	Изоҳ
1	Хатоликлар назарияси. Аналитик тарозида ишлашни ўрганиш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
2	Атвуд машинасида Ньютоннинг 2-қонунини ўрганиш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
3	Эластик тўқнашишда импульс сақланиш қонунини ўрганиш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
4	Ғилдиракнинг инерт моментини ўрганиш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
5	Максвелл маятникнинг ҳаракатини ўрганиш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
6	Обербек маятник ёрдамида айланма ҳаракат учун динамиканинг асосий қонунини ўрганиш.	6		<b>5,6,7,10</b>	
7	Эластиклик модулини чўзилишдан ўрганиш.	6		<b>5,6,7,10</b>	
8	Эластиклик модулини эгилишдан аниқлаш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
9	Математик маятник ёрдамида оғирлик кучини тезланишини аниқлаш.	4		<b>5,6,7,10</b>	

10	Физикавий маятник ёрдамида оғирлик кучи тезланишини аниқлаш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
11	Трифилар маятник ёрдамида жисмининг инерция моментини аниқлаш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
12	Силжиш модулини буралишдан аниқлаш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
13	Тебранишларнинг сўнишидан думаланиш, ишқаланиш коэффициентини аниқлаш (Лебедев маятниги).	4		<b>5,6,7,10</b>	
14	Тебранишларнинг сўнишида думаланиш, ишқаланиш коэффициентини Максвелл маятнигини аниқлаш.	6		<b>5,6,7,10</b>	
15	Товуш тўлқининг ҳавода тарқалиш тезлигини турғун методи билан аниқлаш.	4		<b>5,6,7,10</b>	
16	Товуш тўлқининг ҳавода тарқалиш тезлигини интерференция методи билан аниқлаш.	6		<b>5,6,7,10</b>	

#### Амалий машғулот 34-соат

№	Мавзулар номи	Маъруза	Ўтиш вақти	Адабиёти	Изоҳ
1	Нуктанинг илгариланма ҳаракати.	2		3,4,15	
2	Нуктанинг айланма ҳаракати.	2		3,4,15	
3	Эркин тушиш.	2		3,4,15	
4	Горизантал ва горизонтга қия отилган жисмнинг ҳаракати.	2		3,4,15	
5	Ньютон қонунлари.	2		3,4,15	
6	Ишқаланиш кучлари.	2		3,4,15	
7	Импульс ва импульснинг сақланиш қонунлари.	2		3,4,15	
8	Иш ва энергия.	2		3,4,15	
9	Энרגиянинг сақланиш қонуни.	2		3,4,15	
10	Бутун олам тортишиш қонуни.	2		3,4,15	
11	Сунъий йўлдошлар ҳаракати.	2		3,4,15	
12	Импульс моментининг сақланиш қонуни.	2		3,4,15	
13	Айланма ҳаракат кинетик энергияси.	2		3,4,15	
14	Гармоник тебранма ҳаракат кинематикаси.	2		3,4,15	
15	Гармоник ҳаракат динамикаси.	2		3,4,15	
16	Тебранишларни қўшиш.	2		3,4,15	
17	Механик тўлқинлар.	2		3,4,15	

#### Мустақил иш топшириқлари.

1. Векторлар устида амаллар. Ҳаракат траекторияси ва эгрилиқ радиусини аниқлаш. Эркин тушиш ва унинг тенгламалари.
2. Циолковский тенгламасини келтириб чиқариш.
3. Кўзғолмас ўқга эга бўлган жисмнинг мувозант шарти. Жисмларнинг инерция моментини ҳисоблаш. Иккинчи ва учинчи космик тезликларни келтириб чиқариш.
4. Эластик деформация ва унинг энергияси. Пластик деформация ва анизотропия. Силжиш, буралиш, эгилиш деформациялари.
5. Кёнинг теоремасининг тадбиқи. Математик, Максвелл ва Лебедев маятникларининг ҳаракат тенгламаларини келтириб чиқариш.



## **1-МАВЗУ: МЕХАНИКА БЎЛИМИГА КИРИШ.**

### **Режа:**

1. Физик катталиклар ва уларни ўлчаш.
2. Физик катталикларни ўлчаш бирликлари ва ўлчов бирликлар системаси.

### **Таянч сўз ва иборалар:**

Норелятивистик	релятивистик	ҳаракат
Ёруғлик тезлиги	масса	узунлик
ҳарорат	куч	билвосита
бевосита	тебраниш даври	электростатик
Электромагнит	эталон	мавжуд
Ҳақиқий	бирликлар	абсолют
Вақт	электр майдон кучланганлиги	

### **Мавзуга оид асосий муаммолар:**

1. Табиатни урганишда физиканинг урни.
2. Физиканинг ривожланиш тарихи.
3. Шарқ олимларини табиатни урганишга қўшган ҳиссалари.
4. Ўзбекистонда физика соҳасида олиб борилаётган ишлар.
5. Физиканинг асосий қонунлари деб қандай қонунларга айтилади?
6. Асосий физик катталиклар қандай танланган?

### **1-асосий савол: Физик катталиклар ва уларни ўлчаш .**

#### **1-асосий саволнинг мақсади:р**

- а) релятивистик Механика билан норелятивистик Механиканинг фарқини тушунириш.
- б) физик катталиклар ва уларни ўлчаш усулларини ўргатиш.

#### **1.1- асосий саволга оид муаммолар:**

1. Классик механика, релятивистик механика ва квант механикаси орасидаги боғланиш.
2. Ҳаракат ҳақида умумий тушунча.
3. Қонун ва тушунча нима?

#### **Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Механика бўлими нима билан шуғулланишини билади.
2. Механика бўлимининг объекти ва предмети нима эканлигини тушунади.
3. Релятивистик Механика билан норелятивистик Механика фарқини билади.
4. Физик катталикларни ўлчаш усулларини билади.

#### **1-асосий саволнинг баёни:**

### **Кириш**

#### **Физиканинг ривожланиш тарихи**

Физик жараёнлар эраиздан олдин ҳам одамларнинг диққат марказида бўлган. Моддаларнинг атомлардан ташкил топганлиги тугрисидаги таълимот Демокрит, Эпикур, Лукрецийлар томонидан олга сурилган. Оламнинг геоцентрик системаси (Ер оламнинг маркази) ҳақидаги таълимот Птоломей томонидан яратилган. Қадимги Юнонистонда рычаг, ёруғликнинг тугри чизик бўйлаб тарқалиши ва қайтиши тугрисидаги, гидростатикада Архимед қонунлари яратилди. Электр ва магнит ҳодисаларига алоқадор баъзи оддий ҳодисалар қўзғатилди. Буларнинг ҳаммасини эраиздан олдинги 4- асрда Аристотель томонидан умумлаштириб ягона системага солинди. Унинг фикрича билимнинг асосий воситаси тажриба бўлмай, аклий мулоҳаза юритиш бўлган.

17-асрга келиб италиялик физик Г. Галилей ҳаракатни математик тенгламалар ёрдамида ифодалаш зарурлигини тушунди. У, Аристотельдан фарқли, жисмларнинг бирор жисмга таъсири натижасида у тезлик эмас, балки тезланиш олишини қўзғатди. Галилей инерция, жисмларнинг эркин тушиш қонунларини яратди. Ёруғлик тузлигини ўлчаш мақсадида тажриба ўтказди. Физика ривожининг кейинги босқичи Ж. Максвелл томонидан электромагнит майдон назариясини яратиши бўлди. Г. Герц электромагнит тулкиларининг мавжудлигини тажрибада исботлади. Кейинги муҳим воқеалар 1895 йилда В. Рентген томонидан рентген нурларининг ва 1896 йилда А. Беккерель томонидан табиий радиоактивликнинг кашф қилинишидир. 1905 йилда А. Эйнштейн махсус нисбийлик назариясини эълон қилди. Шу йили у фотоэффект учун формула ёзди. 1911 йилда Э. Резерфорд ва 1913 йилда Н. Бор атомнинг планетар моделини яратдилар.

Ҳар қандай ҳодисаларни ўрганишда асосий қонунлар ёки принципларни аниқлаш жуда ҳам муҳимдир. Улар ёрдамида ўрганилаётган доирадаги барча маълум ҳодисаларни тушунтириш, шунингдек, янгиларини олдиндан айтиш мумкин. Табиат ҳодисаларини ўрганишга бундай ёндашиш принциплар методи номини олган. Физикада унинг асосчиси буюк Ньютон (1643-1727) ҳисобланади.

Асосий қонун ёки принципларнинг ўзини мантикий исбот қилиб бўлмайди. Уларнинг исботи тажриба ҳисобланади.

Принципларнинг тўғрилигини фақатгина чекланган чегара ва чекланган аниқликда тажриба йўли билан аниқлаш мумкин. Чунки ҳар қандай тажриба маълум бир катталиклар оралиғида олиб борилади.

Механика физиканинг бошқа бўлимларидан олдин ривож топган. Механика жисмларнинг ҳаракати ва мувозанати ҳақидаги фан. Кенг маънодаги материя ҳаракати деб, унинг ҳар қандай узгариши тушунилади. Лекин механикада ҳаракат деб, унинг фақат энг оддий шакли, яъни жисмларнинг бошқа жисмларга нисбатан кучиши тушунилади.

Механика принципларини биринчи бўлиб, Ньютон узи нинг «Натурал философиянинг математик асослари» деб аталган (1687 йил) асосий асарида таърифлаган эди.

Ньютон Механикасига жиддий танқидий қараш лар фақат XIX асрнинг иккинчи ярмида юзага келди. Ньютондан сўнг Механика тез ривожлана бошлади. Лекин XX аср бошларигача бу ривожланиш асосан Механиканинг математик методларини мукаммаллаштириш ҳамда унинг қонуниятларини барча янгидан янги илм соҳаларига тадбиқи йўналишда борди.

Ньютон Механикаси экспериментал физиканинг мустаҳкам пойдеворида турган бўлса ҳам лекин улар макроскопик жисмларнинг сёки н ҳаракатига тегишлидир. Макроскопик жисмлар деб, бизни ўраб турган одатдаги жисмларга, яъни жуда кўп сондаги атом ва молекулалардан ташкил топган жисмларга айтилади. Секин ва норелятивистик ҳаракат деб, тезликлари ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги  $c=300\,000$  км/с дан жуда кичик бўлган ҳаракатлар тушунилади. Тезлиги ёруғликнинг вакуумдаги тезлигига якин келадиган ҳаракатлар тез ёки релятивистик ҳаракат дейилади. Бундай ҳаракатлар Эйнштейн (1879-1955) томонидан яратилган нисбийлик назарияси ёрдамида тушунтирилди.

Нисбийлик назарияси асосида фақатгина секин ҳаракатларгагина қўлланиладиган, балки ҳар қандай тез ҳаракатларга ҳам қўлланиладиган янги Механика яратилди. У релятивистик Механика ёки нисбийлик назарияси Механикаси деб аталади.

Нисбийлик назарияси Ньютон Механикасининг катта тезликлар томонидан чегарасини белгилаб берди. Табиатда жисмларни ҳаракатини ўрганишда микро ва макро жисмларга бўлиниб ўрганилади. Умуман микродунё макродунёнинг кичиклашган нусхаси деб қаралган. Табиат ҳодисаларини ўрганишга бундай ёндашиш ва унга асосланган назариялар классик назария деб аталади.

Микродунёни ўрганишга классик ёндашишнинг қўлланиш ёки қўлланмаслик масаласини назарий йўл билан ҳал қилиб бўлмайди. Бу саволга фақатгина тажриба жавоб бераолади.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, микродунё ҳодисаларини ўрганишга классик тасаввурни қўллаш мумкин эмас ёки Аникроғи, унинг бу ҳодисалар тўпламига қўлланиши чегараланган. Умуман микродунёни ўрганиш маълум бир чегарадан бошлаб квант Механикасига таълуқлидир.

Шундай қилиб, Ньютон Механикаси классик норелятивистик Механика сифатида характерланиши мумкин. Бу Ньютон Механикаси макроскопик жисмларнинг сёки н ҳаракатини ўрганади демакдир.

Релятивистик ва квант Механикаси Ньютон Механикасига қараганда энг умумий назария ҳисобланади. Релятивистик Механика секин ҳаракатларда Ньютон Механикасига айланади. Квант Механикаси етарли даражада катта массага эга бўлган етарли даражада текис ўзгарувчи куч майдонларида ҳаракатланувчи жисмлар учун Ньютон механикасига айланади.

### **Механика**

**Механика** - материя ҳаракатининг энг содда шаклини, яъни жисмларнинг бир – бирига нисбатан урнини узгартиришни ургатади. Физиканинг механик ҳаракат қонунлари, ҳамда бу ҳаракатни вужудга келтирувчи ва узгуртарувчи сабабларни урганувчи булимга механика дейилади. Механика – урганилаётган жисмларнинг улчамлари ва тезликларига қараб классик, релятивистик ва квант механикаларига ажратилади.

**Классик механика** – тезликлари ёрукликнинг бушликдаги тезлигидан жуда кичик булган макроjismlарнинг ҳаракат қонунларини урганади. Классик механиканинг қонунларини италялик физик ва астроном Г. Галилей томонидан аниқланган бўлиб, инглиз олими И. Ньютон томонидан мукамал тавсифлангандир.

**Релятивистик механика** – ёрукликнинг бушликдаги тезлигига яқин булган тезликлар билан ҳаракатланувчи jismlарнинг ҳаракат қонунларини урганади. Релятивистик механика А. Эйнштейннинг махсус нисбийлик назарияси асосида яратилган механика.

**Квант механикаси** – микроjismlарнинг ҳаркат қонунини урганади.

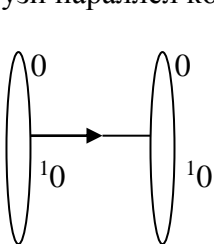
*Механика 3 қисмга бўлинади*

1. Кинематика
2. Динамика
3. Статика

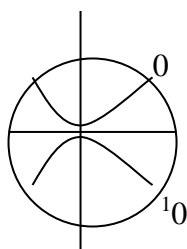
Жисmlарнинг ҳарқатини бу ҳаракатни пайдо қилувчи қучларга боғламасдан урганиладиган механиканинг қисмига *кинематика* дейилади.

Жисmlарнинг ҳарқати билан бу ҳаракатни вужудга келтирувчи қучлар орасидаги боғланишни урганувчи қисмга *динамика* дейилади.

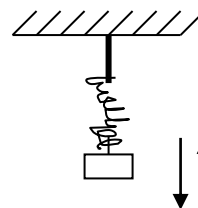
Механиканинг қучлар таъсирида жисmlар мувозанатини урганувчи қисмига *статика* дейилади. Илгарилар ҳаракат жисмда олинган исталган тугри чизик ҳаракат мобайнида узига - узи параллел қолади.



1- расм



2- расм



3- расм

1- расмда илгариланма ҳаракат қилаётган жисмдаги  $00^1$  уқ ҳаракат мобайнида узига - узи параллел қолиши қурсатилган.

Айланма ҳаракат деб шундай ҳаракатга айтиладики, бу ҳаракат давомида жисмда олинган исталган иккита нуқта бир- бирига нисбатан қузғалмас бўлиб қолади. Бу нуқталарни бирлаштирувчи тугри чизикка айланиш уқи дейилади.

2- расмда ер шарининг айланиш уқи унинг қутублари орқали утади.

Тебранма ҳаракат деб шундай ҳаракатга айтиладики, бунда жисм узининг мувозанат ҳолати атрофида тебраниб туради.

3- расмда пружинага осилган жисмнинг тебранма ҳарқати қурсатилган.

Тебранма ҳаракат табиат ва техникада қуп учрайди. Соат маятникнинг тебраниши, инсон ва ҳайвонлар юрагининг тебраниши, Ер атмосферасида ҳароратнинг тебраниб туриши ва ҳақозо.

### **Физик қатталиқлар ва уларни ўлчаш**

Физик ҳодисаларни ва уларнинг қонун лар ини ўрганиш, ҳамда бу қонун лар ни инсон фаолиятининг тажрибаларида қўллаш, физик қатталиқларни ўлчаш билан боғлиқ дир.

Физик қатталиқ - бу шундай қатталиқ бўлиб у сифатий жиҳатдан қўпгина физик объектларни ҳарактерлайди.

Физик қатталиққа мисол қилиб массаи олиш мумкин. ҳар хил физик объектлар массага эгадир: яъни ҳамма жисmlар, ҳамма моддаларнинг зарралари, электромагнит майдон зарралари ва бошқалар. Масса сифат жиҳатидан ҳар қандай физик объект учун бир хил, микдорий жиҳатдан эса ҳар хилдир. Яъни ҳар бир индивидуал жисmlар учун масса ҳар - хил бўлади, физик қатталиқларга уз унлик, темпертура, электр майдон қучланганлиги, тебраниш даври ва бошқаларни қиритиш мумкин.

Физик қатталиқларни мавжуд ва Ҳақиқий қийматларини ажрата билиш керак.

Физик қатталиқларнинг мавжуд қийматлари - бу шундай қатталиқ қийматики, объект хоссасини у сифатий ва микдорий жиҳатдан идеал равишда ифодалайди.

Физик қатталиқларнинг Ҳақиқий қийматлари - бу шундай қатталиқ бўлиб, у фақат тажриба йўл и билан аниқланади.

Физик катталикларнинг қийматини махсус техник воситалар ёрдамида тажриба йўл и билан топиш - физик катталикларни ўлчаш дейилади.

Физик катталикларнинг мавжуд қийматлари ҳақиқатда аниқ эмас. Масалан, ёруғлик тезлиги, Ер билан Ой орасидаги масофа, электрон, протон ва бошқа элементар зарраларнинг массасини мавжуд қийматларини ҳеч ким аниқ билмайди.

Лекин ҳар қандай физик катталикларнинг ҳақиқий қийматларини махсус техник воситалар ёрдамида аниқ ўлчаш мумкин. Бунда физик катталикларнинг ҳақиқий қийматининг ҳақиқий мавжуд қийматига яқинлашиш даражаси биз қўллаётган техник воситанинг ўлчаш қобилиятига боғлиқ.

Физик катталикларни ўлчашни иккига ажратиш мумкин, яъни тўғридан-тўғри ўлчаш ва билвосита (нисбатан). Тўғридан-тўғри ўлчашда изланаётган катталикларнинг қиймати тажриба қийматларидан олинади.

Нисбатан ўлчаш - бу ўлчаш да изланаётган катталикларнинг қиймати маълум катталиклар ёрдамида аниқланади. Масалан, жисмнинг зичлиги  $\rho = \frac{m}{V}$  унинг массаси ва геометрик ўлчамлари ҳамма,

ўтказгичнинг солиштирама электр қаршилиги унинг  $\rho = R \frac{S}{l}$  қаршилиги, қўндаланг кесими юзаси ва узунлиги ҳамма топилади.

Физик катталикларни ўлчаш ҳар хил физик ҳодисаларга асосланган.

### **Муҳокама учун саволлар:**

1. Физика фанининг ривожланишида уз хиссалаларини кушган узбек олимларининг ишларини айтинг.
2. Механика қандай турлардан иборат.
3. Механика қандай бўлимлардан иборат.
4. Илгариларда ҳаракатни таърифланг.
5. Айланма ҳаракатни таърифланг.
6. Тебранма ҳаракатни таърифланг.

### **Назорат топшириқлари.**

1. Механика фанининг объекти ва предметини айтиб беринг.
2. Релятивистик ва нрелятивистик Механиканинг фарқини тушунтиринг.
3. Физик катталикларни айтинг.
4. Физик катталикларни ўлчаш усулини айтинг.

### **1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Кириш. Механиканинг объекти ва предмети.

- [1] 3-6
- [2] 5-6
- [3] 6-10

2. Физик катталиклар ва уларни ўлчаш.

- [1] 7-9
- [2] 8-14
- [3] 11-15

### **2-асосий савол: Физик катталикларни ўлчаш бирликлари ва бирликлар системаси.**

#### **2-асосий саволнинг мақсади:**

- а) физик катталикларни ва уларни ўлчаш бирликларини тушунтириш.
- б) ўлчов бирликлар системаси билан таништириш.

2-асосий саволга оид муаммолар.

#### **Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Физик катталикларни билади.
2. Физик катталикларни ўлчаш бирликларини билади.
3. Физик катталиклар учун бирликлар системасини тушунади.

#### **2-асосий саволнинг баёни:**

Ҳар қандай физик катталикларни ўлчаш учун берилган физик катталик учун эталон танлашимиз керак. Шунинг учун биз турли хил физик катталиклар учун қўп эталонлар танлашимизга тўғри келади. Ҳар қандай янги физик катталиклар учун янгидан янги эталонлар киритмаслик учун қуйидагича йўл тутиш керак. Асосий физик катталиклар учун бир нечта эталонлар танлаб олиб улар асосий бирликлар қилиб қабул қилинади. Қолган барча физик катталиклар учун бирликлар, шу асосий бирликлар ҳамма бирон бир қонунлар ёрдамида ифодаланади.

Физикада асосий бирликлар системаси қуйидаги бирликларга асосланган, яъни уз унлик (L), масса (M) ва вақт (T) қолган ҳамма бирликлар шу учта асосий бирликлар ҳамма чиқарилади. Бу LMT системаси

деб аталади. Уз унлик эталони қилиб линейка уз унлиги 1 м, масса эталони қилиб 1 кг тошнинг массаси, вақт эталони-ўртача Куёш суткаси қабул қилинган. Уз унлик, масса ва вақт бирликларининг танланишига қараб бирликлар системаси фарқланади. Масалан, агар уз унлик бирлиги (см), масса бирлиги (гр) ва вақт бирлиги (сек) да олинса, (СГС) ёки (кг), (м), (сек) да бўлса (МКС).

Бундан ташқари абсолют электростатик системаси-СГСЕ ва СГСМ-абсолют электромагнит бирликлар системаси мавжуд. 1960 йили ўлчов ва оғирликнинг XI бош конференциясида халқаро бирликлар системаси қабул қилинди (СИ).

СИ системасида етти асосий бирликлар ва иккита топшириқлари бирликлар мавжуд. М, Кг,сек, К, А, Кд, моль ва радиан, стерadian.

1) **Вактнинг** микдорий маъноси деганда, бирор соатнинг курсатишини тушунамиз. Соат деб, вақтни улчаш учун мулжалланган ва узида даврий процесс бераётган ихтиёрий жисм ёки жисмлар системаси тушунилади.

Агар икки воқеа оралигида Ер юлдузларга нисбатан бир марта айланиб чиққан бўлса, бу икки воқеа орасидаги вақт оралиги юлдуз суткасини ташкил этади. Агар юлдуз суткаси давомида маятник тахминан 86 164 та тебранган бўлса, битта тебраниш даври бир секундни ташкил этади. Юлдуз суткасида Куёш суткаси фарқ қилиши лозим. Куёш суткаси деб, Ер Куёшга нисбатан уз уқи атрофида бир марта айланиб чиқиш учун кетган вақт оралигига айтилади. Вақт улчашда уртача Куёш вақтидан фойдаланилади  $24 \text{ соат} = 24 \cdot 60_{\text{минут}} = 1440 \text{ минут} = 1440 \cdot 60_{\text{секунд}} = 86\,400 \text{ секунд}$ ни ташкил қилади.

Таърифланган бирор соатни текис юради деб, қилишиб олиш керак. Бундай соат эталон деб ёки барча бошқа соатлар унга қараб даражаланиши керак бўлган асосий соат деб қаралиши лозим. Аниқроқ қилиб айтганда, секунд – ташки майдон йуқлигида цезий – 133 атоми асосий ҳолатининг иккита аниқ ута нозик сатҳлари орасидаги утишга мос келувчи электромагнит нурланишининг 9 192 631 770 марта тебраниши юз бериши учун кетган вақт оралигидир.

2) **Узунлик бирлиги.** Идеал каттик жисмларнинг узи йук. Метрнинг платина ва ирдий қотишмасидан ясалган стержень қуринишдаги дастлабки эталон етарли даражада ишончли эмас. У ташки таъсирларга учраган, унинг ички молекуляр тузилиши узгарган бўлиши мумкин. Асосий бирлик сифатида, бирор табиий, аниқ, қатъий назорат қилиб турилувчи ташки шароитда олинадиган муайян ингичка спектрал чизикка мос келувчи ёруғлик тулкинининг узунлиги қабул қилинган.

Метр- Криптон -86 атоми зарғалдок чизигининг, аниқроғи, шу атомнинг  $2P_{10}$  ва  $5 d_5$  энергетик сатҳлар орасидаги утишга мос келувчи чизигининг вакуумдаги 1 650 763 73 ёруғлик тулкини узунлигига тенг.

3) **Температура бирлиги** сифатида халқаро системада Кельвин қабул қилинган. Кельвин – сувнинг учлама нуктаси термодинамик температурасининг  $1/273,16$  улишига тенг. Амалда температурани улчашда  $^{\circ}\text{C}$  купрок ишлатилади.  $1\text{K}=273,16^{\circ}\text{C}$  га тенг.

4) **Модда микдори** СИ да моль бирлигида ифодаланади. Моль – массаси 0,012 кг бўлган  $^{12}\text{C}$  углерода канча атом бўлса уз таркибида шунча структура элементлардан ташкил топган системанинг модда микдоридир.

5) **Ток кучининг бирлиги** сифатида ампер қабул қилинган. Ампер бушликда бир – бирдан 1м масофада жойлашган чексиз узун ва ута ингичка параллел утказгичдан ток утганда, унинг ҳар бир метр узунлигига  $2 \cdot 10^{-7}$  н таъсир кучи ҳосил қила оладиган узгармас ток кучидир.

6) Халқаро бирликлар системасида ёруғлик кучининг улчов бирлиги сифатида кандела ишлатилади. *Кандела* – 101 325 Па босим остида платинанинг эриш ва қотиш температураси 2042,5 к да абсолют қора жисмнинг  $1/60 \text{ см}^2$  юзидан перпендикуляр йуналишда нурланаётган ёруғлик кучидир.

### **Қўшимча бирликлар.**

**Ясси бурчак.** Айланада узунлиги радиусига тенг бўлган ёйни ажратадиган икки радиус орасидаги бурчак 1 радиан деб қабул қилинган.

**Фазовий бурчак.** Учи сфера марказида жойлашган ва шу сфера сиртидан радиус квадратига тенг юзали сиртни ажратувчи фазовий бурчак 1 стерadian деб қабул қилинган.

1832 йил Гаусс К. учта физик катталиқни танлаб олишни таклиф қилди:

1. узунлик                      2. масса                      3. вақт

1881 йилда СГС системаси қабул қилинди:

1. сантиметр                      2. Грамм                      3. секунд

1914 йилда МТС система қабул қилинди:

1. метр                      2. тонна                      3. секунд

1933 – 1955 йиллар давомида МКС системаси қулланилди:

1. метр                      2. килограмм                      3. секунд

Техникада эса:

1. метр                      2. килограмм – куч                      3. секунд

1960 йил октябр ойида халқаро система қабул қилинди. Си системаси 1961 йил стандарт бўйича ГОСТ 9867-61. 1981 йил 19 мартдаги 1449 – сонли қарорига асосан Узаро Иқтисодий Ёрдам Кенгашининг (СТ СЭВ 1052-78) асосан қабул қилинди. Амалда қўллина холларда биз қўриб утган асосий бирликларнинг қаррали ва қўлишли бирликларидан қўдаланилади.

### **Ўнга қаррали ва қўлишли бирликларни қосил қилишда қўдаланиладиган қўпайтирувчилар ва олд қўшимчалар**

<b>Қўпайтувчи</b>	<b>Қўпайтувчининг номи</b>	<b>Олд қўшимча</b>	<b>Олд қўшимчанинг белгиси</b>
$10^{18}$	қвинтиллион	экса	э
$10^{15}$	квадриллион	пета	п
$10^{12}$	триллион	тера	т
$10^9$	миллиард	гига	г
$10^6$	миллион	мега	м
$10^3$	минг	кило	к
$10^2$	юз	гекто	г
$10^1$	ун	дека	да
$10^{-1}$	Ундан бир	деци	д
$10^{-2}$	юздан бир	сант	с
$10^{-3}$	мингдан бир	милли	м
$10^{-6}$	миллиондан бир	микро	мк
$10^{-9}$	миллиарддан бир	нано	н
$10^{-12}$	триллиондан бир	пико	п
$10^{-15}$	квадриллиондан бир	фемто	ф
$10^{-18}$	қвинтиллиондан бир	атто	а

#### **Муҳокама учун саволлар:**

1. Вектор ва скляр қатталиқларга мисоллар қелтиринг.
2. Физик қатталиқларнинг асосий бирликлари тугрисида тушунча беринг.
3. Физик қатталиқларини белгилашни тушунтиринг.
4. Фазовий санок системалари турлари ва уларнинг белгиланишини ифодаланг.
5. Қўшимча бирликларни таърифланг.

#### **Мустиқил иш Топшириқлари:**

##### **Топшириқ**

Қуйидаги холларнинг қайси бирида жисмни моддий нукта деб қараш мумкин:

- 1.1.1. Станокда спорт диски қасалаяпти. Спортчи иргитган уша диск 55м масофага қориб тушади.
- 1.1.2. Қонъқичи узок маррага қопиб қетаяпти. Фигурачи эркин программа машқларини бақараяпти.
- 1.1.3. Қосмик қеманинг қаракати Ердаги бошқарув марказидан қузатилмоқда. Уша қемани қосмосда у билан туташтираётган қосмонавт қузатаяпти.

##### **1- Топшириқ**

1.2.1. Си системасида неқта асосий бирликлар мавжуд?

- а) 5 та,            б) 6 та,            в) 7 та,            г) 3 та,            д) 9 та

1.2.2. Асосий бирликлар системаси қилиб қандай бирликлар системаси қабул қилинган?

- а) МКГС,            б) СГС,            в) СГСЕ,            г) СГСМ,            д) СИ

1.2.3. Скляр қатталиққа таъриф беринг.

- а) бирор йуналишга эга бўлган ва сон қиймати билан аниқланадиган қатталиқларга скляр қатталиқлар

дейилади.

б) бир тугри чизик буйлаб йуналган параллел булган катталиклар скляр катталиклар дейилади.

в) факат сон киймати билан аникланадиган катталиклар скляр катталиклар дейилади.

г) бирлик вақт ичида жисм босиб утган йулга сон жихатдан тенг булган катталик скляр катталик дейилади.

д) тугри жавоб йук.

1.2.4. Бир миллиграмм неча килограммга тенг?

а)  $10^{-9}$  кг, б)  $10^{-6}$  кг, в)  $10^{-3}$  кг, г)  $10^{-1}$  кг, д)  $10^{-2}$  кг

1.2.5. Бир пикосекунд неча секундга тенг булади?

а)  $10^{-9}$  с, б)  $10^{-12}$  с, в)  $10^{-6}$  с, г)  $10^{-4}$  с, д)  $10^{-2}$  с

**3- Топширик:** Физика фани булимларини тахлил килиш.

1.3.1. Физикани асосий булимларини акс эттирадиган чиз мани чизинг ва тахлил килинг, улар орасидаги узаро боғланишни аникланг.

1.3.2. Хар бир булим нималарни урганишини, нима учун кинематика, динамика ва статика деб номланиши сабабларини аникланг.

**4- Топширик:** Физика фанининг асосий тушунчаларига тавсиф бериш.

1.4.1. Илгарилама, айланма ва тебранма харакат турларига мисоллар келтиринг.

1.4.2. Вектор ва скляр катталикларга таъриф беринг ва уларни кушиш, айириш ва купайтиришни курсатинг.

1.4.3. Узунлик масса ва вақтга таъриф беринг.

1.4.4. Унга каррали бирликларни хосил килишда фойдаланиладиган Кўпайтувчиларни айтинг.

**Назорат топшириқлари.**

1. Физик катталикларни айтиб беринг.

2. Физик катталикларни ўлчаш бирликларини тушунтиринг.

3. Уз унлик, вақт ва масса эталонни айтинг.

4. Асосий ва ҳосилавий бирликларни таърифланг.

5. Ўлчов бирликлар системасининг турларини айтинг.

6. Халқаро бирликлар системасида неча асосий ва топшириқлари бирликлар мавжуд.

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Физик катталиклар ва уларни ўлчаш.

[1] 7-9

[2] 8-14

[3] 11-15

2. Ўлчов бирликлар системаси.

[1] 8-13

[2] 15-18

[3] 18-27

**Механика бўлимига кириш мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг  
ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ**

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> а) релятивистик Механика билан норелятивистик Механиканинг фарқини тушунтириш. б) физик катталиклар ва уларни ўлчаш усуллариини ўргатиш. <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Механика бўлими нима билан шуғулланишини билади. 2. Механика бўлимининг объекти ва предмети нима эканлигини тушунади. 3. Релятивистик Механика билан норелятивистик Механика фарқини билади. 4. Физик катталикларни ўлчаш усуллариини билади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Норелятивистик, релятивистик, ҳаракат, Ёруғлик тезлиги, масса, узунлик, ҳарорат, уч билвосита, бевосита, тебраниш даври, электростатик, Электромагнит, эталон. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунини қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Физика фанининг ривожланишида уз хиссалаларини кушган узбек олимларининг ишларини айтиш. 2. Механика қандай турлардан иборат. 3. Механика қандай бўлимлардан иборат. 4. Илгарилама ҳаракатни таърифланг. 5. Айланма ҳаракатни таърифланг. 6. Тебранма ҳаракатни таърифланг.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## № 1 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу: Ноинусларни ўрганиш.**

**Ишнинг мақсади:** Штангенциркуль ва микрометрларнинг тузилиши, ишлаш принципи билан танишиш ва улар ёрдамида ўлчаш малакасини ҳосил қилиш.

**1-машқ. Штангенциркуль ёрдамида геометрик шкалага эга бўлган қаттиқ жисмларнинг ҳажмини аниқлаш.**

**Керакли асбоблар:** 1) Штангенциркуль 2) цилиндр, куб шаклидаги қаттиқ жисмлар.

### Ишни бажариш тартиби

Штангенциркульнинг ишга яроқлигига ишонч ҳосил қилгач, ўлчанадиган жисмни унинг жағлари орасига жойлаштириб, асбобнинг тавсифида айтилгандек жисмнинг (кубик)  $a$  узунлиги,  $b$  эни  $h$  қалинлиги каби катталикларнинг қийматлари камида 10 марта ўлчаб топилади.

2.  $a, b, h$  ларнинг қийматларини билган ҳолда ҳар бир ўлчамга мос  $V$  нинг қийматлари:  
 $V = abh$  формула ёрдамида ҳисобланади.



Ўлчаш натижалари 1-жадвалга ёзилади.

№	$a,$ $m$	$b,$ $m$	$h,$ $m$	$\Delta a,$ $m$	$\Delta b,$ $m$	$\Delta h,$ $m$	$V,$ $m^3$	$\Delta V,$ $m^3$	$T,$ $K$	$N = \frac{\Delta V_{ypt}}{V_{ypt}} 100\%$
1										
2										
3										

**2-машқ.** Микрометр ёрдамида унча катта булмаган геометрик шаклга эга бўлган қаттиқ жисмларнинг ҳажмини аниқлаш.

**Керакли асбоблар:** 1)Микрометр 2)геометрик шаклга эга бўлган қаттиқ жисмлар.

### Ишни бажариш тартиби

1.Микрометрни ишга яроқлигига ишонч ҳосил қилинган, унинг  $a$  стержень билан  $b$  таянчи орасига ўлчанадиган жисм жойлаштирилади.

2.Бу жисмнинг  $b$  цилиндрик диаметри ва  $h$  баландлиги каби катталиклар асбобнинг тавсифида айтилган тартибда камида 10 марта ўлчаб олинади.

3.Агар ўлчанаётган жисм цилиндрик бўлса, ҳар бир ўлчамга мос  $V$  нинг қийматлари  $V = \pi r^2 h$  билан ҳисобланади; агар ўлчанадиган жисм шарча бўлса, унинг ҳажми  $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{1}{6} \pi D^3$

формула билан ҳисобланади.

4.Ўлчаш ва ҳисоблашлар 2-жадвалга ёзилади.

№	$b,$ $m$	$h,$ $m$	$R,$ $m$	$\Delta b,$ $m$	$\Delta h,$ $m$	$\Delta R,$ $m$	$V,$ $m^3$	$\Delta V,$ $m^3$	$N = \frac{\Delta V_{ypt}}{V_{ypt}} 100\%$
1									
2									

**Изоҳ:** Студент ўзи ўлчанаётган жисмнинг ҳажми қандай формула билан аниқланишини билиб, бу формулага кирган катталиклар жойлашадиган қилиб жадвал тузади.

### Синов саволлари

- 1.Иш тугрисида тушунча беринг?
- 2.Нониус деб нимага айтилади?
3. Нониуснинг турлари ва унинг принципларини айтиб беринг.
- 4.Штангенциркуль ва микрометрларнинг тузилиши ва уларни ишлаш принципларини тушунтириб беринг.

### Адабиётлар:

1. Д.П. Сивухин. Умумий физика курси. 1- том. Механика. 1981 й. Т.У. 7-24 бетлар.
2. С.П.Стрелков. Общий курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука. 1971г.
4. У.К. Назаров, Х.З. Икромов, К.А. Турсунметов «Умумий физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1992 й. 3-8, 274-278 бетлар.
- 5.О. Ахмаджонов «Физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1987 й. 3-12 бетлар.
6. Иверонова В.И. «Физикадан практикум» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1973.
7. Муминов М.М. Хайдаров. Х.Х «Физикадан лаборатория ишлари учун қўлланма» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
8. Назиров. Э.А. ва бошқалар «Механика ва молекуляр физикадан практикум». Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1979.
9. Парпиев. К. Г. «Механика ва молекуляр физикадан практикум» Тошкент: 1978.
- 10.К.Г. Парпиев ва бошқалар «Механика ва молекуляр физикадан практикум» Тошкент 1978.

## 2-МАВЗУ: МОДДИЙ НУҚТАНИНГ КИНЕМАТИКАСИ.

### Режа :

1. Фазо ва вақт. Координаталар системаси.
2. Ҳаракатни кинематик ифодалаш. Моддий нуқта.
3. Моддий нуқтанинг кўчишини вектор ва координата физикасида тавсифлаш.
4. Тўғри чизикли ҳаракатда тезлик, тезланиш, эгри чизикли ҳаракат бурчак тезлик ва бурчак тезланиш.
5. Эгри чизикли айланма ҳаракатда тезлик ва тезланиш.

### Таянч сўз ва иборалар:

Фазо	моддий нуқта	айланиш частотаси
Вақт	бошланғич системаси	эркин тушиш тезланиши
Кўчиш	траектория	вектор ва скаляр катталиқ
Тезлик	бурчак тезлик	элементар кучиш
Тезланиш	бурчак тезланиш	бошланғич тезлик
Ўртача тезлик	оний тезлик	марказга интилма тезланиш
Уринма	Теки с ҳаракат	ноТеки с ҳаракат
Радиус вектор	Айланиш даври	Айланиш частотаси
График	тезлик нуқтаси	
Тангенциал ва нормал тезланиш		

### Мавзуга оид асосий муаммолар:

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

- А) Фазо ва вақт ҳақида тушунча бериш.
- Б) Координаталар системасини тушунтириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Фазо ва вақтни тушуниб олади.
2. Координталар системасини билади.
3. Фазовий бошланғич системасига таъриф бера олади.
4. Ўнг ва чап координаталар системасини ажрата олади.

#### 1-асосий саволнинг баёни:

Механикада ҳаракат деб, жисмнинг фазодаги вазиятининг вақт ўтиши билан узгаришига айтилади. Бу ерда вазият деганда нисбий вазият, яъни жисмнинг бошқа жисмларга нисбатан вазияти тушунилади.

Жисмларнинг фазодаги ўқини белгилайдиган жисм ёки жисмлар системаси фазовий бошланғич система деб аталади.

Фазовий бошланғич система сифатида ихтиёрий қаттиқ жисм олиб уни координата ўқлари билан боғлаш мумкин. Танлаб олинган фазовий бошланғич системасидаги ҳар бир нуқтанинг ўрнини ўртача  $x, y, z$  нуқта координаталари ҳамма белгилаш мумкин. Ҳақиқат  $x, y, z$  координатани, координата бошидан текшириладиган нуқтага чаққонлиқ билан йўналишга эга бўлган битта кесмага, ёки радиус-векторига бириктириш мумкин.  $x, y, z$  координаталар радиус-векторнинг координаталар ўқига проекцияси ҳисобланади, шунинг учун

$$\vec{r} = x \vec{i} + y \vec{j} + z \vec{k}$$

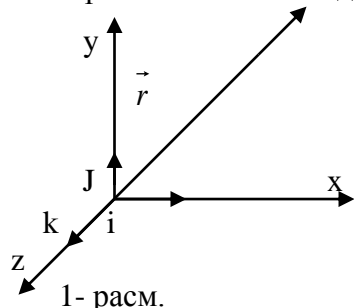
бўлади. Бу ерда  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  - координата ортилари, яъни  $x, y, z$  координата ўқлари бўйлаб йўналган бирлик векторлардир. Координаталар системасининг икки, ўнг ва чап тури мавжуд. Улар парма қоидада ёрдамида фарқ қилинади. Ўнг парма ХУ Теки қоидада Х ўқининг мусбат учидан У ўқининг мусбат учигача бўлган энг қисқа йўл билан буралади. Ўнг координаталар системасида парманинг илгариланма кўчиши ўқининг мусбат йўналишида чап координаталар системасида эса  $z$  ўқининг манфий йўналишида бўлади.

#### Вақт тушунчаси.

Ҳар қандай физик катталиқ каби вақт ҳам катталиқ жиҳатдан бирор сон билан ҳарактерланади. Вақтнинг миқдорий маъноси деганда бирор соатнинг кўрсатишини тушунамиз. Аниқроғи, вақтнинг ўзи ҳақида эмас, балки икки ҳодиса ёки икки вақт оралиғи ҳақида гапириш керак. Соат деб, вақтни ўлчаш учун мўлжалланган ва ўзи да даврий жараён бўлиб бераётган жисм ёки жисмлар системаси тушунилади. Бундай жараёнларга узгармас амплитудага эга бўлган маятникнинг тебраниши Ернинг Қуёшга ёки юлдузларга нисбатан кўп вақт оралиғида айланиши, кристаллик панжарадаги атомнинг тебраниши ва бошқалар мисол бўла олади, Масалан, агар икки вақт оралиғида Ер юлдузларга нисбатан бир марта айланиб чиққан бўлса бу иккала вақт орасидаги вақт

оралиғи юлдуз суткасини ташкил этади дейилади. Юлдуз суткасидан Куёш суткасини фарқ қилиш лозим. Куёш суткаси деб, Ер Куёшга нисбатан уз ўқи атрофида бир марта айланиб чиқиши учун кетган вақт оралиғига айтилади. Ер Куёш атрофида айлана бўйлаб эмас, балки эллиптик орбита бўйлаб айлангандан унинг бу ҳаракатини жуда ҳам текис деб бўлмайди. Шунинг учун вақтни ўлчашда ўртача Куёш суткаси деб аталувчи катталиқдан фойдаланилади. Бу 24 соатнинг 24.60 к 1440 минут к 1440.60 к 86400 секундни ташкил этади.

Жисмни ҳаракати ёки унинг урнини билиш мақсадида санок системаси деган тушунча киритилади. Санок системасини ҳосил қилиш учун санок боши танлаб олинади. Санок боши сифатида нисбий тин чёки тугри чизикли текис ҳаракат қилаётган ихтиёрий жисм олинади. Бу жисм санок жисми деб аталади. Санок жисми билан боғланган координаталар сифатида Декарт координаталар системаси олинади.



1- расм.

$$\begin{aligned} M(x, y, z) \quad \vec{r} = \vec{r}(t) \\ \left. \begin{aligned} \vec{r} &= x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} \\ x &= x(t) \\ y &= y(t) \\ z &= z(t) \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

Санок бошини кузатилаётган жисм билан боғловчи йуналишли чизик радиус – вектор деб аталади. Хар бир санок системаси Евклид фазоси деб аталувчи уч улчовли фазода жойлашган жисмлар билан боғланган. Бу фазога хос хусусият шуки, икки нукта орасидаги энг киска масофа тугри чизик бўлади.

Фазо ва вақт тушунчалари Ньютон томонидан таклиф этилган. Фазо ва вақт бир – бирига боғлиқ булмаган мутлоқ ёки абсолют тушунчалардир. Классик тасаввурга кура фазо бир жинсли, изотропик хоссага эга.

### Муҳокама учун саволлар:

#### Назорат топшириқлари.

1. Фазо нима?
2. Вақтни тушунтиринг.
3. Теги слиқда, фазода координаталар системаси қандай бўла ди.
4. Фазовий бошланғич системага таъриф беринг.
5. Ўнг ва чап координатани қандай аниқлаш мумкин.

#### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Фазо ва вақт координаталар системаси.

- (1) 12-14 бетлар.
- (2) 19-20 бетлар.
- (3) 31-33 бетлар.

2. Координаталар системаси.

- (1) 14- бетлар
- (2) 20-21 бетлар
- (3) 33-37 бетлар

#### 2-асосий савол: Ҳаракатни кинематик ифодалаш. Моддий нукта.

#### 2-асосий саволнинг мақсади:

А. Моддий нукта ҳақида тушунча беринг.

Б. Кинематикада ҳаракатни ўрганаётган вақтда бошланғич системасини танлаш кераклигини ўрганиш.

#### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Кинематика нима билан шуғулланишини билади.
2. Моддий нуктага таъриф бера олади.
3. Моддий нуктани тушуниб олади.

### Мавзуга оид асосий муаммолар:

1. Моддий нукта муаммосини классик механикадаги тадбири.
2. Механик ҳаракатнинг нисбийлиги ҳақидаги муаммолар.

### 2-асосий саволнинг баёни:

Куриллаётган масалада шакли ва ўлчамлари эътиборга олинмаслик мумкин бўлса, нуктуга *моддий нукта* дейилади. Фазонинг бирор нуктасидан иккинчи нуктасига жисмнинг бирор вақт оралиғида кучиши *механик ҳаракат* дейилади. Жисмнинг ҳаракати ўз-ўзидан юзага келмайди. У бирор таъсир туфайли фазодаги урнини ўзгартириши мумкин. Механиканинг моддий нукта ҳаракат қонуниятларини шу ҳаракатни юзага келтирувчи сабабларсиз урганиладиган қисми *кинематика* дейилади.

Ҳаракатланаётган жисмнинг берилган санок системасида қизиқ қолдирган изига унинг траекторияси деб аталади. Траекториянинг шакли нисбий тушунча бўлиб, фақат берилган санок системасига нисбатан олинган траектория ҳақида фикр юритиш мумкин. Бирор санок системасида ҳаракатланаётган моддий нуктанинг маълум вақт оралиғидаги ҳаракат траекториясининг узунлиги *йўл* деб аталади. Уни  $S$  билан белгилаймиз. Йўл скляр катталиқ. Ҳаракатнинг йўналишини белгилаш мақсадида *кучиш* деган тушунча киритилади. Жисмнинг ҳаракат траекториясида бир-бирига яқин жойлашган икки вазиятни белгиловчи радиус-векторларни бирлаштирувчи ва ҳаракат йўналишини курсатувчи йўналишили кесма *кучиш* дейилади.

Кинематика ҳаракатни уни юзага келтирувчи сабабларни текширмаган ҳолда ўрганиш билан шуғулланади.

Ҳаракатни ўрганиш учун турли бошланғич системаларни танлаш мумкин. Турли бошланғич системаларда айнан бир жисмнинг ҳаракати турлича бўлади. Кинематикада бошланғич системаларни танлашда фақат конкрет шартлар билан аниқловчи мақсадга мувофиқлик мулоҳазаларига асосланади. Масалан, жисмларнинг Ердаги ҳаракатини ўрганишда бошланғич системасини Ер билан боғлаш табиий. Ернинг ўзи нинг ҳаракати ўрганилганда бошланғич системани Қуёш билан боғлаш қулай ва ҳ. к. ҳаракати классик Механикада ўрганиладиган энг оддий объект моддий нуктадир. Моддий нукта деб, ўлчамлари жуда ҳам кичик бўлган шундай макроскопик жисмга айтиладики, текширилаётган ҳаракатда уларни ҳисобга олмай жисмдаги барча модда биргина геометрик нуктага мужассамлашган деб ҳисобланилади. Табиатда моддий нукталар мавжуд эмас. Бирор ҳаракатни ўрганишда у ёки бу жисмни моддий нукта деб қараш ёки қарамаслик унинг ўзига эмас, балки ҳаракатнинг ҳарактерига боғлиқ бунда жисмнинг абсолют ўлчамлари роль ўйнамайди. Жисмнинг нисбий ўлчамлари, яъни жисмнинг ўлчамлари ни ўрганилаётган ҳаракат учун ҳарактерли бўлган бирор масофага нисбатлари муҳим. Масалан: Ернинг Қуёш атрофидаги орбитал ҳаракатини жуда катта аниқликда моддий нукта деб қараш мумкин, чунки бунда Ер орбитасини эгрилик радиуси  $R \approx 1,5 \cdot 10^9$  км, Ернинг радиусига ( $r \approx 6,4 \cdot 10^8$  км) нисбатан ҳаракат ҳарактерли катталиқдир. Шунга кўра Ернинг орбитал ҳаракатида унинг барча нукталари бир хил ҳаракатланади. Шунинг учун фақат битта нуктанинг яъни Ер марказининг ҳаракатини қараб чиқиш етарли ва Ернинг барча моддаси шу геометрик нуктага мужассамланган деб қараш мумкин.

### Муҳокама учун саволлар.

1. Ўзгарувчан ва ўзгармас ҳаракат деганда нимани тушунаси?
2. Ўзгарувчан ҳаракатнинг қандай турлари бор?

### Назорат топшириқлари ва саволлар.

1. Кинематика ҳаракатни қандай ўрганади?
2. Бошланғич системаси деб нимага айтилади?
3. Моддий нукта мавжудми?
4. Моддий нукта нима?
  - а) Қаралаётган ҳолда шакл ва ўлчамлари ҳисобга олинмаса ҳам буладиган жисм.
  - б) Қаралаётган ҳолда шакл ва ўлчамларини ҳисобга олинмаган жисм.
  - в) Фақат ҳажми ҳисобга олинмаган жисм.
  - г) А ва В жавоблар тугри.
  - д) Тугри жавоб йук.
5. Ҳаракат тенгламалари  $x = 3t$ ,  $y = 6t$  бўлган моддий нукта XOY текисликда ҳаракат қилаётган бўлсин. Нуктанинг ҳаракат траекториясини топинг.
  - а) айланма ҳаракат
  - б) илгарилама ҳаракат
  - в) эгри қизикли ҳаракат траекториясига эга

г) моддий нукта ҳаракат траекторияси координата бошидан утувчи тугри чизикдан иборат

д) тугри жавоб йук.

6. ХОУ текисликда ҳаракат қилаётган моддий нуктанинг ҳаракат тенгламалари  $x=5\sin 10t$ ,  $y=5\cos 10t$  булса, унинг ҳаракат траекториясининг шакли қандай булади?

а) эллипс

б) тугри чизик

в) айлана

г) парабола

д) гипербола

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Ҳаракатни кинематик ифодалаш.

[1] 24-26

[2] 20-21

2. Моддий нукта тушунчаси

[1] 24-25

**Мавзуга оид асосий муаммолар:**

**3-асосий савол: Моддий нуктанинг кўчишини вектор ва координата физикасида тавсифлаш.**

**3-асосий саволнинг мақсади:**

А) Моддий нуктанинг куйишини ва траекториясини тушунтириш.

Б) Моддий нуктанинг ҳаракат тенгламаларини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Моддий нуктага таъриф бера олади.

2. Моддий нуктанинг Кўчишига таъриф бера олади.

3. Кўчиш билан траекторияни ажрата олади.

4. Моддий нуктанинг Тўғри чизикда, Теки сликда ва фазода ўрнини аниқлай олади.

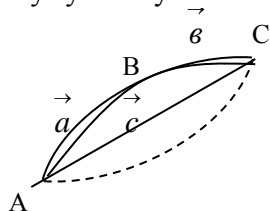
5. Моддий нуктанинг ҳаракат тенгламаларини ёза олади.

**3-асосий саволнинг баёни:**

Бирон-бир реал жисмнинг ҳаракатини тўлиқ аниқлаш учун унинг ҳар бир нуктасининг ҳаракатини билиш керак. Шунинг учун нуктанинг ҳаракатини тавсифлаш усулини билиш зарур.

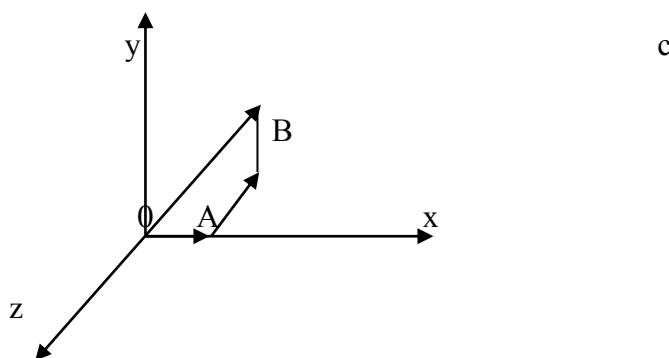
Санок системасининг танланишига қараб биз учта координата ҳамма фазода нуктанинг ўрнини аниқлашимиз мумкин. Агар нукта ҳаракатланса, бунда унинг ўрни бошланғич системасига нисбатан вақт бўйича узгаради. Демак, бу деган суз ҳаракатланаётган моддий нуктанинг координатаси вақтнинг функцияси ҳисобланади.

Агар нукта А нуктадан В нуктага қараб ҳаракатланса, унинг кўчиши АВ кесма ҳамма ифодаланади. Сўнгра моддий нукта ВС траектория ҳамма кўчса у ВС кесма ҳамма ифодаланади. Бунда унинг умумий кўчиши АС кесма билан ифодаланади.



Бундай катталиклар фазода фақат гина сон қийматга эга бўлмасдан у йўналишга ҳам эгадир. Шунинг учун моддий нуктанинг кўчиши вектор катталик ҳисобланиб у геометрик қўшилади, яъни параллелограм қонуни бўйича.

$$\vec{AC} = \vec{AB} + \vec{BC} \quad \text{ёки} \quad \vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$$



Агар  $\vec{a}$   $x, y, z$  координата билан  $\alpha, \beta, \gamma$  бурчаклар ҳосил қилса, у ҳолда унинг ташкил этувчилари ёки проекциялари

$$a_x = a \cos \alpha \quad a_y = a \cos \beta \quad a_z = a \cos \gamma$$

$$\text{Бу ерда } a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad - \vec{a} \text{ нинг абсолют катталигидир}$$

Умуман олганда кўчиш вектори ҳаракатланаётган нуктанинг траекторияси билан мос тушмаслиги мумкин. Агар моддий нукта тўғри чизик бўйлаб ҳаракатланса, у ҳолда кўчиш ёки силжиш вектори траектория билан мос тушади. Агар моддий нукта эгри чизик бўйлаб ҳаракат қилса, кўчиш вектори билан мос тушмайди. Агарда кўчиш етарлича кичик бўлса, у ҳолда траекторияни унинг хордаси билан алмаштириш мумкин ва бу ҳолда кучишни траектория билан мос тушади деб ҳисоблаш мумкин. Бунда етарлича кичик  $\Delta \vec{S}$  кўчиш элементар кўчиш дейилади. Агар бу векторнинг учта  $x, y, z$  компоненталари  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$  га тенг бўлса,

$\Delta \vec{S}$  векторнинг абсолют катталиги

$$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$$

Агар  $\Delta \vec{S}$  вектор координата ўқлари билан  $\alpha, \beta, \gamma$  бурчаклар ҳосил қилса, у ҳолда

$$\Delta x = \Delta S \cos \alpha \quad \Delta y = \Delta S \cos \beta \quad \Delta z = \Delta S \cos \gamma$$

Умуман олганда ҳаракатни тўлиқ ифодалаш учун координата  $z$  вақтнинг

$$x = x(t) \quad y = y(t) \quad z = z(t)$$

Функция сифатида топишга ёки битта

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

вектор функциями топишга келтирилади. Лекин Механиканинг кўрилатган функцияларини назарий топишга ёрдам берувчи асосий қонунларини таърифлаш учун иккита янги тушунча- тезлик ва тезланиш тушунчаси муҳим аҳамиятга эга

**Муҳокама учун саволлар:**

**Назорат топшириқлари.**

1. Моддий нуктани таърифланг.
2. Кўчишга таъриф беринг.
3. Траектория нима?
4. Моддий нуктанинг фазодаги, Теки сликдаги тўғри чизикдаги ўрни нечта координата билан аниқланади.
5. Вектор катталигига таъриф беринг.
6. Моддий нуктанинг ҳаракат тенгламаларини ёзинг.

**3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Моддий нуктанинг кўчиши
  - (1) 24-25 бетлар.
  - (2) 20-21 бетлар.
2. Моддий нуктанинг ҳаракат тенгламалари.
  - (1) 24-26 бетлар.
  - (2) 37-41 бетлар.

**Мавзуга оид асосий муаммолар:**

1. Моддий нукта ҳаракатида тезликни келтириб чақариш муаммоси.
2. Моддий нукта ҳаракатида тезланиш келтириб чақариш муаммоси.
3. Тезланиш турлари ва уларнинг ташкил этувчилари.

**4-асосий савол: Тўғри чизикли ҳаракатда тезлик, тезланиш. Бурчак тезлик ва бурчак тезланиш.**

**4-асосий саволнинг мақсади:**

- А) Тўғри чизик ли ҳаракатда тезлик, ўртача тезлик, оний тезлик ва тезланишни тушунтириш.
- Б) Бурчак тезлик ва бурчак тезланишни тушунтириш.

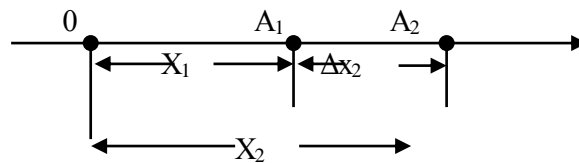
**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Теки с ҳаракат учун тезлик, тезланиш, ўртача тезлик ва йул тенгламаларини ёза олади.
2. Айланма ҳаракат тенгламаларини билади.
3. Бурчак тезлик ва бурчак тезланиш ифодасини ёза олади.
4. Айланиш частотаси ва даврини билади.

5. НоТеки с ҳаракат тенгламаларини ёза олади.

#### 4-асосий саволнинг баёни:

Дастлаб моддий нукта тўғри чизик бўйлаб ҳаракат хусусий ҳолни кўриб чиқамиз. Бу Тўғри чизикни  $X$  координата ўқи деб қабул қилиб,  $O$  координата бошини унинг ихтиёрий нуқтасига жойлаштирамиз.



Бу қаралиётган ҳолда моддий нукта ҳолати битта

$$x = x(t) \quad (1)$$

координата билан аниқланади.

Айтайлик бирор белгиланган  $t$  моментида моддий нукта  $A_1$  ҳолатда бўлсин, унда унинг координатаси  $x_1 = x(t)$  бўлади. Кейинги  $\Delta t$  вақт мобайнида эса  $A_2$  нуқтада бўлсин. Унда унинг координатаси  $x_2 = x(t + \Delta t)$  бўлади. У ҳолда  $\Delta x = x_2 - x_1 = x(t + \Delta t) - x(t)$  масофани ўтади. Кўчиш агар ўнга қараб бўлса мусбат, чапга қараб булаетган бўлса манфий ҳисобланади. Ўтилган йўлнинг  $\Delta t$  вақт оралиғига нисбати моддий нуқтанинг  $\Delta t$  вақт оралиғидаги ёки аниқроғи  $t + \Delta t$  ва  $t$  оралиғидаги ўртача тезлиги деб аталиди. Шундай қилиб, таърифга кўра ўртача тезлик

$$v_{yp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad (2)$$

Энди  $t$  вақт моментини узгармас сақлаб  $\Delta t$  вақт оралиғини борган сари кичрайтириб бориб нолга интилтирамиз. Бунда ўтилган йўл ҳам нолга интилади.

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} \quad (3)$$

лимит моддий нуқтанинг  $t$  вақт моментидagi ҳақиқий ёки оний тезлиги деб аталиди.

Математикада (3) формула билан ифодаланган лимит  $x(t)$  функциянинг  $t$  аргумент бўйича ҳосиласи деб аталади. Вақт бўйича ҳосила  $x(t)$  ёки  $\frac{dx}{dt}$  символ билан белгиланади. Шундай қилиб

$$v \equiv \frac{dx}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (4)$$

Бу тушунчадан фойдаланиб ҳақиқий ёки оний тезлик  $X$  координатанинг вақт бўйича ҳосиласи ёки ўтилган йўл нинг вақт бўйича ҳосиласидан

$$v = x' = \frac{dx}{dt} = \frac{ds}{dt} \quad (5)$$

дан иборат дейиш мумкин.

Моддий нуқтанинг тезлиги умуман айтганда вақтнинг функцияси яъни  $v = v(t)$  ҳисобланади. Тезликдан вақт бўйича олинган ҳосила моддий нуқтанинг тезланиши деб аталади. Тезланишни биз  $a$  билан белгилаймиз.

$$a = \frac{dv}{dt} = \dot{v}(t) \quad (6)$$

ёки

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v(t + \Delta t) - v(t)}{\Delta t} \quad (7)$$

(6) ҳосила  $X$  координатанинг вақт бўйича иккинчи тартибли ҳосиласи деб аталади ва

$$a = x'' = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (8)$$

Айтайлик бизга  $x=Bt+c$  тенглама берилган бўлсин  $B$ ,  $C$ -узгармас сонлар,  $X$  координата  $t$  нинг чизик ли функцияси деб аталади.

$$x + \Delta x = B(t + \Delta t) + c = (Bt + c) + B\Delta t = x + B\Delta t$$

$$\Delta x = B\Delta t, v_{yp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = B$$

Ўртача тезлик узгармас  $B$  га тенг. Шунинг учун хакикий тезлик ҳам узгармас ва ўртача тезликга тенг.

$$v = \frac{dx}{dt} = v_{yp} B$$

Узгармас тезлик билан бўла диган ҳаракат Теки с ҳаракат дейлади.

$t=0$  да  $x = x_0$  у ҳолда  $x_0 = c$

Ўтилган йўл  $s = x - x_0 = Bt + c - c = Bt$   $s = v \cdot t$

энди  $x = At^2 + Bt + c$  бу ерда  $A, B, C$ , узгармас

$$x + \Delta x = A(t + \Delta t)^2 + B(t + \Delta t) + c = At^2 + 2At\Delta t + A\Delta t^2 + Bt + B\Delta t + c =$$

$$= (At^2 + Bt + c) + (2At + B)\Delta t + A\Delta t^2 = x + (2At + B)\Delta t + A\Delta t^2$$

$$v_{yp} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = (2At + B) + A\Delta t \quad \Delta t \rightarrow 0 \text{ да}$$

$v = 2At + B$  Узгармас тезланишли ҳаракат Теки с тезланувчан

$$a = \frac{dv}{dt} = 2A \text{ ҳаракат деб аталади.}$$

Бундан  $A = \frac{a}{2}$  энди  $B$  ва  $C$  ларнинг физик маъносини ойдинлаштирамиз.  $t=0$  даги  $v=B$   $t=0$  тезлик

бошланғич тезлик деб аталади ва  $v_0$  билан белгиланади.  $v_0 = B$  эканлигини кўриш кийин эмас  $t = 0$  да  $x = x_0 = c$  ни киритиб

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad v = v_0 + at$$

Ўтилган йўл

$$s = x - x_0 = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 - x_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

### Муҳокама учун саволлар:

- 1.Тезланиш нима?
- 2.Кандай ҳаракатларда тезланиш вақт утиши билан узгармайди, кандай ҳаракатда узгаради?
- 3.Тугри чизикли текис узгарувчан ҳаракатда жисмнинг бирор вақт оралигидаги уртача тезлиги қандай ҳисобланади?

### Назорат топшириқлари.

1. Текис ҳаракат учун тезлик тенгламасини ёзинг
2. Текис ҳаракат учун йўл тенгламасини ифодаланг.
3. Нотекис ҳаракатни таърифланг.
4. Нотекис ҳаракатда йўл тенгламасини кўрсатинг.
5. Нотекис ҳаракат учун тезлик тенгламасини ёзинг.
- 6 Тезланиш ифодасини ёзинг.
7. Агар ТУ- 144 самолётининг тезлиги 2500 км/соат бўлса, бу самолёт 6500 км масофани қунмасдан қанча вақтда босиб ўтади.
8. Автомобил ҳаракатланиш вақтининг биринчи ярмида  $V = 60$  км/соат тезлик билан иккинчи ярмида эса  $V = 40$  км/соат тезлик билан ҳаракатланади. Автомобилнинг йўл даги ўртача тезлигини топинг.
9. Тугри чизикли текис ҳаракат қилаётган жисм  $x_1 = 5$  м координатали ҳолатдан  $x_2 = -3$  м координатали ҳолатга утади. Жисмнинг қушишини топинг.
- а) -8м б) 8м в) 2м г) -2м д) 3м
10. Юкоридаги шарт учун жисмни йулини топинг.
- а) 8м б) -8м в) -2м г) 2м д) -3м



11. Хавода юкорига кутарилган болалар шари 16м баландликка кутарилган сунг унинг ҳаракатига перпендикуляр эсаётган шамол шарни 12м га суриб кетди. Шарнинг босиб утган йулини топинг.

- а) 16м б) 12м в) 28м г) 20м д) 8м

12. Тугри чизикли текис ҳаракат қилаётган жисмларнинг ҳаракат тенгламалари мос равишда  $x_1 = 5t$  ва  $x_2 = -50 + 10t$  га тенг. Бу жисмлар қачон ва қаерда учрашади?

- а)  $t = 10c$  б)  $t = 5c$  в)  $t = 2c$  г)  $t = 5c$  д)  $t = 3$   
 $x = 50m$   $x = 100m$   $x = 10m$   $x = 25m$   $x = 15m$

13. Фазода ҳаракатланаётган моддий нуктанинг ҳаракат тенгламалари

$$\left. \begin{aligned} x &= 6 + 6t, \\ y &= 10 + 8t, \\ z &= -3 + 9t \end{aligned} \right\} \text{ курунишда булса, моддий нуктанинг тезлик векторини топинг.}$$

- а)  $\vec{v} = 6\vec{i} + 8\vec{j} + 9\vec{k}$  б)  $\vec{v} = 8\vec{i} + 6\vec{j} + 9\vec{k}$  в)  $\vec{v} = 9\vec{i} + 6\vec{j} + 8\vec{k}$  г)  $\vec{v} = 6\vec{i} + 8\vec{j}$

- д)  $\vec{v} = 6\vec{i}$

14. Юкоридаги масала шarti учун моддий нукта тезлик векторининг модулини топинг.

- а) 13,45 м/с б) 1,345 м/с в) 134,5 м/с г) 1345 м/с д) 0,1345 м/с

#### 4-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1 Тўғричизикли ҳаракатда тезлик, тезланиш ва йўл тенгламалари. (1) 26-28бетлар.

2. Бурчак тезлик ва бурчак тезланиш. (1) 27-28 бетлар.

#### Мавзуга оид асосий муаммолар:

1. Айланма ҳаракат тенгламаларининг боғлиқлиги.
2. Эркин тушушнинг жисм массасига боғлиқ эмас эканлиги.
3. Горизонтга қия отилган жисмнинг асосий параметрлари орасидаги боғланиш.

#### 5-Асосий савол: Эгри чизикли ҳаракатда тезлик ва тезланиш.

##### 5-асосий саволнинг мақсади :

- А. Эгри чизикли ҳаракатни тушунтириш.
- Б. Эгри чизикли ҳаракатда тезлик ва тезланишни тушунтириш.

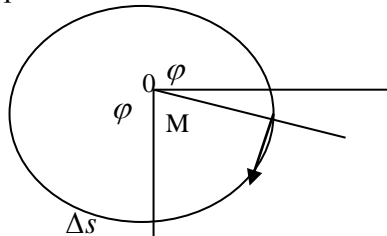
##### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Эгри чизик ли ҳаракатда ўртача тезлик ва оний тезликни билади.
2. Тезлик нуктаси ва годографи тушунади.
3. Марказга интилма тезланиш тенгламасини ёзади.
4. Тангенциал ва нормал тезланишларни билади,

##### 5-асосий саволнинг баёни:

##### Айланма ҳаракат

Ҳар қандай каттик жисм айланма ҳаракат қилаётган вақтда қандайдир уқ атрофида айланади.



10- расм.

Исталган М нуктани оладиган булсак, айланиш укидан R масофада жойлашган булсин. Каттик жисм ҳаракат қилаётганда М нукта доимий қолади.

$$r = \text{const}; \quad (1)$$

Ҳаракат вақтда ҳар қандай нуктанинг (босиб утган йули, тезлиги, тезланиши) каби характеристикасини куриб утадиган булсак, М нукта Р ҳаракатланувчи жисмда ётадиган булсин. Айланиш бурчаги жисмнинг  $\varphi$  ва босиб утилган йули S, Q тинч турган текисликка нисбатан оладиган булсак, стрелка йуналиш буйича жисм айланаётган булсин, у ҳолда

$$S = R \cdot \varphi; \quad (2)$$

$\Delta t$  вақт ичида жисм  $\Delta \varphi$  бурчакка бурилганлиги учун босиб утилган йул

$$\Delta S = R \cdot \Delta \varphi; \quad (3)$$

Бу ифоданинг икки томонини ҳам  $\Delta t$  буладиган булсак, унда

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}; \quad (4)$$

хосил булади. Бу ерда

$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = v$  - М нуктанинг чизикли тезлигини ифода килади. Агар ҳаракат нотекис булса, бурчак тезликни куйидагича ёзиш мумкин:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt}; \quad (5)$$

Бундай катталикни жисмнинг айланиш вақтидаги бурчак тезлиги

$$1 \text{ айл} / \text{мин} = \frac{2\pi \text{ рад}}{60 \text{ сек}} = \frac{\pi \text{ рад}}{30 \text{ сек}}; \quad (6)$$

(3) ва (4) асосланиб

$$V = R \cdot v; \quad (7)$$

ёзиш мумкин.

Моддий нуктанинг айланма ҳаракати яна иккита катталик билан, яъни айланиш частотаси  $\nu$  ва айланиш даври  $T$  билан характерланади. Айланиш частотаси  $\nu$  бир секунд вақт ичида буладиган тула айланишлар сонини ифодалайди. Айланиш даври эса бир марта тула айланиш учун кетган вақтни билдиради.

Агар моддий нуктанинг бурчак тезлиги узгарувчан булса, бурчак тезланиш

$$\varepsilon = \frac{v_t - v_0}{t}; \quad (8)$$

оркали аникланади. Агар ҳаракат нотекис узгарса, бурчак тезланиш жуда кичик вақт оралиги учун ҳисобланади.

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}; \quad (9)$$

Агар  $v = \frac{d\varphi}{dt}$  эканлигини эътиборга олинса

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}; \quad (10)$$

келиб чиқади. Юкоридаги усул сингари бурчак тезланиш  $\varepsilon$  билан чизикли тезланиш  $a$  орасидаги боғланишни топиш мумкин:

$$a_t = \varepsilon R; \quad (11)$$

Бурчак тезланиш град/с<sup>2</sup> ҳамда рад/с<sup>2</sup> бирликларда улчанади. Нормал тезланиш учун

$$a_H = v^2 R; \quad (12)$$

Моддий нуктанинг айлана буйлаб текис узгарувчан ҳаракатида куйидаги муносабатлар уринли:

$$v = v_0 + \varepsilon t; \quad \varphi = v_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}; \quad (13)$$

бу ерда  $v_0$  - бошлангич бурчак тезлик.

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{2\pi}{T} \text{ ёки } T = \frac{2\pi}{\nu}; \quad (14)$$

### Жисмнинг эркин тушиши

Жисмларнинг Ер тортишиш кучи таъсири остида хавосиз фазода тушиши эркин тушиш дейилади. Галилей 1590 йилда Италиянинг Пиза шаҳрида огир жисмларни огма минорадан ташлаб қуриб, куйидаги хулосага келган:

1. Эркин тушаётган жисмларнинг тезликлари уларнинг масофаларига боғлиқ эмас.
2. Жисмларнинг эркин тушиши текис тезланувчан ҳаракатдир.
3. Хамма жисмлар эркин тушиш вақтида бирдек тезланиш билан тушади. Бу тезланишга эркин тушиш тезланиш дейилади.

Ньютон хавоси суриб олинган шиша най ичида турли массага эга булган жисмларни жойлаштириб, уларни эркин тушишини тажрибада урганди. Бу тажрибалар натижасида Ньютон куйидаги хулосаларни чиқарди: Бушлиқда барча жисмлар барабар тушади. Эркин тушиш тезланиш  $g$  харфи билан белгиланиб  $g=9,8\text{м/с}^2$  га тенг. Ернинг шакли сфероид қурилишга эга. Ернинг катта ярим уки

(экваторда)  $R_0 = 6378,245 \text{ м/с}$ , кичик ярим уки эса (кутбда)  $R_k = 6356,830 \text{ км}$  га тенг. Кутбда  $g_k = 9,8324 \text{ м/с}^2$  ва экваторда  $g_e = 9,7805 \text{ м/с}^2$  киймат кабул килади. Тошкент учун  $g = 9,8008 \text{ м/с}^2$  га тенг,  $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$  булган эркин тушиш тезланиши нормал тезланиш хисобланади. Эркин тушаётган жисмнинг харакати текис тезланувчан булгани учун куйидаги тенгламаларга буйсунади:

$$V = V_0 + gt$$

$$h = V_0 t + \frac{gt^2}{2};$$

бу ерда  $h$ - баландлик. Агар бошлангич тезлиги  $V_0 = 0$  булса

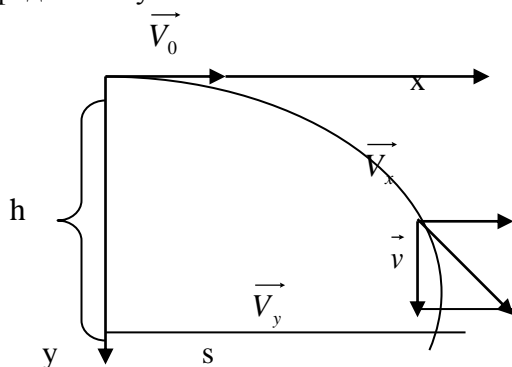
$$V = gt$$

$$h = \frac{gt^2}{2};$$

тенглама хосил булади.

### Горизонтал отилган жисмнинг харакати

Агар координаталар системасини расмдагидек танласак, у холда жисм тезлиги проекцияси куйидагича ифодалаш мумкин.



11- расм.

$$\left. \begin{aligned} V_x &= V_0 = \text{const} \\ v_y &= v_{0y} + gt = (v_0 = 0)gt \end{aligned} \right\};$$

Жисмни  $x$  ва  $y$  координаталарини вақт функцияси сифатида олинса

$$\left. \begin{aligned} x &= V_x t = V_0 t, \\ y &= \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \right\};$$

деб ёзиш мумкин. Бу тенгламалардан  $t$  ни йукотиб, траектория тенгламасини топамиз.

$$y = \frac{gx^2}{2V_0} \Rightarrow k = \frac{g}{2V_0^2} \Rightarrow y = kx^2;$$

хосил булади. Бу координата бошидан утувчи парабола тенгламасидир. Демак, горизонтал отилган жисм парабола буйича харакат килади, жисмнинг отилиш баландлиги  $h$  ва учиш узоклиги  $s$  куйдаги формула оркали топилади:

$$h = \frac{gt^2}{2} - \text{отилиш баландлиги}$$

$$S = V_0 t - \text{учиш узоклиги}$$

Бирор баландликдан горизонтал отилган жисмнинг  $t$  вақтдан кейинги тезлиги куйидагича хисобланади:

$$v = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 + (gt)^2};$$

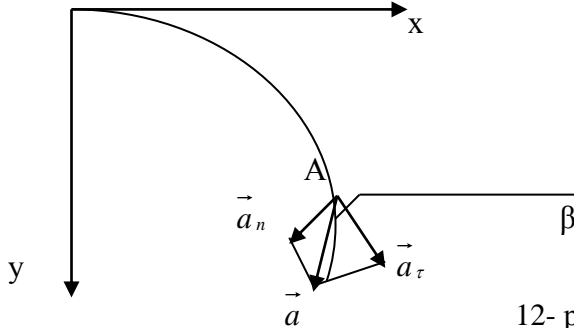
Бурчак тезлик проекциялари оркали куйидагича аникланади:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} a &= \frac{V_y}{V_x} = \frac{gt}{V_0}, \\ \cos a &= \frac{V_x}{V} = \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}} \end{aligned} \right\};$$

Марказга интилма ва тангенциал тезланишлар мос равишда:

$$\left. \begin{aligned} a_n &= g \sin \beta, \\ a_T &= g \cos \beta, \end{aligned} \right\};$$

эканлиги келиб чиқади.



12- расм.

11- расмдаги  $\alpha$  ва 12 – расмдаги  $\beta$  бурчаклар  $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$  га тенг булганлигидан:

$$\left. \begin{aligned} \cos d &= \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \sin \beta = \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}}, \\ \sin d &= \sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \cos \beta = \frac{V_y}{V} = \frac{gt}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}} \end{aligned} \right\}$$

булади. Буларни  $a_n$  ва  $a_T$  га куйсак

$$a_n = \frac{gV_0}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}}, \quad a_T = \frac{g^2 t}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}}$$

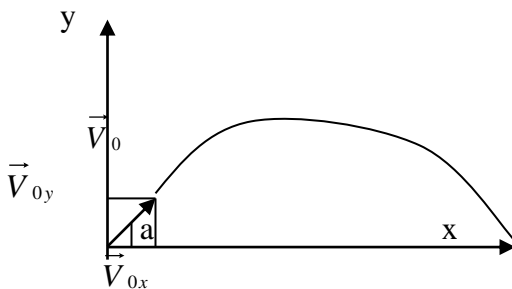
ифода юзага келади. Шунитакдлаш керакки, жисм паствга тушган сари бу тезлик камаяди.

$$\vec{a}_n + \vec{a}_T = \vec{g} \text{ ёки } \sqrt{a_n^2 + a_T^2} = g \text{ булади.}$$

$$t = \infty, a_T = a = g, a_n = 0, t = 0, a_T = 0.$$

### Горизонтга нисбатан бурчак остига отилган жисм харакати

Санок системасини 13- расмда курсатилгандек танланса жисм тезлигини ташкил этувчилари:



13-расм.

$$\left. \begin{aligned} V_{0x} &= V_0 \cos a, \\ V_{0y} &= V_0 \sin a. \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} V_x &= V_{0x} = V_0 \cos a, \\ V_y &= V_{0y} - gt = V_0 \sin a - gt. \end{aligned} \right\}$$

Жисмнинг  $x$  ва  $y$  координаталарини вақтнинг функцияси сифатида қуйидаги шаклда ёзиш мумкин.

$$\begin{cases} x = V_x t = V_0 t \cos d, \\ y = V_{0y} t - \frac{gt^2}{2} = V_0 t \sin d - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Бундан  $t$  ни йукотиб жисмнинг траекториясини топиш мумкин:

$$y = tgdx - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 a}$$

Бу формуладаги  $x$  ва  $x^2$  олдидаги коэффициентлар узгармас, катталиқ булгани учун уларни мос равишда  $k$  ва  $b$  орқали белгиласак,  $y = kx - bx^2$  ифода қурилишига келади. Бу парабола тенгламаси, траекториянинг энг юқори нуктаси  $V_y = 0$ ,  $V_0 \sin a - gt = 0$ , бунда жисм траекториясининг энг

юқори нуктасига кутарилишига кетган вақт  $t_k = \frac{V_0 \sin a}{g}$  га тенглиги келиб чиқади. Жисмнинг

максимал кутарилиши  $h = V_{0y} t_k - \frac{gt_k^2}{2} = V_0 t_k \sin d - \frac{gt_k^2}{2} = \frac{V_0^2 \sin^2 d}{2g}$  га тенг, яъни

$$t_k = t_T = \frac{V_0 \sin d}{g}$$

Шунинг учун горизонтал қия отилган жисм ерга  $t = 2t_T = 2t_k$  вақтдан сунг қайтиб тушади, яъни

$t = \frac{2V_0 \sin d}{g}$  га тенг булади. Жисмнинг учиш узоклигини ҳисоблашда

$S = V_x t = v_0 \cos d \cdot \frac{2V_0 \sin d}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2d}{g}$  ифодадан фойдаланилади. Агар жисмнинг максимал

баландликка кутарилиш вақти  $t_{\text{маълум}}$  булса, энг юқори нуктага кутарилиш баландлиги:

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2 d}{2g} = \frac{g^2 t_k^2}{2g} = \frac{gt_k^2}{2}.$$

Траекториянинг энг юқори нуктасида тезлик вектори  $\vec{V}$  унинг йуналишини аниқлаймиз. У жойда  $V_y = 0$  булгани учун  $tg\beta = \frac{V_y}{V_x} = 0$ , бундан  $\beta = 0$  траекториянинг энг юқори нуктасида жисмнинг тезлиги горизонтал йуналади

$$V_{\min} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 \cos^2 d} = V_0 \cos d,$$

га тенг, яъни  $u$  минимал булади, тезланиш эса  $a = a_n = g$  га тенг булади. Тушиш нуктасида тезликнинг йуналиш ва катталигини аниқлайлик. Жисм қайтиб тушгунча кетган вақт  $t$  ва  $V_y = V_{0y} - gt = V_0 \sin a - gt$  ифодадан, тушиш нуктасида  $V_y = -V_0 \sin a$  эканини топамиз. Бу нуктадаги тезликни йуналишини аниқловчи  $\gamma$  бурчак қуйидаги муносабатдан топилади:

$$tg\gamma = \frac{V_y}{V_x} = -\frac{V_0 \sin d}{V_0 \cos d} = -tg d,$$

бундан  $\gamma = -a$  эканлиги келиб чиқади. Тушиш нуктасидаги жисмнинг тезлиги

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 \cos^2 d + V_0^2 \sin^2 d} = V_0,$$

булади. Траекториянинг энг юқори нуктасининг эгрилик радиуси  $R$  қандай ҳисобланишини қуриб чиқайлик. Бу нуктада марказга интилма тезланиш эркин тушиш тезланишга тенг булади, яъни  $a_n = g$ .

Уз навбатида  $a_n = \frac{V_x^2}{R}$  булганлигидан,  $V_x = \sqrt{gR}$  деб ёзиш мумкин. 13 – расмдан фойдалансак

$$tga = \frac{V_{0y}}{V_{0x}} = \frac{V_{0y}}{V_x} = \frac{V_0 \sin a}{\sqrt{gR}} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{gR}} = \sqrt{\frac{2h}{R}}.$$

Бундан

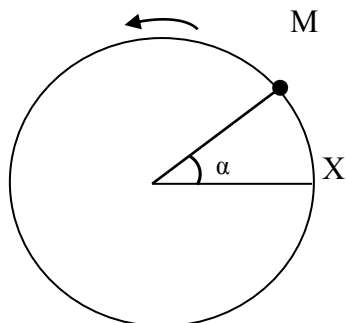
$$R = \frac{2h}{tg^2 \alpha},$$

топиш мумкин.

Энди бурчак тезлик ва бурчак тезланиши ҳақида кискача тўхталиб ўтайлик. Бу тушунчалар моддий нуқтанинг айлана бўйлаб ҳаракатига таллуққидир.

М нуқтанинг айланада ўрнини ОМ радиус векторининг узгармас ОХ йўналиш бўйича ҳосил қилган  $\alpha$  бурчак ҳамма аниқлаш мумкин. Бу бурчакнинг вақт бўйича ҳосиласи

$w = \frac{d\alpha}{dt}$  бурчак тезлик деб аталади.



Агар  $w = const$  бўлса айланшди Текис бўлади, бу ҳолда  $\alpha = wt + const$

Текис айланшда  $v = w/2\pi$  катталиқ айланиши бурчак частотаси деб ҳам аталади.  $T = \frac{1}{v}$  бирлик вақтдаги айланишлар сонини беради ва айланиш частотаси деб аталади. Катталиқ битта айланиш вақтини билдириб, **айланиш даври** деб аталади.

Бурчак тезликнинг вақт бўйича биринчи ҳосиласи ёки  $\alpha$  бурчакнинг вақт бўйича иккинчи ҳосиласи

$$w = \frac{dw}{dt} = \frac{d\alpha}{dt^2}$$

Бурчак тезланиш деб аталади.

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{d\alpha}{dt} r = w \cdot r$$

Агар  $\vec{r}$  айлана радиуси бўлс

$$s = \vec{r} \alpha$$

Бу муносабатни вақт бўйича дифференциаллаб

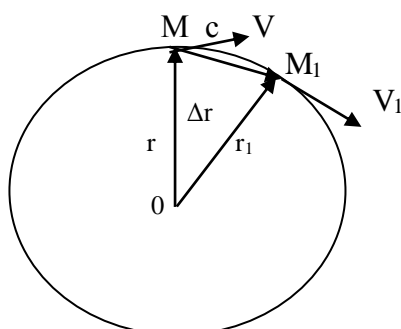
$$V = \frac{ds}{dt} = \frac{dL}{dt} r = \omega \cdot r$$

$$a = v = \frac{d^2 s}{dt^2} = r \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = wr$$

га эга бўла миз.

Тезлик ва тезланиш моддий нуқтанинг эгри чизиқли траектория ҳаракатлари учун умумлаштирилади.

Фараз қилайлик моддий нуқта  $t$  вақт мобойнида  $\vec{r}_1 = \vec{r}(tt)$  радиус векторли М нуқтадан турган бўлсин.



Бирор киска  $\Delta t$  вақт оралиғида  $\vec{r}_1 = \vec{r}(t + \Delta t)$  радиус векторли  $M_1$  нуқтага ўтади.

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_1 = \vec{r}$$

$$v_{yp} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

ҳаракатнинг  $\Delta t$  вақт оралиғидаги ўртача тезлиги деб аталади. Ўртача тезликнинг  $\Delta t \rightarrow 0$  даги limiti ёки  $\vec{r}$  нинг вақт бўйича ҳосиласи

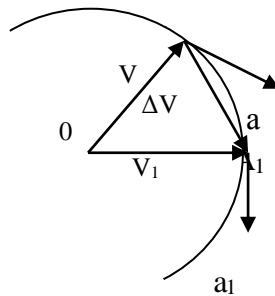
$$\vec{v} = \vec{r} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

моддий нуктанинг оний тезлиги деб аталади. Хақиқий тезлик ҳаракатланувчи нукта траекториясига ўрин ма бўйича йўналган вектордир. Эгри чизик ли ҳаркатдаги тезланиш ҳам худди шундай аниқланади.  $\vec{a}$  тезланиш деб,  $\vec{v}$  тезлик векторининг вақт бўйича биринчи ҳосиласига ёки  $\vec{r}$  радиус-векторининг вақт бўйича иккинчи ҳосиласига тенг бўлган векторга айтилади.

$$\vec{a} = \vec{v}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (3)$$

$$\vec{a} = \vec{r}(t) = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad (4)$$

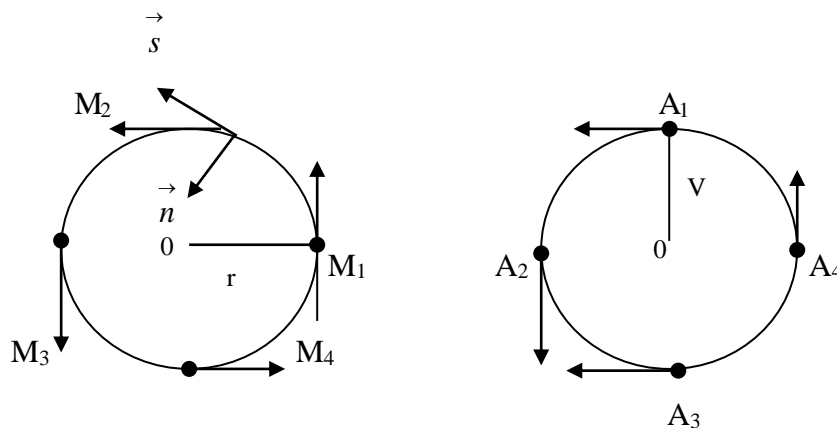
Тезлик ва тезланиш ўртасида қуйидаги формал ўхшаш лик борлигини кайд қилиб ўтамыз.



Ҳаракатланувчи нуктанинг турли вақт моментларидаги  $\vec{V}$  тезлик векторини ихтиёрий куз ғалмас  $O_1$  нуқтадан бошлаб куя бошлаймиз векторнинг учини **тезлик нуқтаси** деб атаймиз. Тезлик нуқталарининг геометрик ўрни тезлик годографи деб аталувчи эгри чизик дан иборат. Моддий нукта траектория чизиётганда, унга тегишли тезлик нуқтаси годограф бўйича ҳаракатланади. Бу ерда  $\vec{r}$  радиус вектор  $\vec{V}$  тезлик вектори билан моддий нукта тезлик нуқтаси билан, траектория эса годограф билан алмашган.

Тезликни топиш учун  $\vec{r}$  радиус векторни дифференцияллаш, а тезланишни топиш учун  $\vec{V}$  тезлик векторини дифференцияллаш лозим

$\vec{V}$  тезлик траекторияга ўтказилган уринма бўйлаб йўналган.Шунинг учун  $\vec{a}$  тезланиш тезлик годографига ўтказилган уринма бўйлаб йўналади.



$$v = \omega r = \frac{2\pi r}{T} \quad (5)$$

$$a = \omega v = \frac{2\pi v}{T} = \frac{v^2}{r} \quad (6)$$

(6) формула марказга интилма тезланиш формуласидир.

Уни

$$\vec{a} = -\omega^2 \vec{r} \quad (7)$$

вектор шаклида ёзиш мумкин.

Минус ишора  $\vec{a}$  ва  $\vec{r}$  векторларнинг йўналиш и узаро карама -карши эканлигини, яъни  $\vec{a}$  тезланиши моддий нукта айланаётган доиравий траекториянинг марказига қараб йўналтирилганини кўрсатади. Шунингдек, ҳаракатланаётган нуктанинг исталган ҳолати учун

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad (8)$$

деб ёзиш мумкин.

Умуман  $\vec{V} = v \cdot \vec{s}$  кўринишда оламиз. Бу ерда  $\vec{s}$  айланага ўтказилган уринма бирлик вектори  $v$  биринчи кўпайтувчиси тезликнинг сон қийматини,  $\vec{s}$  -иккинчиси кўпайтувчи эса унинг йўналиш ини кўрсатади. Теки с айланма ҳаракатда тезликнинг  $\vec{V}$  абсолют қиймати узгармас қилиб, тезликнинг фақат йўналиш и, яъни  $\vec{s}$  бирлик вектор узгаради.

Шунинг учун

$$\vec{a} = v \frac{d\vec{s}}{dt}$$

Бундан

$$\frac{ds}{dt} = \frac{v}{r} \vec{n}$$

Моддий нуктанинг айлана бўйлаб ҳаракатида  $dt$  вақтда босиб ўтган йўл ининг уз унлигини ҳамма белгилаймиз бу  $ds = v dt$  га тенг.

Нукта айлана бўйлаб Теки с ҳаракатланганда тезланиш унинг марказига қараб йўналган, яъни траекторияга перпендикуляр бўлади.

Ҳар қандай эгри чизикли ҳаракатда, агар нукталарнинг тезлиги катталик жихатдан узгармаса, тезланиш траекторияга перпендикуляр бўлаверади.

Тезлик вектори  $\vec{V} = v \cdot \vec{s}$  га дифференциаллашни қўллаймиз.

$$\vec{a} = \frac{d}{dt}(v \cdot \vec{s}) = \frac{dv}{dt} \vec{s} + v \frac{d\vec{s}}{dt}$$

ёки (9) ни ҳисобга олган ҳолда

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{s} + \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad (11)$$

ни ҳосил қиламиз.

Бундан  $\vec{a}$  тезланиш вектори  $\vec{s}$  ва  $\vec{n}$  вектрлар текислигида ётади деган хулоса келиб чиқади. (11) даги

$$\vec{a}_t = \frac{dv}{dt} \vec{s} \quad (12)$$

биринчи кўшилувчи траекторияга уринма бўлиб йўналган вектор. Бу вектор уринма ёки тангенциал тезланиш деб аталади. Қуйидаги

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad (13)$$

Нормал тезланиш

Шундай қилиб умумий ҳолда



$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n \quad (14)$$

Тангенциал тезланиш тезликни фақат катталиқ жihatдан узгартиради, нормал тезланиш уни фақат йўналиш бўйича узгартиради.

### Муҳокама учун саволлар:

1. Тугри чизикли текис узгарувчан ҳаракатдаги йул ва координата графиклари қандай чизикдан иборат бўлади.
2. Текис узгарувчан ҳаракат учун йул, тезлик ва тезланишлар орасидаги боғланиш ифодасини келтириб чиқаринг.
3. Жисмнинг эркин тушиши деб нимага айтилади?
4. Юқорига тик отилган жисм траекториясининг энг юқори нуктасида тезлиги нимага тенг?
5. Горизонтал отилган жисмнинг ҳаракат траекторияси қандай чизикдан иборат?

### Назорат топшириқлари

1. Тезлик нуқтаси нима.
2. Гадографни тушунтиринг.
3. Марказга интилма тезланиш ифодасини ёзинг.
4. Тангенциал ва нормал тезланиш ифодаларини ёзинг.
5. Чизикли тезлик билан бурчак тезлик орасидаги боғланишни ифодаланг.
6. Текис ҳаракатни таърифланг.
  - а) Текис ҳаракатда жисмнинг тезлиги вақт бўйича узгаради.
  - б) Жисмнинг тезлиги узгармай тезланиши узгарадиган ҳаракат.
  - в) Жисмнинг тезлиги вақт бўйича узгармайди.
  - г) Б ва В жавоблар тугри.
  - д) А ва В жавоблар тугри.
6. Текис тезланувчан ҳаракатда йул формуласини топинг.
  - а)  $S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$
  - б)  $S = V_0 t + \frac{at}{2}$
  - в)  $S = Vt + \frac{at^2}{2}$
  - г)  $S = Vt - \frac{at^2}{2}$
  - д)  $S = V_1 t + \frac{at^2}{2}$
7. Қандай ҳаракат текис айланма ҳаракат дейилади?
  - а) Тенг вақтлар оралигида радиуснинг бурилиш бурчаги узгармай қоладиган ҳаракат.
  - б) Радиуснинг бурилиш бурчаги узгарадиган ҳаракат.
  - в) Тенг вақтлар оралигида тезланиш узгарадиган ҳаракат.
  - г) Б ва В жавоблар тугри.
  - д) тугри жавоб йук.
8. Ернинг суткалик айланишида экватор нуқталарнинг чизикли тезликлари қандай?
  - а) 4650 м/с
  - б) 465 м/с
  - в) 46,50 м/с
  - г) 4,650 м/с
  - д) 46500 м/с
- 2.1.1.5. Юқоридаги масала шартига асосан бурчак тезликни аниқланг.
  - а)  $7,3 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
  - б)  $73 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
  - в)  $7,3 \cdot 10^{-8} \text{ C}^{-1}$
  - г)  $7,3 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$
  - д)  $7,3 \cdot 10^{-3} \text{ C}^{-1}$
9. Жисм 40 м/с тезлик билан горизонтал отилган. Жисмнинг 3с дан кейинги марказга интилма тезланиши топилсинг.
  - а) 8 м/с<sup>2</sup>
  - б) 10 м/с<sup>2</sup>
  - в) 5 м/с<sup>2</sup>
  - г) 12 м/с<sup>2</sup>
  - д) 3 м/с<sup>2</sup>

### 5-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Эгри чизикли ҳаракат.
  - (1) 29-37 бетлар
  - (3) 46-47 бетлар.
2. Эгри чизик ли ҳаракатда тезлик ва тезланиш. (1) 29-38 бетлар.

### Мустақил иш топшириқлари:

#### 5- топширик.

- 2.5.1. Сферик координаталар системасидан Декарт координаталар системасига ўтишни тушунтиринг.
- 2.5.2. Цилиндрик координата системасидан Декарт координата системасига ўтишни келтириб

чикаринг.

2.5.3. Моддий нуктанинг Декарт, сферик ва цилиндрик системадаги координатасини ёзинг.

#### **6- топширик.**

2.6.1. Моддий нуктанинг чизикли ҳаракат кинематикасини асосий параметрларини келтириб чикаринг.

2.6.2. Узгармас тезланиш билан жисм ҳаракатини келтириб чикаринг.

2.6.3. Моддий нуктанинг ҳаракатида кинематик характеристикаларнинг турли санок системасидаги кийматини келтириб чикаринг.

#### **7- топширик.**

2.7.1. Моддий нуктанинг айланма ҳаракатида кинематик катталикларни келтириб чикаринг.

2.7.2. Моддий нукта тебранма ҳаракат тенгламаларини келтириб чикаринг.

#### **Ушбу топширик саволларга қуйидаги адабиётлардан жавоблар топасиз:**

[1] 24-59 бетлар.

[2] 10-22 бетлар.

[3] 13-22 бетлар.

#### **Моддий нуктанинг кинематикаси мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ**

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А) Фазо ва вақт ҳақида тушунча бериш. Б) Координаталар системасини тушунтириш. <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Фазо ва вақтни тушуниб олади. 2. Координталар системасини билади. 3. Фазовий бошланғич системасига таъриф бера олади. 4. Ўнг ва чап координаталар системасини ажрата олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Фазо, моддий нукта, айланиш частотаси, Вақт, бошланғич системаси, эркин тушиш, тезланиши, Қўчиш, траектория, вектор ва скаляр катталик, Тезлик, бурчак тезлик. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, кадаскоп, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунини қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулоти давомида қўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Фазо нима? 2. Вақтни тушунтиринг. 3. Тегиликда, фазода координаталар системаси қандай бўлади. 4. Фазовий бошланғич системага таъриф бериш. 5. Ўнг ва чап координатани қандай аниқлаш мумкин.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Яқиний хулосалар чикариш.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li><li>Ўз фикрини равион баён қила олади.</li><li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li></ul>		

## 1-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР:

### Мавзу: Тугри чизикли харакатлар.

Ажратилган соат- 4 соат.

Машгулот тури – амалий.

#### Ўқитувчи максоди:

2.1. Моддий нуктанинг харакат тенгламаларига оид масалалардан ечиш.

#### Талабалар учун идентив укув максоди:

- 1) Моддий нукта траекториясини аниқлай олади.
- 2) Моддий нукта тезлиги ва тезланишини ҳисоблай олади.

#### 2.1. масала

Моддий нуктанинг координатаси вақт утиши билан 
$$\left. \begin{aligned} x &= 4t \\ y &= 3t \\ z &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ конун буйича узгаради. Моддий}$$

нуктанинг бошлангич ҳолатга нисбатан вақт утиши билан босиб утган йулини, аниқланг. 5с дан кейин моддий нукта канча йулни утади?

#### Ечиш:

Иккинчи ифодадан  $t = \frac{y}{3}$  ни топиб, биринчи ифодага қуйсак

$$x = 4 \frac{y}{3} \Rightarrow 4y = 3x \Rightarrow 4y - 3x = 0 \Rightarrow y = \frac{3}{4}x$$

ҳосил булади. Бу тугри чизик тенгламасидир. Демак моддий нукта тугри чизик буйича харакат килади.

$t=0$  да  $x=0$ ;  $y=0$  булади.  $t=5$ с эса  $x=20$ ;  $y=15$ .

$$S = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{16t^2 + 9t^2 + 0^2} = \sqrt{25t^2} = 5t.$$

$$S = 5 \cdot 5 = 25\text{м.}$$

2.2. Моддий нуктанинг харакат тенгламаси  $x = 4t^2 + 2$ ;  $y = 6t^2 - 3$ ;  $z = 0$ . Йулга боғланиш графигини аниқланг.

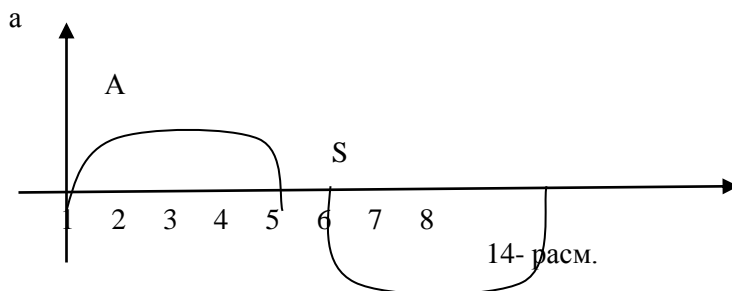
#### Ечиш

$t^2 = \frac{x-2}{4}$  ни иккинчи тенгламага қуйсак

$$y = 3 \frac{x-2}{2} - 3 \Rightarrow y = \frac{3x-6}{2} - 3 = \frac{3x}{2} - 3 - 3 = \frac{3x}{2} - 6 \text{ ёки } 2y = 3x - 12$$

$3x - 2y = 12$ ,  $x$  у текислигида бошлангич нукталари  $x_0 = 2$ ,  $y_0 = -3$ .

2.3. 14- расмда жисмнинг тезланиш билан босиб утилган йул графиги келтирилган. а) Алоҳида олинган қисмлардаги харакат характери кандай? б) Абецисса уки билан чегараланган юзанинг физик мазмуни кандай булади? в) Жисмнинг бошлангич ва охириги тезлиги хақида нимани айтиш мумкин, агар А ва В юзалар тенг булса.



#### Ечиш:

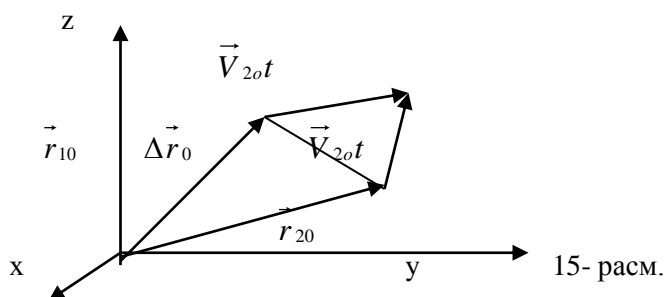
Биринчи саволга жавоб бериш учун графикни алоҳида қисмларга ажратамиз. у 14-расмда пунктир билан белгиланган. 4 соҳада  $a=0$ ;  $v=\text{const}$ ; 1 ва 3 соҳада  $a>0$ - харакат тезланувчан; 5,7 соҳада  $a<0$ - харакат секулланувчан; 2 ва 6 соҳада  $a=\text{const}$ , шунинг учун 2 соҳа текис тезланувчан харакат, 6 соҳа текис секинланувчан.

Иккинчи саволга жавоб бериш учун аввал  $a$ с катталиқ кандай физик маънога эга эканлигини қараб чиқамиз

(2 ва 6 сохадаги юза текис узгарувчан ҳаракатдир). Агар  $a = \text{const}$  бўлса,  $s = V_0 t + \frac{at^2}{2}$  бўлади. Бу ерда  $t = \frac{V - V_0}{a}$  бўлади, унда  $s = \frac{V_0(V - V_0)}{a} + \frac{(V - V_0)^2}{2a} = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$ ,  $a \cdot s = \frac{V^2 - V_0^2}{2}$  тенг бўлади, яъни абцисса уки билан текис узгарувчан ҳаракат соҳаси,  $V_k^2 - V_H^2$  тезликлар квадратининг фарқининг ярмига тенг бўлади. Элементар юза эгри сиртда (S)  $d\sigma = ads = aVd$  ва  $a = \frac{dV}{dt}$  бўлганлиги учун  $d\sigma = VdV$  бўлади. Тулик юза эгри сиртда а (S)

$$\sum_{i=V_H}^{V_k} VdV = \int_{V_H}^{V_k} vdv = \frac{V_K^2 - V_H^2}{2} \text{ бўлади.}$$

**2.4.** Иккита 1 ва 2 зарралар  $\vec{V}_1$  ва  $\vec{V}_2$  доимий тезлик билан ҳаракат қилмоқда, уларнинг радиус-векторлари бошланғич вақтда  $\vec{r}_{10}$  ва  $\vec{r}_{20}$ . Зарралар узаро бир-бирлари билан тукнашганда, бу тўртта вектор қандай муносабатда бўлганган?



15- расм.

Зарраларнинг бошланғич вақт орасидаги масофа вектор модули

$$\vec{r}_{20} - \vec{r}_{10} = \Delta \vec{r}_0,$$

икки заррача  $\Delta t$  вақтдан сунг учрашади, радиус – векторлари зарралар учун мос келадиган қиймати,  $\vec{r}_1 - \vec{r}_2$

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_{10} + \vec{V}_{10}t,$$

$$\vec{r}_2 = \vec{r}_{20} + \vec{V}_{20}t.$$

учрашиш шарти

$$\vec{r}_{10} + \vec{V}_{10}t = \vec{r}_{20} + \vec{V}_{20}t$$

ёки

$$\Delta \vec{r}_0 = (\vec{V}_2 - \vec{V}_1)t$$

бўлади. Бундан  $\Delta \vec{r}_0$  векторнинг йуналиши  $\Delta \vec{V} = (\vec{V}_2 - \vec{V}_1)$  вектор билан бир хил йуналишда бўлади. Зарралар учрашса

$$\frac{\Delta \vec{r}}{|\Delta \vec{r}|} = \frac{\Delta \vec{V}}{|\Delta \vec{V}|} \text{ ёки } \frac{\vec{r}_{10} - \vec{r}_{20}}{|\vec{r}_{10} - \vec{r}_{20}|} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{|\vec{V}_2 - \vec{V}_1|}.$$

бўлади.

**2.5.** Бир биридан  $l = 0,5 \text{ м}$  ораликда икки диск маҳкамланган ўқ  $v = 1600 \text{ айл/мин}$  частота мос бурчак тезлик билан айланма ҳаракат қилмоқда. Диск маҳкамланган ўқ бўйлаб учиб борувчи ўқ икки дискни тешиб ўтади ва иккинчи дискдаги тешиқ биринчисидигига нисбатан  $\varphi = 12^\circ$  бурчакка силжийди. Ўқнинг тезлиги топилсин.

Ечилиш ;

$$\text{Айланма ҳаракат тенгламаси } \vec{\varphi} = \vec{\varphi}_0 + \vec{\omega}t + \frac{\vec{\beta}t^2}{2}$$

$\vec{\varphi}_0 = 0$  ни танлаб оламиз. Масала шартидан кўринадик, ҳаракат  $\omega = 2\pi n$  бурчак тезлик билан амалга оширилади. Натижада, бурчак тезлиниш 0 га тенг. Яни бурилиш  $\varphi = \omega t$ ,

Бундан  $t = \frac{\varphi}{\omega}$  (1)  $\omega = n \cdot 2\pi$  (2)

Ўқнинг тезлиги  $v = \frac{l}{t}$  (3)

(2)ни (1)га қўйиб, сўнгра (1)ни (3)га қўйиб

$$v = \frac{l \cdot 2\pi \cdot n}{\varphi}$$

Ни ҳосил қилвмиз.

Ҳисоблашларни амалга ошириб, ўқнинг тезлигини  $v = 419 \text{ м/с}$  ни аниқлаймиз.

**2.6.** Радиуси  $R=10\text{см}$  ғилдирак  $\varepsilon = 3,14 \text{ рад/сек}^2$  ўзгармас бурчак тезлиниш билан айланади. Ҳаракат бошланишидан кейинги биринчи секунднинг охирида ғилдирак гардишидаги нуқталарнинг 1) бурчак тезлиги 2) чизикли тезлиги 3) тангенциал тезлиниши 4) нормал тезлиниши 5) тўла тезлиниши ва 6) тўла тезлиниши билан ғилдирак радиуси орасидаги бурчак топилсин.

*Ечилиш:*

А) Текис ўзгарувчан айланма ҳаракат бурчак тезлик  $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$

$$\omega_0 = 0 \text{ шартда } \omega = \varepsilon t \quad t = 1 \text{с да бурчак тезлик } \omega = 3,14 \text{ рад/с}$$

Б) чизикли тезлик  $v = \omega R \quad t = 1 \text{с да } a = 0,314 \text{ м/с}^2$

В) тангенциал тезлиниш  $a_\tau = \varepsilon R$ , тўла ҳаракат вақти давомида ўзгармас;  $t = 1 \text{с да } a_\tau = 0,314 \text{ м/с}^2$

Г) Нормал тезлиниш  $a_n = \omega^2 R = \varepsilon^2 t^2 R$ ,  $t = 1 \text{с да } a_n = 0,986 \text{ м/с}^2$ .

Д) тўла тезлиниш  $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = a_\tau \sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4} \quad t = 1 \text{с да } a = 1,03 \text{ м/с}^2$ .

Е)  $\sin \alpha = \frac{a_\tau}{a_n} = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}}$ , бу ерда  $\alpha$ -ғилдиракнинг тўла тезлиниши ва радиус вектори орасидаги бурчак.

Биринчи сек охирида  $\alpha = 17^\circ 46'$

$$\sin \alpha = \frac{a_\tau}{a_n} = \frac{0,314}{1,09} = 0,305.$$

### Модул буйича якуний машгулот:

Физика фанидан 1 модул буйича куйидаги хулосаларга келиш мумкин.

1. Билим ва тажрибаларнинг кенгайиши ва чуқурлашиши илмий текширишлар табиатининг янгидагидан-янги сирларини очади.
2. Фан тарақиётида ҳодисаларни урганиш кузатиш ва тажриба бирдан-бир йул эмас. Лекин тажриба ҳал қилувчи ролни йунайди.
3. Физика фанида илмий кузатиш, тажриба утказиш вақтида керакли микдорда мумкин қадар аниқ улчаб, тугри хулоса чиқаришни талаб этади.
4. Физикада назарий ва гипотезанинг кейинги кузатиш ва тажрибалардан тасдиқланмай қолиши ҳоллари куп бўлган.

### Мавзу буйича ечимини қутаётган илмий муаммолар:

1. Кинематика нуқтаи назардан, ҳаракатни юзага келтирувчи сабаблар ҳисобга олинмаса, ҳар қандай ҳаракат нисбий бўлади. Бунда ҳамма санок системалари тенг қучлидир. Уларни қозғалмас деб ҳисоблаш мумкин.
2. Ҳаракат кинематикасининг ҳамма турлари: илгариллама, айланма, эгри чизикли ва тебранма ҳоллар учун физик моделлар киритилди. Бу модел – моддий нуқта тушунчасидир.

### Адабиётлар:

1. Қ.Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. ўқитувчи. 1981 и
2. С.П.Стрелков. Общй курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основй Механики. Москва. Наука. 1971 г.

### 3-Мавзу: Қаттиқ жисм кинематикаси.

#### Маърузанинг режаси:

1. Қаттиқ жисмнинг эркинлик даражалари ва умумлашган координаталар.
2. Оний айланиш ўқи.
3. Бурчак тезлик вектор катталиқдир.

#### Таянч суз ва иборалар:

Координаталар	умумлашган координаталар	
Поляр координаталар	бурчак тезлик	оний айланиш ўқи
Илгариланма ҳаракат	идеал қаттиқ жисм	вектор
Кўчиш	кузғалмас ўқ	радиус вектор
Эркинлик даражаси	тезлик	чизиқлик тезлик
Боғланишлар	айланиш ўқи	кнетик энергия
Импульс моменти	инерция моменти	

#### Мавзуга оид асосий муаммолар

1. Қаттиқ жисм ҳаракати учун кинематик тенгламалар.
2. Эркинлик даражалари ва умумлашган координаталар.
3. Айланма ва илгариланма ҳаракатни физик ва математик нуқтаи назардан ифодалаш

#### 1-асосий савол: Қаттиқ жисмнинг эркинлик даражалари ва умумлашган координаталар.

##### 1-асосий саволнинг мақсади :

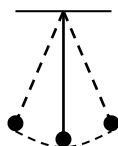
- А. Эркинлик даражалари ва умумлашган координаталарни тушунтириш.  
Б. Идеал қаттиқ жисмнинг эркинлик даражаларини аниқлаш .

##### Идентив ўқув мақсадлари :

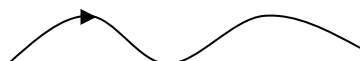
1. Эркинлик даражаларини тушунади.
2. Умумлашган координаталарни билади.
3. Идеал Қаттиқ жисмнинг эркинлик даражаларини ҳисоблай олади.
4. Қаттиқ жисмнинг таърифини билади.

##### 1-асосий саволнинг баёни :

Нуктанинг фазодаги ўрни учта тўғри бурчакли координаталар билан берилиши мумкин. Тўғри бурчакли координаталар ўрнига бошқа, масалан поляр координаталарни ҳам олиш мумкин. Лекин шуниси муҳимки, исталганча танланганда ҳам фазода ихтиёрий кўча оладиган нукталар ўрнини бир қийматли аниқлаш учун керак бўлган эркин координаталар сони ўнга тенг бўлади. Нукталар ҳақида гапирганда у учта эркинлик даражасига эга деб гапирилади.



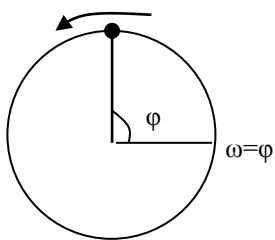
Нуктанинг кўчиши берилган шароитда ихтиёрий бўлмаслиги ҳам мумкин. Масалан: бир учи маҳкамланган чузи лмайдиган ипга осилган кичик шарчани олиш мумкин. Агар ип тортилган бўлса, у вақтда шарга фақат маҳкамланган нуктада жойлашган сферасирти бўйлаб ҳаракатланади. Бундай нукталарнинг координаталари  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , қаралган сиртнинг тенгламаси ҳисобланувчи  $f(x, y, z)=0$  кўринишдаги муносабатни қаноатлантириши керак. Шунинг учун бунда  $X$  ва  $Y$  координаталар эркин бўлиб учинчи  $Z$  координата эса  $f(x, y, z)=0$  боғланиш тенгламасидан ҳисоблаб топилади. Бундай ҳолларда нукта иккита эркинлик даражасига эга дейилади.



Агар нукта фақат бирор берилган эгри чизик бўйлаб кўчса, у ҳолда унинг эркинлик даражаси

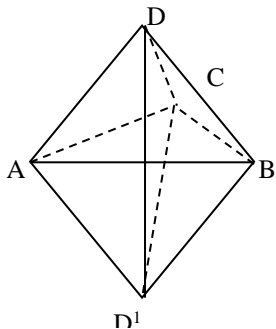
бирга тенг бўлади.

Шу айтилганларнинг ҳаммасини ихтиёрий  $n$  та моддий нуктадан ташкил топган Механик системага умумлаштириш мумкин. Агар бу нукталар ҳеч қандай чекланишсиз ҳаракатлана олса у вақтда уларнинг оний ҳолатини аниқлаш учун  $3n$  та координаталар керак. Бу ҳолда система  $3n$  эркинлик даражасига эга деб гапирилади. Бирок баъзи масалаларда моддий нукталар эркин Кўчиши чекланган бўлади.  $3n$  координатага боғланишлар деб аталувчи топшириқлари шартлар қўйилади. Бу вақтда системанинг барча нукталарининг ўрнини бир қийматли аниқлаш учун камроқ сондаги координатани билиш етарли бўлади. Уни  $f$  билан белгилаймиз. Қолган  $3n - f$  координата боғланиши тенгламаларидан ҳисоблаб топилади. Эркин координаталар сифатида тўғри бурчакли координаталарни олиш шарт эмас. Бу мақсадда системадаги моддий нукталарнинг ҳолатини бир қийматли аниқловчи исталган  $f$  та  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_f$  катталиқдан фойдаланиш мумкин. Бундай катталиқлар умумлашган координаталар деб аталади. Умумлашган координаталар вақтнинг функцияси сифатида топилганда системанинг ҳаракати тўлиқ аниқланади. Умумлашган координаталарнинг вақт бўйича  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$  ҳосилалари умумлашган тезликлар деб аталади. Масалан моддий нукталарнинг айлана бўйлаб ҳаракатида унинг ўрнини  $\varphi$  марказий бурчакнинг қиймати билан аниқлаш мумкин.



Умумлашган тезлик бу ҳол учун бўлиб айланма ҳаракат қилаётган нуктанинг бурчак тезлиги деган маънони англатади. Қаттиқ жисмнинг эркинлик даражаларини аниқлаймиз. Идеал Қаттиқ жисм деб, моддий нукталарнинг шундай идеаллашган системага айтиладики, бундай система ҳаракатланаётганда уни ташкил этган нукталар орасидаги барча масофалар вақт ўтиши билан узгармайди.

Идеал қаттиқ жисм унинг ҳаракатига ҳеч қандай чекланиш қуйилмаганда олти эркинлик даражасига эга.



Ҳаракат эркинлиги чекланганда қаттиқ жисм эркинлик даражаларининг сони камаёди. Масалан: иккита жисмнинг битта нуктаси кузғалмас қилиб маҳкамланган бўлса у шу кузғалмас нукта атрофида фақат айланма ҳаракат қилиши мумкин ва унда эркинлик даражаси бўлади. Маҳкамланган ўқ атрофида фақат айланма ҳаракат ўшқилади ган. Қаттиқ жисим битта эркинлик даражасига эга бўлади. Агар қаттиқ жисм маҳкамланган ўқ бўйича сирпана олса ва айни вақтда унинг атрофида айланса у ҳолда эркинлик даражасининг сони иккига тенг бўлади ва х.к.

### Муҳокама учун саволлар

1. Оний айланиш ўқи дегандан нима тушунилади.
2. Бурчак тезлик вектор катталиқ эканлигини исботланг.
3. Поляр координаталарни тушунтиринг

### Назорат топшириқлари Б.Булум таксамонияси. Категория.

1. Эркинлик даражасини таърифланг.
  2. қаттиқ жисм канон битта, иккита, учта эркинлик даражаларига эга бўлади.
  3. Умумлашган координаталарни таърифланг.
  4. Умумлашган тезлик деб нимага айтилади.
  5. Идеал Қаттиқ жисмга таъриф беринг.
- 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.
1. Эркинлик даражалари ва умумлашган координаталар.

(1)57-59 бетлар

2. Қаттиқ жисмнинг илгариланма ва айланма ҳаракати.

(2)175-178 бетлар.

**2-асосий савол : Оний айланиш ўқи.**

**2-асосий саволнинг мақсади.**

А. Оний айланиш ўқини тушунтиринг.

Б. Тезликлар таксимотини ва тезланишнинг йўналиш ини тушунтиринг.

**Идентив ўқув мақсадлари :**

1. Оний айланиш ўқини билади.

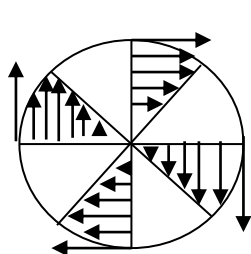
2. Оний айланиш ўқида тезликларни таксимотини билади.

3. Тезланишни йўналиш и аниқлай олади.

**2-асосий саволнинг баёни :**

Фараз қилайлик қаттиқ жисм кузғалмас ўқ атрофида айланаётган бўлсин. У жисмда тезликларни қандай таксимлашни куз олдимизга келтириш учун жисмнинг айланиш ўқиға перпендикуляр ихтиёрий Теки сикда ётган нуқталари ҳаракатларини кўриб чиқиш етарлидир. Демак жисмни ясси деб ҳисоблаш мумкин. Жисмнинг О нуқтаси кузғалмас бўлиб айланиш ўқи, ўша нуқта ҳам ўтади. Жисмнинг ҳамма бошқа нуқталари маркази О нуқтада бўлган айланалар бўйича ҳаракат ўшқилади. Уларнинг тезликлари тегишли айланаларнинг радиусига пропорционалдир.

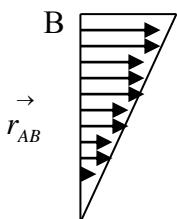
Тезликларнинг катталиги вақт ўтиши билан узғариши мумкин лекин айланиш ўқи бирдай сакланади. Агар А ва В қаттиқ жисмнинг ихтиёрий нуқтаси бўлса улар орасидаги масофа узгармайди. Шунинг учун



$$(\vec{r}_B - \vec{r}_A)^2 = \text{const}$$

Бу муносабатни вақт бўйича дифференциаллаб қуйдагини оламиз

$$\begin{aligned} (\vec{r}_B - \vec{r}_A) \cdot (\vec{r}_B - \vec{r}_A) &= 0 \\ \vec{r}_{AB} (\vec{V}_B - \vec{V}_A) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$



бунда  $\vec{r}_{AB} \equiv \vec{AB}$  фараз қилайлик вақтнинг берилган моментида жисмда шундай нуқта мавжудки унинг тезлиги шу вақт моментида нолга тенг. Ўша нуқтани А нуқта деб қабул қиламиз, у вақтда вақтнинг берилган моментида В нуқтанинг вазияти қандай бўлсада  $\vec{r}_{AB} \vec{V}_B = 0$  бўлади. Бундан кўринадики  $\vec{V}_B$  тезлик  $\vec{r}_{AB}$  га перпендикуляр яъни маркази А нуқтада жойлашган айланишнинг уринмаси бўйлаб йўналгандир. Қаттиқ жисмнинг ҳаракати вақтда жисмдаги ҳар қандай тўғри чизиқ тўғри чизиқлигича қолади. Берилган моментда А нуқта кузғалмас бўлгани учун шу моментда у  $\vec{V}_B$  тезликнинг катталиги В нуқтадан А нуқтага ча бўлган АВ масофага пропорционалдир. Шуларнинг ҳаммасига асосланиб айтиш мумкинки. Жисмда тезликларнинг берилган вақт моментидаги оний таксимоти А нуқта ҳамма ўтувчи кузғалмас ўқ атрофида айланиш вақтидаги таксимотидек бўлади. Бу ҳолда жисмнинг ҳаракати оний айланиш деб аталади. Вақтнинг берилган моментида тезлиги нолга тенг бўлган нуқталар ҳамма ўтувчи Тўғри чизиқ оний айланиш



ўқи деб юритилади.

### Назорат топшириқлари. Б. Блум таксономияси. Категория.

1. Қаттиқ жисмнинг илгариланма ва айланма ҳаракатини тушунтиринг.
2. Қаттиқ жисмнинг ҳаракат ва мувозанат тенгламаларини ёзинг.
3. Оний айланиш ўқини тушунтиринг.
4. Тезликлар таксимоти қандай бўлади.
5. Айланма ҳаракат қилаётган қаттиқ жисмнинг тезланиши қандай йўналган бўлади.

### 2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:

1. Қаттиқ жисмнинг ҳаракат тенгламалари.

[1] 228-230

[2] 178-180

2. Оний айланиш ўқи.

[1] 232-234

### 3-асосий савол: Бурчак тезлик вектор катталиқдир.

#### 3-асосий саволнинг мақсади:

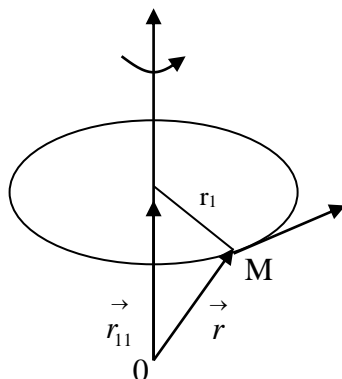
- А. Бурчак тезликни вектор катталиқ эканлигини кўрсатиш.
- Б. Айланишларни кўшишни ва Эйлер теоремасини тушунтириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Бурчак тезликни билади.
2. Бурчак тезлик вектор эканлигини исботлай олади.
3. Айланишларни кўшишни тушунади.
4. Айланишларнинг кўшилиш тенгламасини ёза олади.
5. Эйлер теоремасини таърифини билади.

#### 3-асосий саволнинг баёни:

Фараз қилайлик, Қаттиқ жисм кузғалмас ёки оний ОА ўқ атрофида бурчак тезлик билан айланаётган бўлсин. Шу жисмнинг айланиш ўқидан Масофадаги бирор ихтиёий М нуқтани оламиз.



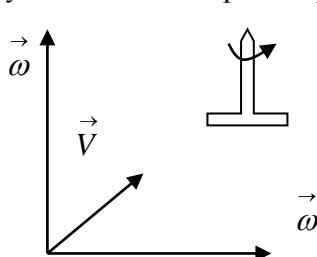
Бу М нуқтанинг чизикли тезлиги ва бурчак тезлиги қуйидаги муносабат орқали боғланган, яъни

$$V = \omega \cdot r_{\perp} \quad (1)$$

Қуйдаги вектор кўпайтма билан аниқланадиган  $\vec{\omega}$  векторни киритамиз

$$\vec{\omega} = \frac{[\vec{r}_{\perp} \cdot \vec{V}]}{r_{\perp}^2} \quad (2)$$

бунда  $\vec{r}_{\perp}$  айланиш ўқидан М нуқтага, айланиш ўқига перпендикуляр ўтказилган радиус вектордир.  $\vec{\omega}$  Векторнинг уз унлиги сон жиҳатдан айланишнинг бурчак тезлигига тенг, йуналиши эса айланиш ўқининг йуналиши билан бир хилдир.



Бу уч вектор яъни  $\vec{\omega}$ ,  $\vec{r}_{\perp}$  ва  $\vec{V}$  узаро перпендикуляр. Расмдан кўринадики

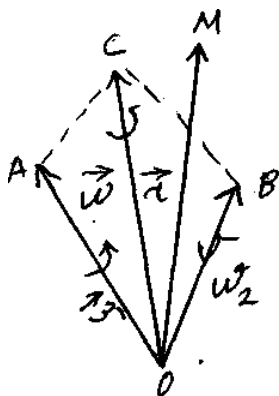
$$\vec{V} = [\vec{\omega} \cdot \vec{r}_{\perp}] \quad (3)$$

$r \perp$

Бу формула  $\vec{V}$  тезликнинг фақат катталигинигина эмас, балки унинг йуналишини ҳам аниқлайди, шунинг учун бу формула (1) формуланинг умумлашмасидир.  $\vec{\omega}$  Вектор бурчак тезлик вектори, ёки тўғридан тўғри айланишнинг бурчак тезлиги деб аталади. Шундай қилиб, бурчак тезликни вектор деб қараш мумкин. Агар ўнг резбали пармага айланиш ўқиға параллел қилиб жойлаштирилса, ва у жисм айланаётган томонга айлантирилса, парманинг силжиш йуналишининг йуналишини кўрсатади. (3) формулани умумийроқ ва қулайроқ кўринишга келтириш мумкин айланиш ўқида ётган ихтиёрий О нуктани координаталар боши учун қабул қиламиз. У ҳолда шу координаталар бошидан М нуктага қараб ўтказилган радиус вектори  $\vec{r} = \vec{r}_{11} + \vec{r}_{\perp}$  вектор йиғинди курунишда ифодалаш мумкин.

$[\vec{\omega} \cdot \vec{r}_{11}] = 0$  бўлгани сабабли (3) ўрнига қуйидаги умумий рок формулани ёзиш мумкин.

$$\vec{V} = [\vec{\omega} \cdot \vec{r}] \quad (4)$$



Энди айланишларнинг қушилиши деган тушунчани киритамиз. Ҳар қандай векторлар каби, бурчак тезлик векторлари устида ҳам ҳамма математик амалларни бажариш мумкин. Чунончи,  $\omega_1$  ва  $\omega_2$  векторларни параллелограм қондаси бўйича математик қушилишни критиш мумкин. Фараз қилайлик, жисм бирор О А ўқ атрофида бурчак тезлик билан айланаётган бўлсин. О А ўқнинг узи ҳам, уз навбатида бошқа бир ОВ ўқ атрофида  $\omega_2$  бурчак тезлик билан айланаётган бўлсин. Қаттиқ жисмнинг радиус вектори  $\vec{r}$  бўлган ихтиёрий М нуктаси биринчи айланиш натижасида (ОА ўқ атрофида)  $\vec{V}_1 = [\vec{\omega}_1 \cdot \vec{r}]$  чизиқли тезлик олади, иккинчи айланиши натижасида эса (ОВ ўқ атрофида)  $\vec{V}_2 = [\vec{\omega}_2 \cdot \vec{r}]$  чизиқли тезлик олади.

Натижавий чизиқли тезлик

$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 = [(\omega_1 + \omega_2) \cdot \vec{r}]$$

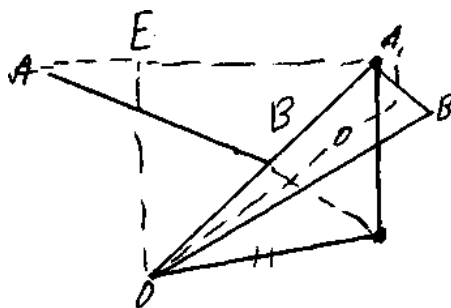
бўлади. Агар  $\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2$  киритилса (5)

$$\vec{V} = [\vec{\omega} \cdot \vec{r}] \quad (6)$$

### Эйлер теоремаси. Қаттиқ жисмнинг умумий ҳаракати.

Қаттиқ жисмнинг Теки с ҳаракатини, яъни ҳамма нукталари битта Теки сликка параллел кўчадиган ҳаракатини текшираамиз. Жисмни ясси жисм деб қараймиз.

Ясси жисмнинг вазияти ихтиёрий икки нуктасининг урни орқали бир қийматли аниқланади. Шунинг учун ясси жисмдаги битта ихтиёрий тугри чизик нинг ҳаракатини текшириш кифоядир. Фараз қилайк Қаттиқ жисмда ихтиёрий танлаб олинган ўша тўғри чизик АВ вазиятдан  $A_1B_1$  вазиятга ўтган бўлсин. А, нуктани  $A_1$  нукта билан, В нуктани эса  $B_1$  нукта билан туташтираамиз.  $AA_1$  ни  $BB_1$  кесмаларнинг ўртасидан ОЕ ва ДО перпендикуляр чизиклар ўтказамиз. АВ тўғри чизик ни О нукта атрофида айлантириш билан  $A_1B_1$  вазиятга ўтказиш мумкинлигини исбот қиламиз.



Дарҳақиқат О нукта А ва А нукталардан, шунингдек В ва В нукталардан тенг уз оклашгандир. Шу сабабли АВ туғри чизикни О нукта атрофида шундай буриш мумкинки, натижада А нукта А нукта устига тушсин. Бунинг натижасида В нукта ҳам В нукта устига келиб тушишини исбот қиламиз. Буни исбот қилиш учун В нукта В<sub>1</sub> нукта устига тушмади, у В<sub>2</sub> вазиятни эгаллади деб фараз қиламиз. Равшанки, бу ҳолда В нуктанинг О нуктагача масофаси В нуктанинг О нуктагача масофасига текнг булади, шу сабабли ОВ<sub>1</sub>=ОВ<sub>2</sub>. Бундан ташқари ОА<sub>1</sub>В<sub>1</sub> ва ОА<sub>1</sub>В<sub>2</sub> учбурчакларда ОА<sub>1</sub> томон умумий А<sub>1</sub>В<sub>1</sub> ва А<sub>1</sub>В<sub>2</sub> томонлар эса узаро тенг. Бинобарин ОА<sub>1</sub>В<sub>1</sub> ва ОА<sub>1</sub>В<sub>2</sub> учбурчаклар узаро тенг.

Бундан  $\angle O A_1 B_1 = \angle O A_1 B_2$  ва шунинг учун В<sub>2</sub> нукта В<sub>1</sub> нукта билан устма-уст тушиши керак деган хулосага келамиз.

Шундай қилиб, Текис ҳаракат вақтида қаттиқ жисм исталган вазиятдан бошқа бир ихтиёрий вазиятга бирор ўқ атрофида буриш билан утказилиши мумкин. Бу фикр Эйлер теоремасининг хусусий ҳолидир.

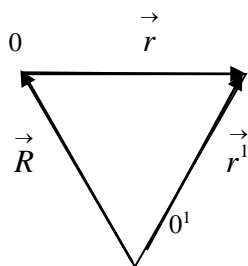
Эйлер теоремасига кўра, битта кузгалмас нуктаси бўлган қаттиқ жисмни ихтёрий бир вазиятдан бошқа ихтиёрий вазиятга шу кузгалмас нуктадан ўтувчи бирор ўқ атрофида айлантириш билан ўтказиш мумкин.

Теки с ҳаракат учун мос теорема қандай исбот килинган бўлса, Эйлер теоремаси ҳам худди шундай исботқилинади.

Теки с ҳаркат холидаги каби мулоҳазалар ёрдамида Эйлер теоремасидан қуйидаги хулосани келтириб чиқариш мумкин. Битта кузгалмас нуктаси бўлган қаттиқ жисмнинг ихтиёрий ҳаракатини шу кузгалмас нукта орқали ўтувчи оний ўқ атрофида айланишдан иборат деб қараш мумкин. Вақт ўтиши билан бу оний ўқ умуман айтганда жисмда ҳам, фазода ҳам уз луксиз силжиб боради.

Энди Қаттиқ жисм ҳаракатининг энг умумий холини қараб чиқайлик. Жисмда ихтиёрий О нуктани танлаб олайлик. Қаттиқ жисмнинг ҳар қандай ҳаракатини О нуктанинг тезлигига тенг  $\vec{V}_0$  тезлик билан амалага ошаётган илгариланма ҳаракатга ва О нукта орқали ўтувчи оний ўқ атрофида айланма ҳаркатга ажратиш мумкин. Қаттиқ жисмнинг ихтиреий А нуктанинг тезлиги

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + [\vec{\omega} \cdot \vec{r}] \quad (1)$$



бундаги  $\vec{r}$  - радиус вектор, у О нуктадан А нуктага қаратиб ўтказилган, илгариланма ҳаракатнинг  $\vec{V}_0$  тезлиги О нуктанинг танланишига боғлиқ. Жисмнинг бошқа ихтиёрий О нуктасини танлаб оламиз ва қаттиқ жисмнинг унга нисбатан айланишини текшираамиз. Унга тегишли айланиш бурчак тезлигини  $\vec{\omega}^1$  орқали белгилаймиз. У ҳолда илгариги А нуктанинг  $\vec{V}$  тезлигини бошқача кўринишда ёзиш мумкин.

$$\vec{V} = \vec{V}_{0^1} + [\vec{\omega}^1 \cdot \vec{r}^1]$$

Суз айнан бир нуктанинг тезлиги ҳақида бораётгани учун бу катталиқ (1) билан бирдай булиши керак.

$$\vec{V}_0 + [\vec{\omega} \cdot \vec{r}] = \vec{V}_{0^1} + [\vec{\omega}^1 \cdot \vec{r}^1]$$

Бунга  $\vec{r}^1 = \vec{r} + \vec{R}$  ифодани қуямиз.

Бундан ташқари О нуктанинг тезлигига унинг атрофида бурчак тезлик билан айланиш тезлигини қушиб О нуктанинг тезлигини ҳосил қилиш мумкинлигини, яъни

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_{0^1} + [\vec{\omega} \cdot \vec{R}]$$

Натижада

$$\vec{V}_{0^1} + [\vec{\omega}^1 \cdot \vec{R}] + [\vec{\omega} \cdot \vec{r}] = \vec{V}_{0^1} + [\vec{\omega}^1 (\vec{r} + \vec{R})]$$

ёки

$$[\vec{\omega} \cdot \vec{r}] = [\vec{\omega}^1 \cdot \vec{r}]$$

келиб чиқади. Бу ердаги  $\vec{r}$  ихтёрий вектор бўлгани учун қуйидаги хулоса келиб чиқади.

$$\vec{\omega} = \vec{\omega}^1$$

Фараз қилайлик, қаттиқ жисм қушғалмас нукта атрофида айланаётган бўлсин. Бундай жисмнинг кинетик энергияси қуйидагига тенг бўлиши равшан.

$$k = \frac{1}{2} \int V^2 dm$$

$$\vec{V} = [\vec{\omega} \cdot \vec{r}]$$

Формуладан фойдаланиб  $V^2 = (\vec{V} \cdot \vec{V}) = [\vec{\omega} \cdot \vec{r}] \vec{V}$  жисмнинг ҳамма нукталари учун бир хил бўлганлиги сабабли

$$k = \frac{1}{2} \omega \int [\vec{r} \cdot \vec{V}] dm \quad (2)$$

$$k = \frac{1}{2} (\vec{L} \cdot \vec{\omega})$$

Бу ерда  $\vec{L}$  - жисмнинг О нуктага нисбатан импульс моментиدير.

$$L = L_x = I\omega$$

I-нуктанинг айланиш ўқиға нисбатан инерция моментиدير. Шундай қилиб (2) формула

$$K = \frac{1}{2} L_x \omega = \frac{1}{2} I \omega^2 \text{ кўринишга ўтади.}$$

**Назорат топшириқлари. Б. Блум таксономияси. Категория.**

1. Чизиқ ли тезлик билан бурчак тезлик орасидаги боғланиш ёзинг.
2. Тезланиш бурчак тезлик билан қандай боғланиш.
3. Эйлер теоремасини таърифланг.
4. Қушғалмас нукта атрофида ҳаракатланаётган Қаттиқ жисмнинг кинетик энергиясини ёзинг.
5. Кинетик энергия билан импульс моменти орасидаги боғланишни кўрсатинг.

**3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Бурчак тезлик вектор катталиқ. [1] 235-243
2. Эйлер теоремаси. [1] 245-249

**Адабиетлар:**

1. Д. В. Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Т. Ўқ. 1981 и.
2. С. П. Стрелков. Механика. Наука. М. 1975 г.
- 27 3. С. Э. Хайкин. Физические основ Механики. Наука. М. 1971 г.

**Қаттиқ жисм кинематикаси.мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг  
ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ**

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Эркинлик даражалари ва умумлашган координаталарни тушунтириш. Б. Идеал қаттиқ жисмнинг эркинлик даражаларини аниқлаш . <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Эркинлик даражаларини тушунади. 2. Умумлашган координаталарни билади. 3. Идеал Қаттиқ жисмнинг эркинлик даражаларини ҳисоблай олади. 4. Қаттиқ жисмнинг таърифини билади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Координаталар, умумлашган координаталар, Поляр координаталар, бурчак тезлик, оний айланиш ўқи, Илгариланма ҳаракат, идеал қаттиқ жисм, вектор, Кўчиш, қўзғалмас ўқ, радиус вектор. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунинг қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Қаттиқ жисмнинг илгариланма ва айланма ҳаракатини тушунтиринг. 2. Қаттиқ жисмнинг ҳаракат ва мувозанат тенгламаларини ёзинг. 3. Оний айланиш ўқини тушунтиринг. 4. Тезликлар тақсимооти қандай бўлади. 5. Айланма ҳаракат қилаётган қаттиқ жисмнинг тезланиши қандай йўналган бўлади.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## № 2 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Максвелл маятниги тебраниш қонунларини ўрганиш.

**Ишдан мақсад:** Энергиянинг сақланиш қонунини ўрганиш ва ундан фойдаланиб халқнинг инерция моментини аниқлаш.

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Қаттиқ жисмларнинг мувозанат вазияти атрофидаги ҳаракатга яққол мисол Максвелл маятнигининг ҳаракатидир.

Максвелл маятниги R радиуси металл диск ва унинг марказидан ўтган металл стержендан иборат бўлиб, у қўзғалмас ингичка штативга осилган. Агар маятник стерженига ипни ўраб, юқори ҳолатга чиқариб, қўйиб юборсак оғирлик кучи таъсирида пастга томон илгариланма ва ўз ўқи атрофида айланма ҳаракат қилади. Айланма ҳаракат энг пастки нуқта да ўзининг энг катта қийматига эришади ва инерция туфайли яна юқорига ҳаракатланади. Кейин бу ҳаракат секинланиб тўхтади ва яна пастга ҳаракатланади. Шу тариқа пастга ва юқорига ҳаракат тебранма ҳаракатни ҳарактерлайди.

Бу ҳаракатни вужудга келтирувчи осилмага Максвелл маятниги деб аталади.

Максвелл маятнигининг ҳаракат тенгламаси қуйидаги ча:

$$ma = mg - 2T \quad (1)$$

$$I\varepsilon = 2rT \quad (2)$$

$$a = r\varepsilon \quad (3)$$

Бу формулаларда

m-маятник массаси ;  
 I- маятник инерция моменти ;  
 r- стерженнинг радиуси;  
 T- битта ипнинг таранглик кучи;  
 a-маятник марказининг илгариланма ҳаракат тезланиши;  
 $\varepsilon$  - маятникнинг бурчак тезланиши;  
 g- эркин тушиш тезланиши.

(1), (2) ва (3) тенгламалардан

$$a = \frac{g}{1 + \frac{I}{mr^2}} \quad (4)$$

$R \gg r$  ва  $a \ll g$  бўлган ҳолда (1) ни қуйидаги ча ёзиш мумкин:

$$2T = m(g - a) \quad (5)$$

Маятникнинг пастга томон ҳаракати текис тезланувчан бўлганлиги учун

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad (6)$$

t- маятникнинг тушиш вақти;

h –баландлик.

(4) формуладан

$$I = mr^2 \left( \frac{g}{a} - 1 \right) \quad (7)$$

Агар (6) ни ҳисобга олсак,

$$I = \frac{1}{h} md^2 \left( \frac{gt^2}{2h} - 1 \right) \quad (8)$$

(8) формуладаги d, t, h, m ларни тажрибада ўлчаб йўли билан инерция моментини аниқлаш мумкин.

#### Асбобнинг тузилиши

Максвелл маятникнинг умумий кўриниши 6-расмда келтирилган. Асбобнинг асосида (1) таянчлар (2) ўрнатилган бўлиб, улар ёрдамида асбобни горизонтал вазиятда жойлаштириш мумкин. Асосига кранштейн (4) маҳкамланган. Кранштейннинг юқори (5) ва пастки (6) қисмларида фотоэлектрик датчиклар (7,10) ўрнатилган. Улар ёрдамида маятникнинг юқориги ва пастки вазиятлари қайд қилинади. Кранштейннинг юқориги қисмига R-радиусли металл диск ва унинг марказидан ўтган металл стержендан (8) иборат маятник (9) симметрик равишда чўзилмас, ингички иплар ёрдамида осилган.

Маятникнинг узунлиги кранштейнга ўрнатилган миллиметрли линейка ёрдамида аниқланади. Маятник юқориги ҳолатда электромагнит (2) ёрдамида аниқлаб турилади. «Пуск» тугмачасининг босилиши билан электромагнит маятникни қўйиб юборади ва маятникнинг пастга томон ҳаракати бошланади. Ҳаракатнинг бошланганлигини юқоридаги фотоэлектрик датчик (10) қайд қилади ва электросекундомерни (3) ишга туширади. Электросекундомер асбоб асосига маҳкамланган.

#### Ишни бажариш тартиби

-Асбобни электр тармоғига улаб, электросекундомернинг ишлаши текширилади. Бунинг учун «пуск» тугмачасини босиб, секундомернинг ишлаётганлигига қаноат ҳосил қилиш керак.

-Маятник ўзи осилган ипга ўралиб, сўнг юқориги ҳолатга чиқарилади ва электромагнит ёрдамида маҳкамланади.

-«Сброс» тугмаси босилиб, электросекундомер таблосида «ноль» сонлари ҳосил қилинади.

-«Пуск» тугмаси босилади. Маятник ҳаракатга келиб, унинг тушиш вақти электросекундомер ёрдамида ўлчаб борилади. Тажриба камида 5 марта қайтарилиб, тушиш вақтининг ўртача қиймати аниқланади.

-Кранштейнга ўрнатилган миллиметрли шкаладан маятник узунлиги ўлчанади.

-Штангенциркуль ёрдамида маятник ўқининг ва дискнинг диаметрлари ўлчанади.

-Маятникнинг массаси тарозида тортиб олинади.

-Ўлчанган барча катталиклар (8) формулага қўйилади ва маятникнинг инерция моменти аниқланади.

#### Тажрибадаги хатоликларни аниқлаш

Тажрибадаги хатолик қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\delta = \frac{|I - I_n|}{I_n} 100\% \quad (9)$$

Бу ерда

$I$ -тажриба йўли билан аниқланган маятникнинг инерция моменти;

$I_n$ - назарий йўл билан аниқланган инерция моменти

$$I_n = I_y + I_D + I_x \quad (10);$$

$I_y$ -ўқнинг инерция моменти;

$I_D$ -дискнинг инерция моменти;

$I_x$ - халқанинг инерция моменти .

(10) да мос равишда

$$I_y = \frac{1}{8} m_y D_y^2$$

$$I_D = \frac{1}{8} m_D (D_D^2 + D_x^2) \quad (11)$$

$$I_x = \frac{1}{8} m_x (D_x^2 + D_y^2)$$

(9) формула билан аниқланган хатолик 8% дан ошмаслиги керак.

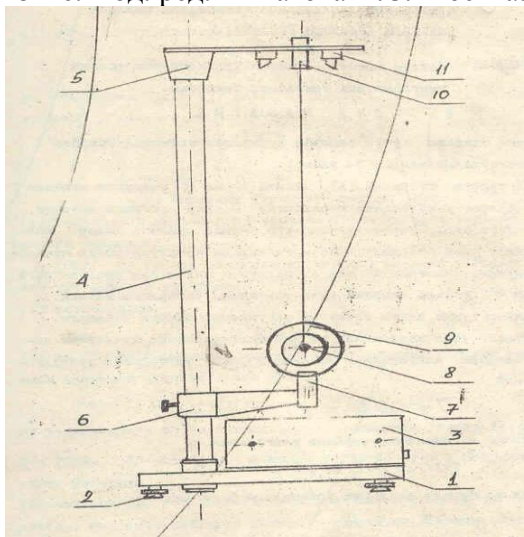
№	$m$	$d$	$G$	$T$	$H$	$A$	$I$	$I_{ypt}$	$\Delta I_{ypt}$	$N = \frac{\Delta I_{ypt}}{I_{ypt}} \cdot 100\%$
1										
2										

### Синов саволлари

1. Жисмларнинг инерция моменти. Ўлчов бирликлари.
2. Ишчи формулани исботлаш.
3. Ишни бажариш тартиби.
4. Баъзи жисмларнинг инерция моментлари (диск, стержень, халқа.)

### Адабиётлар

1. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности» Москва: «Высшая школа» 1990.
2. Савельев И.В. «Умный физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1978.
3. Стрельков С.П. «Механика» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
4. Иверонова В.И. «Физикадан практикум» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1973.
5. Назиров. Э.А. ва бошқалар «Механика ва молекуляр физикадан практикум». Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1979.
6. Тожиев. А. «Физикадан лаборатория ишлари». Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1983.
7. Лабораторный практикум по физике. Под. ред. Ахматова А.С. Москва: «Высшая школа» 1980.



6-расм

#### 4-МАВЗУ: ГАЛИЛЕЙ АЛМАШТИРИШЛАРИ.

##### Маърузанинг режаси:

1. Инерциал ва ноинерциал санок системаси.
2. Галилейнинг нисбийлик принципи.
3. Тезликларни қўшиш.

##### Таянч суз ва иборалар:

Санок системаси	инерциал	қузғалмас санок система
Ноинерциал	инвариант	куз галувчан санок система
Радиус вектор	координата	тезликларни қўшиш
Вариант	тезланиш	нисбийлик тамойили
Масса	тезлик	тезликларни қўшиш
Куч	вақт	Галилей алмаштиришлари
Штрихланган	штрихланмаган	дифференциал тенгламалар

##### Мавзуга оид муаммолар

1. Галилей алмаштиришлари.
2. Тезликларни қўшишни классик қонуни.
3. Инвариантлик принципи.
4. Классик механиканинг қўлланиш чегараси.

##### 1-асосий савол: Инерциал ва ноинерциал санок системаси.

##### 1-асосий саволнинг мақсади:

- А. Инерциал қонуни ни системасини тушунтириш.
- Б. Ноинерциал қонуни ни системасини тушунтириш.

##### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Санок системасини билади.
2. Инерциал санок системасига таъриф бера олади.
3. Инерция қонуни ни таърифлай билади.
4. Гелиоцентрик ва Коперник системасини тушунади.

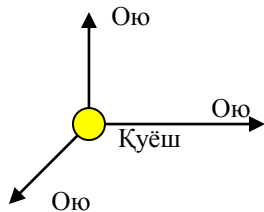
##### 1-асосий саволнинг баёни:

Кинематикада қонунини системасини танлаш муҳим эмас эди. Барча санок системалари кинематик эквивалент ҳисобланади. Динамикада ахвол бундай эмас. Инерция қонуни нинг ўзи санок системасини танлаш ҳақидаги масалани кундаланг қилиб қуйади. Айни бир ҳаракатнинг ўзи турли санок системаларида турлича бўлади. Агар бирор санок системада жисм тугри чизиқли ва Теки с ҳаракат қилаётган бўлса, биринчи санок системасига нисбатан тезланишли ҳаракат қилаётган системада эса бундай бўлиши мумкин эмас.

Бундан шундай хулоса келтиб чиқадики, инерция қонуни барча санок ситемаларида ўринли эмас. Классик Механика таърифлаган постулотга асосан шундай Санок системаси мавжудки, унда барча эркин жисмлар тўғри чизиқли Теки с ҳаракат қилади. Бундай система *инерциал санок системаси* деб аталади. Инерция қонуни нинг мазмуни аслида, ҳеч бўлмаганда битта инерциал Санок системаси мавжуд, деган фикрга олиб келади. Бу фикр жуда кўп сондаги тажриба фактларининг умумлашмаси ҳисобланади. Худди шундай қайси санок системалари инерциал қайсилари эса ноинерциал эканлигини фақат тажриба йули билан аниқлаш мумкин. Айтайлик, масалан гап Коинотнинг биз куз атишимиз мумкин бўлган соҳасидаги юлдузлари ва бошқа астраномик объектларнинг ҳаракати ҳақида бораётган бўлсин. У вақтда Ер қузғалмас деб қабул қилинган санок системаси ( бундай системани биз ер системаси деб атаймиз) инерциал бўлмайди дейишимиз мумкин. Ҳақиқатдан ҳам бундай системада юлдуз лар осмон куррасида суткалик айланма ҳаракат қилади. Юлдуз ларгача бўлган масофалар жуда ҳам катта бўлганлигидан ерга қараб йўналган жуда катта марказга интилма тезланиш юзага келади. Шу билан бирга ҳар бир юлдуз бошқа осмон жисмларидан ҳаддан ташқари уз оқда бўлганлиги сабабли улар деярли эркин ҳисобланади. Юлдуз ларнинг Ер санок системасидаги эркин ҳаракати тўғри чизиқ бўйича эмас балки айлана бўйича содир бўлади. Бу ҳаракат инерция



қонунига бўйсунмайди. Шунинг учун Ер санок системаси инерциал бўлмайди.



Коперник системаси бу ситема боши Қуёш марказида жойлашган координаталар системаси бўлиб, координата ўқ лари учта уз окда жойлашган ва битта Теки слиқда ётмайдиган юлдуз ларга қараб йўналган тўғри чизик лардан иборат.

Коперник ситемасини агар юлдуз лар орасидаги масофа қаралаётган системага нисбатан кичик бўлса, инерциал деб олишимиз мумкин.

### Муҳокама учун саволлар

1. Галилей алмаштиришларини тушунтиринг.
2. Тезликларни кушишни классик қонуни қандай?
3. Инвариантлик нима?
4. Классик механика қайси соҳаларда тугри бўлади?
5. Галилейнинг нисбийлик принципини тушунтиринг.
6. Нисбийлик принципи амалда нимада намоён бўлади?
7. Ёруғлик тезлиги қандай тезлик?
8. Классик механика XX асрда бошларига келиб қайси тажрибаларни баҳолай олмади?
9. Релятивистик ҳодисалар деб қандай ҳодисаларга айтилади?
10. Классик механика қонунларини қандай жисмларга қўллай бўлмайди?

### Назорат топшириқлари Б. Блум таксомониясси. Категория.

1. Санок системасига таъриф беринг.
2. Инерция санок системасини таърифланг.
3. Инерциал санок системасидан ноинерциал санок системасининг фарқини айтиб беринг.
4. Инерция қонунини таърифлаб беринг.
5. Қандай система Гелиоцентрик система дейилади.

### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Инерциал санок системаси.
  - (1) 61-64 бетлар.
  - (2) 150-152 бетлар.
2. Ноинерциал санок системаси.
  - (1) 335-345 бетлар.
  - (2) 152- 155 бетлар.

### 2-асосий савол : Галилейнинг нисбийлик принципи.

#### 2-асосий саволнинг мақсади :

- А. Нисбийлик принципини тушунтириш.
- Б. Алмаштириш инвариант эканлигини қурсатиш.

#### Идентив ўқув мақсадлари :

1. Нисбийлик принципини таърифлай олади.
2. Алмаштириш тенгламалари ёза олади.
3. Тесқари алмаштириш формулаларини ёзади.
4. Ньютон механикасининг тенгламалари Галилей алмаштиришларига нисбатан инвариант эканлигини билади.
5. Вариант ва инвариант катталикларининг таърифини билади.

## 2-асосий савонинг баёни :

Ньютоннинг иккинчи қонуни ифодолочи

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (1)$$

тенглама бу қонуннинг исталган санок системасида уринли була олмаслигини аниқ кўрсатади. Ҳақиқатдан ҳам, умуман  $\vec{a}$  тезланиш бир-бирига нисбатан тезланиш билан ҳаракатланадиган турли санок системаларида

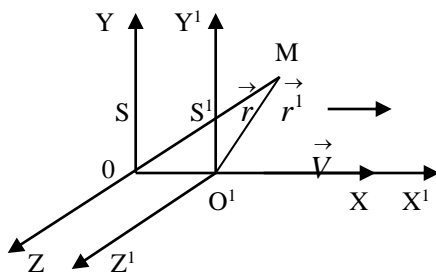
турлича қийматларга эга бўлади.  $\vec{F}$  куч эса санок системасини танлашга боғлиқ бўлмайди, чунки у фақат системага кирган моддий нукталарнинг узаро жойлашиши ва нисбий тезликлари билан аниқланади, бу катталиклар эса норелятивистик кинематикага асосан

санок системасининг танланишига боғлиқ эмас. Бу ердан агар Ньютоннинг иккинчи қонуни бирор санок системада уринли бўлса, у шу санок системага нисбатан тезланиш билан ҳаракатланаётган бошқа санок системада уринли бўлмайди, деган хулоса келиб чиқади. S Санок системасини инерциал санок системаси деб

фараз қилайлик. Биринчи санок системага нисбатан  $\vec{V}$  узгармас тезлик билан илгариланма ҳаракат қилаётган  $S^1$  санок системани қараб чиқамиз. Моддий нуктанинг бу системалардан биридаги, масалан S системадаги ҳаракати маълум бўлсин. Шу нуктанинг  $S^1$  системасидаги ҳаракати қандай топилади. Масала норелятивистик қўйилганда ситемада ҳаракатланаётган нуктанинг  $x^1, y^1, z^1$  кординаталари унинг айна бир вақт моментидаги S системадаги  $x, y, z$  координаталарини орқали ифодолочи формулаларнинг топишига келтирилади. Координата бошини ва координата ўқларининг йуналишини S системасида қандай бўлса,  $S^1$  системада ҳам шундай ихтиёрий танлаш мумкин.

Соддалик учун  $X^1 Y^1 Z^1$

Координата ўқлари  $X Y Z$  координата ўқларига мос равишда параллел ва бошланғич  $t=0$  вақт моментида  $O^1$  координата боши O координата боши билан устма-уст тушади деб қабул қилиш мумкин.



Бундан ташқари  $\vec{V}$  тезлик  $X$  ўқиға параллел деб ҳисоблаш мумкин. Бундай шароитда  $X^1$  ўқи доим  $X$  ўқи билан устма-уст тушади. Ҳаракатдаги нукта  $t$  вақт моментида M ҳолатда бўлсин.

У вақтда  $\vec{OM} = \vec{O^1M} + \vec{OO^1}$  S системанинг координата боши  $t$  вақтда O ҳолатидан  $O^1$  ҳолатга ўтади.

$$\vec{r} = \vec{r^1} + \vec{V} \cdot t^1 \quad t=t^1 \quad (2)$$

Бу ерда  $\vec{r} = \vec{OM}$   $\vec{r^1} = \vec{O^1M}$  ҳаракатдаги нуктанинг мос равишда S ва  $S^1$  системалардаги радиус векторлари (2) нинг координата ўқларига проекцияларини ёзамиз.

$$x = x^1 + Vt^1 \quad y=y^1 \quad z=z^1 \quad t=t^1 \quad (3)$$

Тескари алмаштириш формулалари.

$$\vec{r^1} = \vec{r} - \vec{V} t \quad t=t^1 \quad (4)$$

кўринишда ёки координаталар орқали ёзилса

$$x^1 = x - Vt \quad y^1 = y \quad z^1 = z \quad t^1 = t \quad (5)$$

кўринишда бўлади. Бўлар Галилей алмаштиришлари деб аталади. «Сёки н ҳаракатларни» ( $v^2/c^2 \ll 1$ ) ўрганишда Галилей алмаштиришларидан фойдаланиш мумкин. «Тез ҳаракатлар» учун бундай қилиш мумкин эмас.

**Назорат топшириқлари. Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Нисбийлик принципини тушунтиринг.

2. Галилейнинг нисбийлик принципи билан Эйнштейннинг нисбийлик принципи орасида фарқ борми?
3. Координаталарни алмаштириш тенгламаларини ёзинг.
4. Тезланиш, куч Галилей алмаштиришига нисбатан инвариантми.
5. Вариант ва инвариант катталикларини таърифланг.

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Галилейнинг нисбийлик принципи.

- (1) 88-90 бетлар.
- (2) 510-511 бетлар.

2. Галилейнинг алмаштиришлари.

- (1) 89-96 бетлар.
- (2) 511-512 бетлар.

**3-асосий савол : Тезликларни қўшиш.**

**3-асосий саволнинг мақсади :**

А. Тезликларни қўшиш тенгламасини тушунтириш.

**Идентификатор мақсадлари:**

1. Галилей алмаштиришларини билади.
2. Тезликларни қўшиш тенгламасини ёзади.
3. Тезликларнинг инвариант эканлигини билади.
4. Ҳаракат микдорининг алмаштириш тенгламаларини билади.
5. Энергиянинг сақланиш қонуни инвариант эканлигини билади.

**3-Асосий саволнинг баёни:**

(2) ни  $t$  вақт бўйича дифференциаллаб.

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}'}{dt} + \vec{V} = \frac{d\vec{r}'}{dt} + \vec{V}'$$

ёки

$$\vec{V} = \vec{V}' + \vec{V}'$$

бу ерда  $\vec{V}$  - нуктанинг  $S$  системадаги  $\vec{V}'$  -эса  $S'$  даги тезлиги. Бу формула тезликларни қўшишнинг норелятивистик қонунини ифодалайди. Бу ерда  $\vec{V}$  тезлик уз гармас деб тахмин килинган ҳолда келтириб чиқарилган.

$\vec{V} = \text{const}$  деб ҳисоблаб формулами иккинчи марта дифференциаллаб

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d\vec{V}'}{dt} = \frac{d\vec{V}'}{dt}$$

ёки

$$\vec{a} = \vec{a}' \quad (7)$$

Демак, тезланиш иккала санок системада бир хил. Тезланиш Галилей алмаштиришларига нисбатан инвариант дейилади.

Эркин моддий нукта  $S$  системадан, у инерциал система деб таҳлил қилганидан, тезланишсиз ҳаракат қилади. (7) формула нуктанинг  $S'$  ги ҳаракати ҳам тезланишсиз булишини кўрсатади.

Демак  $S'$  система ҳам инерциал санок системаси ҳисобланади. Шундай қилиб, инерциал санок системасига нисбатан тугри чиқиқ ли ва Текис ҳаракатланадиган санок системасини узи ҳам инерциал санок системаси ҳисобланади.

$\vec{F} = \vec{F}'$  дан куч Галилей алмаштиришларига нисбатан инвариантдир. Тезланиш ҳам инвариант бўлганидан (1) тенгламадан

$$\vec{F}' = m \vec{a}'$$

Шундай қилиб, Ньютон механикасининг тенгламалари Галилей алмаштиришларига

нисбатан инвариантдир. Бу Галилейнинг нисбийлик принципи деб аталади.

**Назарий юнштириллар Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Галилей алмаштиришларни ифодаланг.

2. Тезликларни қўшиш тенгламасини ёзинг.

3.15 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган электро поезддаги йуловчи карама-қарши йуналишда ҳаракатланаётган уз унлиги 210м бўлган поезд унинг ёнидан 6,0 с ичида ўтиб кетганини аниқлади. Шу поезднинг тезлигини топинг.

4. Агар бир йуналишда ҳаракатланганда пиёда ҳар минутда велосипедчидан  $S_1=210$  м ортда қолиб карама-қарши йуналишда ўша тезликлар билан ҳаракатланганда эса ҳар 2 минутда улар орасидаги масофа  $S_2=780$  м га камайса, велосипедчи ва пиёданинг тезликларини аниқланг.

**3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Галилейнинг нисбийлик принципи.

(1) 88-90 бетлар

(2) 511-612 бетлар

(3) 224-232 бетлар.

2. Импульс ва энергиянинг сақланиш қонунининг инвариантлиги.

(2) 512-514 бетлар.

(3) 233-235 бетлар.

#### Адабиётлар:

1.Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981 й

2. С. П. Стрелков. Обий курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.

3.С.Э.Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука.1971 г.

#### Галилей алмаштиришлари мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажарилаётган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Инерциал қонуни ни системасини тушунтириш. Б. Ноинерциал қонуни ни системасини тушунтириш. <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Санок системасини билади. 2. Инерциал санок системасига таъриф бера олади. 3. Инерция қонуни ни таърифлай билади. 4. Гелиоцентрик ва Коперник системасини тушунади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Санок системаси, инерциал, кузғалмас санок система, Ноинерциал, инвариант кузгалувчан санок система, Радиус вектор, координата тезликларни қўшиш, Вариант тезланиш, нисбийлик. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзуни қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Нисбийлик принципини тушунтиринг. 2.Галилейнинг нисбийлик принципи билан Эйнштейннинг нисбийлик принципи орасида фарқ борми? 3. Координаталарни алмаштириш тенгламаларини ёзинг. 4. Тезланиш, куч Галилей алмаштиришига нисбатан инвариантми.	Ўқитувчи талаба	

	5. Вариант ва инвариант катталикларини таърифланг.		
5-босқич	<b>Яқуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>• Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>• Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 5-МАВЗУ: МОДДИЙ НУҚТА ДИНАМИКАСИ.

### Маърузанинг режаси:

1. Ньютоннинг 1-қонуни.
2. Масса. Импульснинг саноқлиги қонуни.
3. Ньютоннинг 2-қонуни.
4. Ньютоннинг 3-қонуни.

### Таянч суз ва иборалар:

Инерция	моддий нуқта	тинчликдаги масса
Масса	инертлик	ҳаракатдаги масса
Импульс	релятивистик	релятивистик масса
Норелятивистик	таъсир	ички ва ташқи кучлар
Куч	акс таъсир	моддий нуқталар системаси
Тезлик	тезланиш	ёпиқ система
Масса бирлиги	килограмм	

### Мавзуга оид муаммолар

1. Динамика.
2. Ньютон I-қонуни. Инерциал санок тизимлари.
3. Куч. Ньютон II- қонуни. Масса.
4. Ньютон III-қонуни.
5. Массанинг аддитивлиги.

### 1-асосий савол: Ньютоннинг 1-қонуни.

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

- А. Инерциал санок системасини тушунтириш.
- Б. Инерция қонунини тушунтириш (Ньютоннинг 1-қонуни).

#### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Инерциал санок системасини тушунади.
2. Ньютоннинг томонидан берилган таърифларни билади.
3. Модда микдорини билади.

#### 1-асосий саволнинг баёни:

Динамика қонунлари Ньютон томонидан аниқланган бўлиб, унинг номи билан юритилади.

Ньютон қонунлари Механикада алоҳида ўрин тутганлигидан уларнинг Ньютон қонунлари сифатида келтирилади. Ньютон асосий қонунларини тавсифлашда 8 та таъриф келтирадики, бизга бу ерда улардан биринчи тўрттаси муҳимдир.

**1-таъриф:** Модда микдори (масса) шундай ўлчовки, у модданинг зичлигига ва ҳажмига пропорционалдир ( $m = \rho v$ ).

**2-таъриф:** Ҳаракат микдори шундай ўлчовки, у тезлик ва массага пропорционалдир.  $P = mv$

**3-таъриф:** Модданинг узидаги табиий куч - унинг қаршилик кўрсатиш қобилияти ҳисобланади; шу қобилиятга қараб ҳар қандай уз ҳолига қўйиб қўйилган, алоҳида олинган жисм ўзининг тинч ҳолатини ёки тўғри чизиқли Теки с ҳаракатини сақлаб қолади.

**4-таъриф:** Жисмга қўйилган куч унинг ёки тўғри чизиқли Теки с ҳаракат ҳолатини ўзгартириш учун кўрсатиладиган таъсирдан иборат.

**1-қонун:** Тинч турган ёки Теки с ва тўғри чизиқли Теки с ҳаракат қилаётган жисмга ҳеч қандай куч таъсир этмаса, у ўзининг тинч ва тўғри чизиқли Теки с ҳаракат ҳолатини сақлайди.

**2-қонун:** Ҳаракат миқдорининг узгариши жисмга қўйилган ҳаракатлантирувчи кучга тўғри пропорционал бўлиб, у куч таъсир этаётган тўғри чизиқ йўналиши бўйича содир бўлади.

**3-қонун:** Таъсирга доим тенг ва қарама-қарши йўналган акс таъсир мавжуд, бошқача айтганда, иккита бир-бирига узаро таъсири тенг ва қарама-қарши йўналган бўлади.

### **Муҳокама учун саволлар**

1. Динамика нимани ургатади?
2. Инерция деб нимага айтилади?
3. Инерциал санок тизими кандай?
4. Ноинерциал санок тизими кандай?
5. Ньютоннинг I қонунини таърифланг.
6. Куч нима, унинг бирлиги кандай?
7. Масса нима?
6. Ньютоннинг II - қонунини таърифланг.
7. Ньютоннинг III - қонунини таърифланг.
8. Массанинг сақланиш қонунини айтинг.
9. Галилейнинг нисбийлик принципини таърифланг.
10. Аддитивлик деб нимага айтилади?

### **Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Инерция қонунини таърифланг.
2. Ньютон томонидан берилган таърифларни айтиб беринг.
3. Инерциал бошланғич системасини тушунтиринг.
4. Модда миқдорига таъриф беринг.
5. Импульс нима?
6. Ҳаракат миқдорининг ўлчов бирлигини ёзинг.
7. Моддий нуктани таърифланг.
8. Тинчликдаги масса билан ҳаракатдаги массани фарқини тушунтиринг.

### **1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Инерциал бошланғич системаси.

- (1) 61-64 бетлар.
- (2) 150-151 бетлар.
- (3) 64-68 бетлар.

2. Ньютоннинг I-қонуни.

- (1) 61-64 бетлар.
- (2) 58-60 бетлар.
- (3) 68-72 бетлар.

### **2-асосий савол: Импульснинг сақланиш қонуни .**

#### **2-асосий саволнинг мақсади:**

А. Инерт ва гравитацион массаларини тушунтириш.

Б. Импульснинг сақланиш қонуни ни тушунтириш.

#### **Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Масалага таъриф бера олади.
2. Инерт ва гравитацион массани бир-биридан ажрата олади.
3. Импульс ни тушунади.
4. Импульснинг сақланиш қонуни таърифини билади.
5. Импульснинг сақланиш қонуни ифодасини ёза олади.

#### **2-асосий саволнинг баёни:**

Ҳар қандай жисмни ҳаракатга келтирганда ёки унинг тезлигини катталиқ ёки йўналиш жиҳатидан узгартиришга уринганда у қаршилиқ кўрсатади. Жимснинг бу хоссаси инертлик деб аталади. Турли жисмларда у турлича намоён бўлдаи. Жисм инертлигининг ўлчови масса деб аталади.

Массага миқдорий жиҳатдан таъриф бериш учун изоляцияланган ёки ёпиқ система тушунчасини киритамиз. Ёпиқ система деб, шундай жисмлар системасига айтиладики, улар бошқа жисмлардан уз оклашган бўлиб, амалда уларга ҳеч қандай таъсир кўрсатилмайди. Системага кирган жисмлар фақат узаро таъсирлашиш мумкин. Энди иккита моддий нуктадан иборат изоляцияланган системани қараб

чикамиз. Моддий нукталарнинг тезликлари ёруғлик тезлигига нисбатан кичик бўлиши керак. Моддий нукталар узаро таъсирлашганда уларнинг тезликлари узгаради.

$\vec{V}_1$ -биринчи нуктанинг тезлиги,  $\vec{V}_2$  -иккинчи нуктанинг тезлиги,  $\Delta\vec{V}_1$  ва  $\Delta\vec{V}_2$  лар эса бу тезликларнинг бир хил  $\Delta t$  вақт ораликларидаги орттирмалари бўлсин  $\Delta\vec{V}_1$  ва  $\Delta\vec{V}_2$  катталиклар қарама-қарши йўналишга эга ва узаро

$$m_1\Delta\vec{V}_1 = -m_2\Delta\vec{V}_2 \quad (1)$$

муносабат ҳамма боғланган. Бу ерда  $m_1$ , ва  $m_2$ -узгармас бўлиб, улар 1 ва 2 моддий нукталарнинг узаро таъсир харақатига мутлақо боғлиқ эмас.  $\Delta t$  Вақт ўтганда  $\Delta\vec{V}_1$  ва  $\Delta\vec{V}_2$  векторлар узгаради. Бироқ  $m_1$  ва  $m_2$  коэффициенти тўғрисида уларнинг нисбатлари узгармасдан қолади.

Шундай қилиб, таърифга кўра, иккита моддий нукта массаларнинг нисбати бу нукталарнинг узаро таъсирлашиши натижасида юзага келган тезликлари ишора билан олинган нисбатига тенг. Бунда қаралаётган нукталар изоляцияланган системани ҳосил ўшқилади ва норелятивистик тезликлар билан ҳаракатланади, деб фараз қилинади. Физикада массанинг асосий бирлиги қилиб (кг) қабул қилинган. Килограмм-иридийнинг платинали қотишмасидан ясалган, Севра (Франция) даги Халқро ўлчов ва тошлар бюросида сақанувчи эталон тошининг массаси. Килограмм тахминан  $4^0$  С температурадаги 1 куб дециметр тоза сувнинг массасига тенг.

Агар (1) ни  $\Delta t$ - узаро таъсир вақтига бўлса к

$$m_1\vec{a}_{1yp} = m_2\vec{a}_{2yp} \quad (2)$$

ҳосил бўлади, лимитга ўтгандан кейин эса

$$m_1\vec{a}_1 = -m_2\vec{a}_2 \quad (3)$$

га эга бўлади. Бу муносабатлар ёрдамида икки жисм массаларининг нисбатини топиш уларнинг узаро таъсирлашиши вақтида эришадиган ўртача ва ҳақиқий тезланишларини солиштиришга келтирилади.

Айтайлик  $\Delta\vec{V}_1$  ва  $\Delta\vec{V}_2$  - жисмларнинг узаро таъсирлашишига бўлган тезликлари,  $\vec{V}_1^1$  ва  $\vec{V}_2^1$  таъсирлашишдан кейинги тезликлар бўлсин. У вақтда  $\Delta\vec{V}_1 = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$   $\Delta\vec{V}_2 = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$  бўлади. Бу ифодаларни (1) га қўйиб,

$$m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = m_1\vec{V}_1^1 + m_2\vec{V}_2^1 \quad (4)$$

га эга бўламиз. Моддий нуктанинг ҳаракат импульси ёки ҳаракат миқдори деб, нукта массасининг тезлигига бўлган кўпайтмасига тенг бўлган,

$$\vec{p} = m\vec{V} \quad (5)$$

векторга айтилади. Моддий нукталар системасининг ҳаракат импульси ёки ҳаракат миқдори деб шу системага кирган алоҳида моддий нукталар импульсларининг вектор йиғиндисига айтилади. Икки моддий нуктадан ташкил топган система учун  $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2$  бўлади. (4) тенгликни

$$\vec{p} = \vec{p}^1 \quad (6)$$

кўринишга келтириш мумкин. Бу ерда  $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$   $\vec{p} = \vec{p}_1^1 + \vec{p}_2^1$  системанинг узаро таъсирлашишига ва узаро таъсирлашишдан кейинги импульслари. Шундай қилиб, иккита моддий нуктадан ташкил топган изоляцияланган системанинг импульси сақланади, яъни улар орасидаги узаро таъсир қандай бўлишидан қатъий назар вақт бўйича узгармасдан қолади. Ва бу қонун импульснинг сақланиш қонуни деб аталади.

Импульснинг сақланиш қонуни юқори да елтирилган шаклда норелятивистик механика қонуни хисобланади. У фақат сёки н ҳаракатлар учун ўринлидир. Релятивистик Механикада бу қонун тез бўладиган ҳаракатларга умумлаштирилади. Бу умумлаштириш нисбийлик назариясини баён этишда батафсил кўриб ўтилади. Релятивистик Механикада зарра импульси, ҳам (5) ифода билан аниқланади, Бирок масса

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (7)$$

формулага мувофиқ тезликга боғлиқ. Бу ерда  $m_c$  - берилган зарра учун узгармас катталиқ бўлиб, зарранинг тинчликдаги массаси деб аталади. У норелятивистик Механикадаги массага мос келади. (7) ифода билан аниқланадиган  $m$ - катталиқ ҳаракатдаги масса ёки релятивистик масса деб аталади. Шундай қилиб тинчликдаги массалари  $m_{01}$  ва  $m_{02}$  бўлган иккита узаро таъсирлашувчи заррадан ташкил топган изоляцияланган система импульсининг сақланиш қонуни математик жиҳатдан қуйидагича ифодаланади

$$\frac{m_{01}\vec{V}_1}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} + \frac{m_{02}\vec{V}_2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} = \frac{m_{01}\vec{V}_1^1}{\sqrt{1 - \frac{v_1^{12}}{c^2}}} + \frac{m_{02}\vec{V}_2^1}{\sqrt{1 - \frac{v_2^{12}}{c^2}}}$$

#### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Инерт ва гравитацией массани таърифланг.
2. Жисмнинг импульси нима.
3. Импульснинг сақланиш қонуни ни таърифланг.
4. Импульснинг сақланиш қонуни ифодасини ёзинг.
5. Релятивистик масса тенгламасини ёзинг.
6. Релятивистик импульс тенгламасини ёзинг.
7. Ёпиқ система деб нимага айтилади.
8. Релятивистик массани тушунтиринг.
9. Тинчликдаги масса билан ҳаракатдаги массанинг фарқини тушунтиринг.
10. Ҳаракат микдорини таърифланг.

#### 2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Масса. Импульснинг сақланиш қонуни.

- (1) 65-67 бетлар.
- (2) 63-65 бетлар.  
92-95 бетлар.  
531-542 бетлар.
- (3) 93-94 бетлар.  
107-111 бетлар

#### 3-асосий савол : Ньютоннинг 2-қонуни . Куч.

##### 3-асосий саволнинг мақсади:

- А. Кучни тушунтириш.
- Б. Ньютоннинг 2-қонунини тушунтириш.

##### Идентив ўқув мақсадлари :

1. Кучнинг таърифини билади.
2. Ньютоннинг 2-қонунини таърифини билади.
3. Ньютоннинг 2-қонуни тенгламасини ёза олади.
4. Ньютоннинг 2-қонуни умумий формуласини ёза олади.

##### 3-асосий саволнинг баёни :

Агар моддий нукта изоляцияланган бўлса, у вақтда атрофдаги жисмлар билан узаро



таъсирлашиши натижасида унинг импульси сақланмайди. Шунинг учун узаро таъсирлашиш интенсивлигининг ўлчови учун импульснинг вақт бўйича  $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{p}$  ҳосиласини қабул қилиш табиий.

$\vec{P}$  ҳосилани қаралаётган моддий нуқтанинг уни ўраб олган жисмларга нисбатан ўтган ҳолатига қараб, бази ҳолларда эса, шунингдек, уларнинг тезлигига қараб ҳам аниқлаш мумкинлиги ҳақида фақат қарор топиши классик Механиканинг фундаментал умумлашмаларидан бири ҳисобланади. У  $\vec{r}$  радиус-вектор ва моддий нуқта  $\vec{V}$  тезлигининг функцияси ҳисобланади. Бу функцияни билан белгилаймиз. У вақтда

$$\vec{P} = \vec{F} \quad (1)$$

бўлади. Моддий нуқта импульсининг вақт бўйича ҳосиласи кўринишида аниқланадиган ва унинг координатаси билан тезлигига боғлиқ бўлган функция кучи деб аталади.

Шундай қилиб, моддий нуқта импульснинг вақт бўйича ҳосиласи унга таъсир қилаётган кучга тенг. Бу қонун Ньютоннинг иккинчи қонуни деб аталади. Бу қонуни ифодаловчи (1) тенглама моддий нуқтанинг ҳаракатланиш тенгламаси деб аталади. Нерелятивистик тезлигига эга бўлган ҳаракатлар учун массанинг тезликга боғлиқ лигини ҳисобга олмасидан Ньютоннинг иккинчи қонуни

$$m\vec{V} = \vec{F} \quad (2)$$

ёки

$$m\vec{r} = \vec{F} \quad (3)$$

**Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Кучга таъриф беринг.
2. Ньютоннинг 2- қонуни ни таърифланг.
3. Ньютоннинг 2-қонуни тенгламасини ёзинг.
4. Ньютоннинг 2-қонуни умумий тенгламасини ёзинг.
5. Маълум бир куч таъсирида  $m = 3$  кг массали  $x = 2t^2 - 3t^2 + 5t + 4$  жисм тенглама билан ҳаракатланувчи Тўғри чизик ли ҳаракат қилмоқда. Вақтнинг  $t = 5$  с momentiда жисмга таъсир этаётган кучни аниқланг. Кучнинг вақтга боғланиш графигини чизинг.

**3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Куч.
  - (1) 68-69 бетлар.
  - (2) 51-52 бетлар.
  - (3) 68-72 бетлар.
2. Ньютоннинг 2-қонуни ва унинг умумий формаси
  - (1) 68-74 бетлар.
  - (2) 61-66 бетлар.
  - (3) 95- 100 бетлар.

**4-асосий савол : Ньютоннинг 3-қонуни .**

**4-асосий саволнинг мақсади :**

А. Импульснинг сақланиш қонунидан фойдаланиб Ньютоннинг 3-қонунини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари :**

1. Импульсни тушунади.
2. Импульснинг сақланиш қонунини билади.
3. Ньютоннинг 3-қонуни ни таърифлай олади.
4. Ньютоннинг 3-қонуни тенгламасини ёза олади.

**4-асосий саволнинг баёни :**

Иккита узаро таъсирлашувчи моддий нуқталардан ташкил топган ёпиқ системани қараб чиқайлик. Бу ҳол учун импульснинг

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = const$$

сақланиш қонуни ўринли. Бу муносабатни вақт бўйича дифференциаллаб

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = 0$$

ни ҳосил қиламиз. Ёки Ньютоннинг 1- 2- қонунига асосан

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad (1)$$

га эга бўламиз. Бу ерда  $\vec{F}_1$  ва  $\vec{F}_2$  лар моддий нукталарнинг бир-бирига таъсир этадиган кучлари. Шундай қилиб, иккита моддий нуктанинг узаро таъсир кучлари қатталиқ жихатдан тенг ва йўналиши жихатидан қарама-қарши бўлиб, бу моддий нукталарнинг бирлаштирувчи тўғри чизик бўйлаб таъсирлашади.

$\vec{F}_1$  ва  $\vec{F}_2$  кучлардан бирини баъзида таъсир, иккинчисини эса акс таъсир деб аталади ва учунчи конун қуйидагича таърифланади.

Ҳар қандай таъсирга тенг ва қарама-қарши йўналган акс таъсир мос келади. Ньютоннинг 3-қонуни ихтиёрий сондаги моддий нукталардан ташкил топган система учун ҳам ўринlidir.  $F_{ik} - i$  — моддий нукталарнинг К- моддий нуктага таъсир кучи  $F_{ik} - k$  — моддий нуктанинг I — нуктага таъсири бўлсин деб фараз қилайлик. Бунда  $\vec{F}_{ik} = -\vec{F}_{ki}$  -Ньютоннинг 3- қонуни бундай маънода алоҳида олинган моддий нукта Механикасидан моддий нукталар системаси Механикасига ўтишини амалга оширишга имкон яратади.

Системадаги моддий нукталарга таъсир этувчи кучларнинг ички ва ташқи кучларга ажратиш мумкин. Ички кучлар системанинг узи моддий нукталари орасидаги узаро таъсир кучи. Ташқи кучлар системанинг моддий нукталарига ташқи жисмлар томонидан кўрсатиладиган таъсир кучлари.

Ньютоннинг 3-қонуни га асосан  $\vec{F}_{ik} = -\vec{F}_{ki}$  яъни  $\vec{F}_{ik} + \vec{F}_{ki} = 0$

Бу ердан системада таъсир қилаётган барча ички кучлар геометрик йиғинди си нолга тенглиги келиб чиқади. Бу

$$\vec{F}_1^{(1)} + \vec{F}_2^{(2)} + \dots + \vec{F}_n^{(i)} = 0 \quad (2)$$

муносабатни кўрин ишда ёзамиз. ҳар бир кучнинг юқори томонига қўйилган (i) индекс ички кучлар ҳақида гап бораётганини билдиради. Пастки индекси с куч таъсир қилаётган моддий нукталарнинг номерини билдиради.

$$\vec{P}_1 = \vec{F}_1^{(i)} + \vec{F}_1^{(e)}$$

$$\vec{P}_2 = \vec{F}_2^{(i)} + \vec{F}_2^{(e)}$$

деб ёзиш мумкин. Бу тенгламани ҳадма-ҳад қўшиб, (2) муносабатнинг назарида тутсак

$$\frac{d}{dt}(\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots + \vec{P}_n) = \vec{F}_1^{(e)} + \vec{F}_2^{(e)} \dots + \vec{F}_n^{(e)}$$

ёки

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}^{(e)} \quad (3) \text{ га эга бўламиз}$$

Бу ерда  $\vec{P}$  - бутун системанинг импульси,  $\vec{F}^{(e)}$  системага таъсир этувчи барча ташқи кучларнинг тенг таъсир этувчиси.

Шундай қилиб, моддий нукталар системасининг импульсидан вақт бўйича олинган ҳосила системага таъсир этувчи барча ташқи кучларнинг геометрик йиғиндисига тенг. (3) тенглама битта моддий нукта учун ёзилган тегишли тенгламанинг умумлашгани ҳисобланади.

Энди барча ташқи кучларнинг геометрик йиғинди си нолга тенг деб фараз қилайлик. У вақтда  $\frac{dp}{dt} = 0$  узгармас катталиқнинг ҳосиласи нолга тенг. Агар бирор катталиқнинг ҳосиласи нолга тенг бўлса, у холда бу катталиқ узгармас бўлади. Шунинг учун кейинги тенгламадан  $p = const$  эканлиги келиб чиқади.

Шундай қилиб, агар системага таъсир қилувчи ташқи кучларнинг геометрик йиғинди си нолга тенг бўлса, у холда системанинг импульси сакланади, яъни вақт ўтиши билан узгармайди. Хусусан, бу хол система ёпиқ бўлганда ўрин ли бўла ди.

Энди  $P^{(2)} \neq 0$  бўлсин, леки n унинг бирор йўналишига, масалан, X ўқи йўналишига

проекцияси ноль бўлсин. У вақтда (3) тенгламадан бу проекция учун  $\frac{dp_x}{dt} = 0$  демак,  $\vec{P}_x = const$  келиб чиқади.

Шундай қилиб системанинг тўлиқ импульси сақланмайди, лекин импульснинг  $X$  ўқига проекцияси сақланади. Масалан, эркин тушаётган жисмнинг импульси сақланмайди, чунки жисмга пастга қараб йўналган оғирлик кучи таъсир ўшқилади. Бу куч таъсирида импульснинг вертикал ташкил этувчиси узлўқсиз узагаради. Бирок импульснинг горизонтал ташкил этувчиси эркин тушушда узгармасдан қолади.

Битта моддий нукта учун  $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$  (4) тенглама Ньютоннинг 2-қонуни ифодоловчи тенгламага ўтади.  $\vec{F}^{(e)}$  Кучни узгармас деб фараз қилайлик. У ҳолда (4) дан

$$\vec{P} = \vec{P}_0 = \vec{F}^{(e)}(t - t_0) \quad (5)$$

### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Жисмнинг импульси деганда нимани тушунаси.
2. Импульс сақланиш қонуни таърифланг.
3. Ньютоннинг 3-қонуни ни таърифланг.
4. Ньютоннинг 3-қонуни тенгламасини ёзинг.
5. Ички ва ташқи кучлар қандай кучлар.
6. Ёпиқ системани таърифланг.
7. Ньютоннинг иккинчи қонуни га тушувчи мисоллар келтиринг.
8. Ньютоннинг 1 -қонуни га таъриф беринг.

### 4-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Импульснинг сақланиш қонуни .
  - (1) 65-67 бетлар.
  - (2) 63-65 бетлар.
  - (3) 93-94 бетлар.
2. Ньютоннинг 3-қонуни .
  - (1) 75-80 бетлар
  - (2) 65-75 бетлар.
  - (3) 104-106 бетлар.

### Адабиётлар:

1. Д. В. Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. ўқитувчи. 1981 П
2. С. П. Стрелков. Общій курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С. Э. Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука. 1971 г.

### Моддий нукта динамикаси мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Инерциал санок системасини тушунтиринг. Б. Инерция қонунини тушунтириш (Ньютоннинг 1-қонуни). <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Инерциал санок системасини тушунади. 2. Ньютоннинг томонидан берилган таърифларни билади. 3. Модда микдорини билади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Инерция, моддий нукта, тинчликдаги масса, Масса инертлик ҳаракатдаги масса, Импульс, релятивистик, релятивистик масса, Норелятивистик таъсир, ички ва ташқи кучлар, Куч, акс таъсир, <b>Дарс шакли:</b>	Ўқитувчи талаба	

	<b>Маъруза</b> <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.		
<b>3-босқич</b>	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунинг қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштирилиши йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулоти давомида кўпчилиги талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	<b>Ўқитувчи</b>	
<b>4-босқич</b>	<b>Мустақамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Инерция қонунини таърифланг. 2. Ньютон томонидан берилган таърифларни айтиб беринг. 3. Инерциал бошланғич системасини тушунтиринг. 4. Модда микдорига таъриф беринг. 5. Импульс нима?	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>5-босқич</b>	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>• Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>• Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 2-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

**2.1.** Ипга оғирлиги  $p=1$  кг бўлган юк осилган. Агар юк осилган ип 1)  $a=5\text{ м/сек}^2$  тезланиш билан юқорига кўтарилаётган, 2) худди шундай  $a=5\text{ м/сек}^2$  тезланиш билан пастга тушаётган бўлса бу икки ҳолда ипнинг таранглик кучлари аниқлансин.

1. Юқорига кўтарилаётган юкга иккита куч пастга йўналган юкнинг  $p$ -оғирлиги ва ипнинг юқорига йўналган Т-таранглик кучи таъсир қилади. Юқорига кўтарилаётган юкнинг ҳаракатига Ньютоннинг иккинчи қонунини тадбиқ қилиб  $ma = T - p$  ни топамиз. Бундан қидирилаётган ипнинг Т-таранглик кучи

$$T = ma + P = m(a + g) \quad (1)$$

Бизда  $m = 1$  кг,  $a = 5\text{ м/сек}^2$ , ва  $g = 9,81\text{ м/сек}^2$ . Бу берилганларни (1) га қўйиб  $T = 14,8$  н

2. Пастга тушаётган юкка Р оғирлик кучи (пастга) ва ипнинг Т таранглик кучи (юқорига) таъсир қилади. Шунинг учун  $ma = P - T$ , бундан

$$T = m(g - a) \quad (2)$$

Агар юк  $g$  тезланиш билан эркин тушаётган, яъни  $a = g$  бўлса ипнинг таранглик кучи нолга тенг бўлиши керак эди. Берилган сон қийматларни (2) га қўйсак  $T = 4,8$  н келиб чиқади.

**2.1.0,5** кг массали жисм шундай тўғри чизиqli ҳаракатланадики, у ўтган  $S$  йўлни  $t$  вақтга боғланиши  $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$  тенглама билан берилга, бунда  $C = 5\text{ м/сек}^2$  ва  $D = 1\text{ м/сек}^3$ . Ҳаракатнинг биринчи секундининг охирида жисмга таъсир қилган кучнинг катталиги топилисин.

Ечиш: Ньютоннинг иккинчи қонунига асосан  $F = ma$ , лекин  $a = \frac{dv}{dt}$ . Бизда  $v = \frac{ds}{dt} = -B + 2Ct - 3Dt^2$ ,

демак,  $a = \frac{dv}{dt} = 2C - 6Dt$ , у вақтда

$$F = ma = m(2C - 6Dt) = 0,5(10 - 6t) = \text{н} \quad (1)$$

(1) тенглама  $F$  кучнинг  $t$  вақтга боғланишини ифодалайди. Биринчи секунднинг охирида  $F = 2$  н.

## № 3 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Атвуд машинаси ёрдамида жисмларнинг текис тезланувчан ҳаракат қонунларини ўрганиш.

**Ишдан мақсади:** Атвуд машинаси ёрдамида жисмнинг кичик тезланишларини ҳосил қилиш ва бу орқали текис тезланувчан ҳаракат кинематикасининг асосий қонуниятларини тажрибада ўрганиш.

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Атвуд машинасининг тузилиши 1-расмда келтирилган. Массалари бир хил ( $m = 60g$ ) бўлган иккита юк (А ва В) чўзилмас ингичка ипнинг (12) икки учига боғланган бўлиб, етарлича кичик ишқаланиш коэффициентига эга бўлган енгил блок (10) орқали осилган. Блок эса вертикал кранштейнга (15) маҳкамланган бўлиб, кранштейнда миллиметрли шкала мавжуд.

Агар (А) юк устига бирор  $m_1$  массали қўшимча юкча қўядиган бўлсак, у қандайдир тезланиш билан ҳаракатлана бошлайди. Бу ҳаракатнинг тенгламаси қуйидагича:

$$ma = mg + P - T_1 \quad (1)$$

Бу ерда

$P$ - $m_1$  юкнинг оғирлик кучи

$T_1$ -А юк осилган ипнинг таранглиги

Агар юклар осилган ипни чўзилмас ва вазнсиз деб ҳисобласак, (В) юк худди шундай тезланиш билан юқорига ҳаракатланади.

Бу ҳаракат учун

$$-ma = mg - T_2 \quad (2)$$

тенглама ўринлидир.

(2) тенгламада

$T_2$ - (В) юк осилган ипнинг таранглиги.

қўшимча  $m_1$  юкнинг ҳаракат тенгламаси

$$m_1 a = m_1 g - N \quad (3)$$

Бу ерда  $N$  - $m_1$  юкчанинг (А) юк устига қўйилган реакция кучи Ньютоннинг 3- қонунига асосан  $N = P$  (1) ва (3) тенгликлардан

$$a = \frac{m_1}{2m + m_1 + \alpha m_0} g \quad (4)$$

(4) тенглама фақат  $m \gg m_1$  ва  $a \ll g$  бўлган ҳоллар учун тўғридир.  $m_1$  юкчанинг массасини ошириш йўли билан юкнинг  $a$  тезланишини оширишимиз мумкин.

Агар (А) юк юкча билан биргаликда маълум  $S_1$  масофани ўтгач, ундан  $m_1$  юкчани олсак (А) юк қолган  $S_2$  масофани доимий тезлик билан ўтади.

Демак (А) юк масофанинг  $S_1$  қисми текис тезланувчан ҳаракат билан  $S_2$  қисмини доимий тезлик билан ўтади. Юкнинг бу масофаларини ўтиш вақтлари ( $t_1$  ва  $t_2$ ) ни кранштейн асосига ўрнатилган электрон секундомер ёрдамида қайд қилинади.

### Ишни бажариш тартиби

1-машқ. Текис тезланувчан ҳаракатни текшириш.

Фараз қилайлик (А) ва (В) юклар текис тезланувчан ҳаракат билан  $S_1$  масофани  $t_1$  вақтда ўтган бўлсин. Бошланғич тезлик  $v_0 = 0$  бўлган ҳолда

$$S_1 = \frac{at_1^2}{2} \quad (5)$$

Ҳаракатнинг охиридаги тезлик эса

$$v = at_1 \quad (6)$$

бўлади. Агар (А) ва (В) юклар  $S_2$  масофани  $t_2$  вақтда ва  $T$  ораликда текис ҳаракат билан ўтса

$$S_2 = vt_2 \quad (7)$$

(5), (6) ва (7) формулалардан

$$a = \frac{S_2^2}{2S_1 t_2^2} \quad (8)$$

топамиз. (8) формуладан кўринадики, қўшимча юк  $m_1$  доимий қолган шароит  $S_1$  ва  $S_2$  масофаларни исталган вариантда ўзгартирсак ҳам тезланиш  $a$  ўзгармасдан қолади. Буни тажрибада кўриш учун қўшимча оғирроқ юклардан бирини танлаб,  $S_1$  ва  $S_2$  масофаларнинг ҳар хил қийматларида  $t_2$  вақтнинг ўртача қиймати ўлчанади.

Ўлчанган қийматларни (8) формулага қўйиб  $a$  топилади.

Топилган  $a$  қийматни (4) формулага қўйиш йўли билан ҳозиргача номаълум қиймат ҳисобланган

$\alpha$   $m_0$  ни аниқлаш мумкин. (4) формулага асосан

$$\alpha m_0 = m_1 \frac{g-a}{a} - 2m \quad (9)$$

(9) формулада

$g$ -эркин тушиш тезланиш

$\alpha$   $m_0$ - кранштейн ўрнатилган блокнинг инерция моментини ифодалайди.

2-машқ. Бу машқнинг асосий мақсади  $S_1$  ва  $S_2$  масофаларнинг аниқ бир ўзгармас қийматларида қўшимча юкнинг бир неча қийматлари учун  $a$  тезланишни тажрибада аниқлаш.

Ҳар бир қўшимча юк учун  $t_2$  қиймат 5-6 марта ўлчаниб, унинг ўртача қиймати олинади. Топилган қийматларни топиб яна (8) га қўйиб,  $a$  тезланишнинг қиймати аниқланади. Кейин эса қўшимча юкнинг ҳар бирига мос келадиган тезланиш қиймати (4) формула ёрдамида ҳисобланган тезланишнинг қиймати билан солиштирилади.

**1-жадвал.**

№	$t$	$s$	$a$	$a$ ўрт	$\Delta a$ ўрт	$N = \frac{\Delta a_{\text{ўрт}}}{a_{\text{ўрт}}} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
4						

**2-жадвал.**

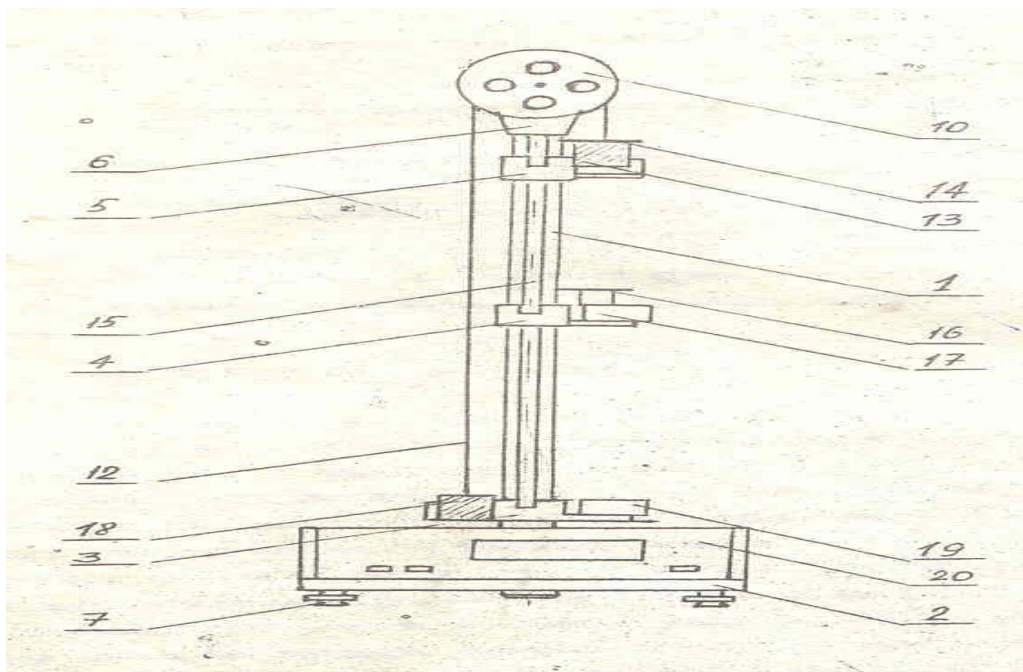
№	$t$	$s$	$l$	$\tau$	$a$	$v$	$v_{\text{ўрт}}$	$\Delta v$	$N = \frac{\Delta a_{\text{ўрт}}}{a_{\text{ўрт}}} \cdot 100\%$
1									
2									
3									
4									

### Синов саволлари

1. Ишни бажариш тартиби.
2. Текис ҳаракат текис тезланувчан ҳаракат деб нимага айтилади?
3. Текис тезланувчан ҳаракатда йўл формуласи. Уни келтириб чиқариш.
4. Текис ва текис тезланувчан ҳаракат графиклари.
5. Ньютоннинг 1,2 –қонунлари.

### Адабиётлар

1. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности» Москва: «Высшая школа» 1990.
2. Хайкин С.Э. «Физические основы механики» Москва: Наука 1971.
3. Сивухин Д. В. «Умный физика курси». Механика. Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1981.
4. Стрельков С.П. «Механика» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
5. Муминов М.М. Хайдаров. Х.Х «Физикадан лаборатория ишлари учун қўлланма» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.



1-расм

## 6-МАВЗУ: ИМПУЛЬСНИНГ САҚЛАНИШ ҚОНУНИ

### Маърузанинг режаси:

1. Сақланиш қонун лар ини билишнинг муҳимлиги. Импульснинг сақланиш қонуни .
2. Импульснинг сақланиш қонуни дан келиб чикадиган асосий натижалар.
3. Эластик т ўқ нашиш.
4. Ноэластик т ўқ нашиш.

### Таянч суз ва иборалар

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. Масса                 | 12. Тезланиш               |
| 2. Импульс               | 13. Кинетик энергия.       |
| 3. Энергия               | 14. Потенциал энергия.     |
| 4. Релятивистик          | 15. Деформация             |
| 5. Нерелятивистик        | 16. бошланғич системаси.   |
| 6. Куч                   | 17. Тебранма ҳаракат.      |
| 7. Вектор катталиклар    | 18. Айланма ҳаракат        |
| 8. Скаляр катталик       | 19. Яккаланган система     |
| 9. Эластик т ўқ нашиш    | 20. Галилей алмаштиришлари |
| 10. Ноэластик т ўқ нашиш | 21. Инвариантлик           |
| 11. Тезлик               | 22. Траектория             |

### Мавзуга оид муаммолар

1. Жисмнинг импульси.
2. Жисмлар тизимининг импульси.
3. Импульснинг сақланиш қонуни.

### 1-асосий савол: Сақланиш қонунлар ининг билишнинг муҳимлиги.

#### Импульснинг сақланиш қонуни.

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

- А) сақланиш қонун лар ининг муҳимлигини тушунтириш;
- В) Импульснинг сақланиш қонуни ни яхши тасаввур қилиш.

#### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Сақланиш қонунлари билан танишиб олади.
2. Сақланиш қонун лар ининг ўрнини аниқлай олади.
3. Импульснинг сақланиш қонуни таърифни билади.

4. Импульснинг сақланиш қонуни ифодасини ёза олади.

### 1-асосий саволнинг баёни:

Табиатда бир неча сақланиш қонунлари мавжуд бўлиб, уларнинг баъзи бирлари аниқ бўлса, баъзи бирлари бирор яқинлашишлардагина аниқ қонулардир.

Одатда сақланиш қонунлари оламнинг симметриклик хусусиятлари натижасидир. Табиатда қуйидаги сақланиш қонунлари мавжуд:

- А) модда микдорининг сақланиш қонуни;
- В) энергиянинг сақланиш қонуни;
- С) Импульснинг сақланиш қонуни;
- Д) импульс моменти ва моментининг сақланиш қонуни;
- Е) электр зарядларининг сақланиш қонуни;
- Р) барионлар сонининг (протон, нейтрон ва оғир заррачалар) сақланиш қонуни

Бирор қўйилган масалада жисмга ёки жисмлар системасига таъсир қилаётган кучлар маълум бўлса, биз етарлича билимга эга бўлсак ва компьютер мавжуд бўлса, у ҳолда биз сақланиш қонунлари дан ҳеч қандай янги информация ололмаймиз.

Лекин сақланиш қонунлари физикларнинг кундалик фаолиятида муҳим қуролдир. Нима сабабдан?

1. Сақланиш қонунлари траекторияга ва таъсир қилувчи кучлар ҳарактерига боғлиқ эмас.
2. Кучлар маълум бўлмаган ҳолда ҳам сақланиш қонунлари дан фойдаланиш мумкин.
3. Сақланиш қонунлари и инвариантлик билан узвий боғлиқдир.
4. Барча кучлар мавжуд бўлган ҳолда заррачалар ҳаракатини ўрганишда сақланиш қонунлари и катта аҳамиятга эга.

Жисмга таъсир қилувчи натижавий ташқи куч нольга тенг бўлганда ҳаракат микдори вақтга боғлиқ бўлмайди, яъни

$$\frac{dp}{dt} = 0 \text{ ёки } p = \text{const} \quad [F_{\text{м.к.}} = 0]$$

Шундай қилиб, системага таъсир қилувчи натижавий ташқи куч нольга тенг бўлганда система импульси доимо сақланади.

Бу импульснинг сақланиш қонуни дир. Уни қуйидагича ҳам таърифлаш мумкин:

- *Ҳар қандай берк жисмлар системасининг импульси доимо сақланади.*

Берк система деганда, шундай система тушуниладики бундай системага ташқаридан ташқи куч таъсир бўлмаган ва системада фақатгина системага қирувчи жисмлар ўртасидаги таъсир кучлари мавжуд бўлади.

Импульснинг сақланиш қонуни Ньютоннинг 2-қонуни дан келиб чиқса ҳам, Ньютон қонунлавирига нисбатан умумий ҳарактерга эга. Масалан, макроскопик дунёда Ньютон қонунлари бажарилмаслиги мумкин, лекин сақланиш қонунлари доимо бажарилади. Иккита жисм таъсирлашаётган бўлсин. Уларнинг таъсирлашгандан сўнг импульслари узгаради, лекин импульсларнинг йиғиндиси таъсиргача қандай бўлса, шундайлигича қолади.

$$P_1 + P_1 = P_1 + P_2$$

тўқнашгунгача                      тўқнашгандан сўнг

бу ерда  $P$  -  $m$  массали жисмнинг импульси

$$P = mv \quad (2)$$

Агарда  $m_1 v_1$  ва  $m_2 v_2$  лар мос равишда жисмларнинг таъсирлашгунга қадар импульслари бўлса, у ҳолда импульслар йиғиндиси

$$m_1 v_1 + m_2 v_2$$

тўқнашгандан кейинги импульслари  $m_1 v_1$  ва  $m_2 v_2$  бўлса, йиғинди

$$m_1 v_1 + m_2 v_2$$

га тенг бўлади. Демак бу ҳолда импульснинг сақланиш қонуни қуйидагича ёзилади.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (3)$$

таъсир икки хил бўлиши мумкин: эластик ва нозастик.

Биз бу ҳолларни кейинроқ қараб чиқамиз..

### Муҳокама учун саволлар

1. Системанинг импульси деб нимага айтилади?
2. Системанинг куч импульси деб нимага айтилади?
3. Жисмлар тизими деб нимага айтилади?
4. Берк система деб нимага айтилади ?



5. Жисмлар тупламининг импульси қандай булади.
6. Жисмлар тизимининг импульсини сақланиш қонунини таърифланг.
7. Ташки кучлар деб нимага айтилади ?
8. Ички кучлар деб нимага айтилади?
9. Импульснинг сақланиш қонунини таърифланг.
10. Импульснинг сақланиш қонунига мисоллар келтиринг ?

**Назорат топшириқлари. Б.Блум таксоманияси. Категория.**

1. Сақланиш қонун лар ини айтиб беринг.
2. Сақланиш қонун лар и нима учун керак.
3. Импульс сақланиш қонуни ни таърифланг.
4. Иккита таъсирлашувчи жисм учун сақланиш қонуни ифодасини ёзинг.
5. Берк система қандай система?
6. Жисм импульси нима?

**1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Сақланиш қонун лар и ва уларга зарурият.

[1] 118-125 бетлар

[2] 148-149 бетлар

[3] 149-151 бетлар

2. Импульснинг сақланиш қонуни .

[1] 119-123 бетлар

[2] 88-90 бетлар

[4] 225-227 бетлар

**2-асосий савол: Импульснинг сақланиш қонуни дан келиб чиқадиган асосий натижалар.**

**2-асосий саволнинг мақсади:**

Импульснинг сақланиш қонуни дан келиб чиқадиган асосий натижалар билан танишиш.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Ньютон қонун лар ини билади.
2. Энергиянинг сақланиш қонуни ни ёзади.
3. Тезликларини қўшиш қоидаи ни эслайди.
4. Импульс ва энергиянинг сақланиш қонун лар ини биргаликда қўллай олади.

**2-асосий саволнинг баёни:**

Биз ҳозир импульс сақланиш қонуни дан келиб чиқадиган 2 турли хил натижани қараб чиқамиз.

Биринчи натижа Ньютон кучлари ҳақидаги фикрлар асосида: иккинчиси Галилейнинг нисбийлик принципи ва энергиянинг сақланиш қонуни асосида.

1. Импульснинг сақланиш қонуни фақатгина  $F = ma$  тенгламанинг асосий натижасидан келиб чиқмайди. Бу ҳолда биз топшириқлари тарикасида фарз қиламизки заррачалар ўртасидаги таъсир қилувчи кучлари Ньютон кучларидир. Ва улар учун Ньютоннинг 3 қонуни ўринлидир. Бу қонунга кўра ҳар қандай иккита жисим узаро сон қиймати жиҳатидан тенг ва қарама-қарши йўналган куч билан таъсирлашади .

$$F_{21} = -F_{12} \quad (4)$$

Ньютоннинг 2-чи қонуни дан эса ҳар қандай кичик вақт ичида

$$F_{12} = m_2 \Delta V_2 / \Delta t; \quad F_{21} = m_1 \Delta V_1 / \Delta t \quad (4) \text{ эканлиги келиб чиқади.}$$

Лекин  $F_{21} = -F_{12}$  ва биз импульснинг сақланиш қонунини оламиз.

$$m_1 \Delta V_1 + m_2 \Delta V_2 = 0 \quad (5)$$

ёки

$$(m_1 V_1 + m_2 V_2)_{\text{бошланғич}} = (m_1 V_1 + m_2 V_2)_{\text{охирги}} \quad (6)$$

Ихтиёрий вақт моментида  $m_1 V_1 + m_2 V_2$  икки тўқнашувчи жисмлар импульслар йиғиндиси доимий бўлар экан. Шунинг эътиборга олиш лозимки, агарда таъсирлашиш кучлари ньютон кучлари бўлса, юқоридаги ифода қўлиқ бажарилади.

Лекин кўпчилик ҳолларда кучларнинг Ньютон кучлари ҳарактерида деб ҳисоблаш тўғри бўлвермайди. Шунга қарамай импульснинг сақланиш қонуни доимо аниқ қонундир. Ҳақиқатдан ҳам, масалан 2 та зарядланган заррача бир-бирига яқин жойдан ўтса, уларнинг ҳаракат траекторияси узгаради. Бу ерда таъсир кучлари Ньютон кучлари бўлмаса ҳам импульс сақланиш қонуни доимо бажарилади.

Шундай қилиб ихтиёрий вақт моментиди  $F_{21}$  куч аниқ  $F_{12}$  га тенг бўлмаслиги мумкин экан. Лекин шунга қарамай сақланиш қонуни бажарилади.

Бу ҳолда биз Галилейнинг нисбийлик принципи ҳамда энергия ва массанинг сақланиш қонуни да келиб чиқамиз. Даставвал  $V_1$  ва  $V_2$  тезликга эга бўлган бир ва иккинчи заррачани қараб чиқамиз. Ҳарарат қилайлик уларнинг бошланғич (охриги) вазиятлари фазода бир-биридан етарлича ажратилган, яъни тўқнашишдан олдин ва кейин улар узаро таъсирлашмайди. Мактаб курсидан маълумки, тўқнашганга қадар заррачаларнинг кинетик энергияси

$$1/2m_1V_1^2 + 1/2m_2V_2^2 \quad (7)$$

га тенг. Заррачалар узаро таъсирлашсин, таъсир эластик бўлиши шарт эмас. У ҳолда тўқнашгандай кейинги кинетик энергия

$$1/2m_1\omega_1^2 + 1/2m_2\omega_2^2 \quad (8)$$

Бу ерда  $\omega_1$  ва  $\omega_2$  тезликларнинг тўқнашгандай кейинги тезликлари, бу тезликлар аниқланган пайтида заррачалар узаро таъсирлашмайди.

**Энергиянинг сақланиш қонуни.**

$$1/2m_1V_1^2 + 1/2m_2V_2^2 = 1/2m_1\omega_1^2 + 1/2m_2\omega_2^2 + \Delta E \quad (9)$$

Бу ерда  $\Delta E$ - таъсир туфайли заррача ички уйғониш энергиясининг узгариши. Ички уйғониш айланма ёки ички тебранма ҳаракат бўлиши мумкин. Эластик таъсирлашишда  $\Delta E = 0$  бўлади.

Энди ҳудди шундай таъсирни қаралаётган системага нисбатан  $V$  тезлик билан ҳаракатланаётган бошланғич системасиджа қараб чиқайлик. Бу ҳолда бошланғич тезликлар  $V_1$  ва  $V_2$  тўқнашишдан кейинги тезликлар  $\omega_1$  ва  $\omega_2$  лар бўлсин. Тезликларни қўшиш қоида-сига кўра

$$V_1 = V_1 - V; \quad V_2 = V_2 - V; \quad \omega_1 = \omega_1 - V; \quad \omega_2 = \omega_2 - V; \quad (10)$$

Бу системада энергиянинг сақланиш қонуни

$$1/2m_1V_1'^2 + 1/2m_2V_2'^2 = 1/2m_1\omega_1'^2 + 1/2m_2\omega_2'^2 + \Delta E \quad (11)$$

Уйғониш энергияси бу ҳолда ҳам узгармайди деб ҳисоблаймиз. Бу тажриба йўли билан исботланган. Энергиянинг сақланиш қонуни Галилей алмаштиришларига нисбатан инвариант бўлиши керак. У ҳолда

$$\begin{aligned} 1/2m_1(V_1^2 - 2V_1V + V^2) + 1/2m_2(V_2^2 - 2V_2V + V^2) = \\ 1/2m_1(\omega_1^2 - 2\omega_1V + V^2) + 1/2m_2(\omega_2^2 - 2\omega_2V + V^2) + \Delta E \end{aligned} \quad (12)$$

Тенгликнинг ўнг ва чап томонлардаги  $V^2$  га боғлиқ қўшилувчилар қисқа ради (12) муносабат (9) муносабатга айланади. Бу ҳолда ўринли бўлади, агарда

$$(m_1V_1 + m_2V_2)V = (m_1\omega_1 + m_2\omega_2)V \quad (13)$$

Шарт бажарилса (13) тенглама ихтиёрий тезлик учун бажарилиши керак. Демак, умумий ечим

$$m_1V_1 + m_2V_2 = m_1\omega_1 + m_2\omega_2 \quad (14)$$

га тенг бўлади. Олинган ифода импульснинг сақланиш қонунидир.

**Назорат топшириқлари. Б.Блум таксоманияси. Категория**

1. Ньютоннинг 2-қонуни ифодасини кўрсатинг.

$$\text{А) } F = \frac{m}{a} \quad \text{В) } F = \frac{dp}{dt} \quad \text{С) } F = dp \cdot dt \quad \text{Д) } P = \frac{F}{t} \quad \text{Е) } F = mvt$$

2. Кинетик энергия ифодасини ёзинг.

$$\text{а) } mgh \quad \text{в) } mv^2 \quad \text{с) } F \cdot S \quad \text{д) } \frac{mv^2}{3} \quad \text{е) } \frac{mv^2}{2}$$

3. Энергиянинг сақланиш қонуни таърифланг ва тушунтиринг
4. Иккита поезд бир-бирининг ёнидан  $V = 20 \text{ м/с}$  тезлик билан қарама-қарши томонга ҳаракатланмоқда. Агарда бирор поездаги куз атувчининг олдидан иккинчи поезд 10 с вақт ичида ўтган бўлса, иккинчи поезднинг тезлигини топинг.
5. 4 кг массали милтиқдан 0,05 кг массали ўқ 280 м/с тезлик билан учиб чиқмоқда. Милтиқнинг «тепки» тезлиги топилин.

## 2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1) Ньютон қонун лар и

[1] 92-93

[2] 71-75

[3] 91-103

2) Галилей принципи.

[1] 48-54

[2] 84-86

[3] 135-137

## 3-асосий савол: Эластик тўқнашиш

### 3-асосий саволнинг мақсади:

А) Энергия ва импульснинг сақланиш қонун лар идан биргаликда фойдаланишни ўргатиш.

Б) Аниқ қўйилган масалани сақланиш қонун лар идан фойдаланиб ечиш.

### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Энергиянинг сақланиш қонуни ни билади.

2. Энергия ва импульснинг сақланиш қонун лар ини биргаликда қўллай олишни ўрганади.

3. Тенгламалар системасини еча олади. ( каралаётган хол учун ).

### 3-асосий саволнинг баёни:

Импульс ва Энергиянинг сақланиш қонуни ни ўрганишга дойр масалалар.

Иккита заррача бир Тўғри чизиқ бўйича ҳаракатланмоқда ва улар абсолют эластик т ўқ нашсин. Фараз қилайлик заррачаларнинг тезлиги  $V_1$  ва  $V_2$  бўлсин, улар  $X$  йўналиш и бўйлаб ҳаракатлансин.



Тўқнашгандан сўнг уларнинг тезлиги  $v_1$  ва  $V_2$  бўлсин. Импульснинг сақланиш қонунига қўра

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (15)$$

Тўқнашиш эластик бўлса энергиянинг сақланиш қонуни га қўра

$$1/2 m_1 V_1^2 + 1/2 m_2 V_2^2 = 1/2 m_1 v_1^2 + 1/2 m_2 v_2^2 \quad (16)$$

Шундай қилиб, икки номаълум иккита тенгламани олдик. Биринчи тенгламани куйдаги қўрин ишда ёзамиз.

$$m_1 (V_1 - v_1) = m_2 (V_2 - v_2) \quad (17)$$

Иккинчи тенглама эса

$$m_1 (V_1^2 - v_1^2) = m_2 (V_2^2 - v_2^2)$$

ёки

$$m_1 (V_1 - v_1)(V_1 + v_1) = m_2 (V_2 - v_2)(V_2 + v_2) \quad (18)$$

Қўрин ишини олади (18) тенгламани (17) тенгламага бўлса к  $(V_1 \neq v_1); (V_2 \neq v_2);$

Қуйидагини оламиз

$$V_1 + v_1 = V_2 + v_2 \quad (19)$$

Бир неча хусусий ҳолларни қараб чиқайлик.

1. Заррачаларнинг массалари бир хил ( $m=m$ ) Импульснинг сақланиш қонуни дан

$$V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$$

Иккинчи тенглама энергиясининг сақланиш қонуни дан келиб чиқадиган (19) тенгламадир. Бу иккала тенгламанинг биргаликдаги ечимидан

$$V_2' = V_1 \text{ ва } V_1' = V_2$$

Келиб чиқади. Шундай қилиб, бу ҳолда икки заррачанинг тўқнашишидан кейинги тезлиги биринчи заррачанинг тўқнашишидан олдинги тезлигига тенг бўла ёкан ва аксинча. Агарда тўқнашишдан олдин заррача тинч ҳолда турган бўлса. Бу ҳол биллард ўйновчиларга яхши таниш.

2. Иккинчи заррача тинч ҳолатда турибди ( $V_2 = 0$ ) Бу ҳолда импульс ва энергиянинг сақланиш қонуни дан қуйидаги келиб чиқади.

$$V_2' = V_1(2m_1 / m_1 + m_2); \quad V_1' = V_2(m_1 - m_2 / m_1 + m_2)$$

Бу ҳолда қуйидаги хусусий ҳоллар алоҳида кизиқиш туғдиради.

А)  $V_2=0$   $m_1 = m_2$  ҳол олдинги масалада қараб чиқилган ўқиб келаётган заррачаларнинг тезлиги тўқнашгача иккинчи заррачага берилади.

Б)  $V_2=0$   $m_1 \gg m_2$  Бу ҳолда оғир заррача енгил заррача билан таъсирлашади

$$V_2' \approx 2V_1; \quad V_1' \approx V_1$$

Оғир заррача тезлиги деярли ўзгармайди., енгил заррача тезлиги деярли икки марта ортади ( оғир заррачага нисбатан )

В)  $V_2=0$   $m_1 = m_2$  Ҳарактерланаётган енгил жисм жудаям оғир жисм билан тўқнашади бу ҳолда  $V_2=0$   $V_1 = V_1$  оғир жисм деярли ҳаракатланмайди, ўз жойида қолади, енгил жисм эса дастлабки йўналиш ига қарама-қарши томонга худди шундай тезликда қайтади. Хулоса қилиб айтиладиган бўлса ,иштиёрий абсолют эластик тўқнашиш учун

$$V_2' = V_1(2m_1 / m_1 + m_2) + V_2(m_1 - m_2 / m_1 + m_2)$$

$$V_1' = V_2(m_1 - m_2 / m_1 + m_2) + V_1(2m_1 / m_1 + m_2)$$

муносабатлар ўринли бўлади.

**Назорат топшириқлари. Б.Блўм таксоманияси Категория**

1. Ньютоннинг 3-қонуни ифодасини кўрсатинг.

$$\text{а) } F = m/a \quad \text{в) } F_1 = -F_2 \quad \text{с) } F = ma \quad \text{д) } F = qE \quad \text{е) } F = qBV$$

2. Эластик тўқнашиш қандай тўқнашиш?

3. Абсолют эластик тўқнашиш нима.

4. Сув шлангидан 50 м/с тезлик билан 5 кг/сек сув сарфи билан чиқмоқда. Деворга тегиб сув тўхтаб қолади. Сувнинг деворга таъсир кучи топилсин.

5. 1,01 м.а.б.га эга бўлган протоннинг тезлиги  $3,6 \cdot 10^4$  м/с. у тинч турган гелий ядроси ( $m_{He} = 4$  м.а.б.) билан абсолют эластик тўқнашади. Тўқнашишдан кейин протон ва гелий ядроси қандай тезлик олади.

6. Иккита биллард шарчаси массалари ва тезликлари мос равишда 100 г, 10 м/с ва 120 г, 15 м/с. Улар  $45^\circ$  бурчак остида тўқнашади.

тўқнашишдан кейинги тезликлари қандай ?

**3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Эластик тўқнашиш

[1] 66-70

[2] 71-75

[3] 91-103

2. Икки жисмнинг ўзаро таъсирини ўрганиш

[1] 76-81

[2] 84-86

[3] 135-137

**4-асосий савол: Ноэластик тўқнашиш.**

**4-асосий саволнинг мақсади:**

1. Ноэластик т ўқ нашиш ходисасини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Ноэластик т ўқ нашиш нима эканлигини билади.
2. Ноэластик т ўқ шиш учун олинган ифодаларни тушунади.
3. Механика масалаларини ечишда энергиянинг сақланиш қонуни билан биргаликда қўллай олади.

**4-асосий саволнинг баёни:**

Агарда тўқ шишда заррачаларнинг кинетик энергиялари саканмаса, бундай тўқшишларга ноэластик тўқшишлар дейилади. Бундай тўқнашишлардан кинетик энергиянинг бир қисми бошқа кўринишда энергияга айланади, масалан иссиқлик ёки потенциал энергияга. Демак тўқнашгандан сўнг тўла кинетик энергия тўқнашгандан олдингидан камаяди. Шуни таъкидлаш лозимки, хол ҳам бўлиши мумкин, яъни тўқнашишдан сўнг маълум бир энергия ажралиб чиқиши (масалан, химиявий ёки ядро) ҳам мумкин. Бу ҳолда тўқнашишдан кейинги кинетик энергиядан катта бўлади. Агарда тўқнашишдан сўнг иккала жисм қўшилиб қолса, у ҳолда улар яхлит битта жисм сингари ҳаракатланади. Бундай тўқнашишга абсолют ноэластик тўқнашиш дейилади. Кинетик энергия сақланмаслигига қарамадан тўла энергия доимо сақланади.

**Назорат топшириқлари. Б.Блум таксоманияси Категория**

1. Ноэластик т ўқ нашишни тушунтиринг.
2. Ноэластик т ўқ нашишда импульс қандай узгаради.
3. 10 тонна массали темир йўл вағони тинч турган худди шундай вағон билан тўқнашди. Агарда биринчи вағоннинг тезлиги 24 м/с бўлса, тўқ нашувдан сўнг вағонлар қандай тезлик билан ҳаракатланади.
4. А ва ВС молекулалар қуйидаги химиявий реакцияни содир қилишди.  $A + B = CB + AC$ . В ва С атомлар. Энергия ва импульснинг сақланиш қонунлари ёрдамида таъсир натижасида катта массали заррача йўқотган энергия топилсин.

**4-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Ноэластик т ўқ нашиш
  - [1] 55-67
  - [2] 71-75
  - [3] 91-103
2. Икки жисмнинг узаро таъсирини ўрганиш.
  - [1] 68-74
  - [2] 84-86
  - [3] 135-137

**Адабиётлар:**

1. С.П.Стрелков. Механика. Наука. М. 1975.
2. Ч.Киттель, В.Найт и М.Рудерман. Механика. Наука. М. 1983.
3. Д.Джанколи. Физика. Том-1. Мир. М. 1989.

**Импульснинг сақланиш қонуни мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ**

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А) сақланиш қонунларининг муҳимлигини тушунтириш; В) Импульснинг сақланиш қонуни ни яхши тасаввур қилиш <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Сақланиш қонунлари билан танишиб олади. 2. Сақланиш қонунларининг ўрнини аниқлай олади. 3. Импульснинг сақланиш қонуни таърифини билади. 4. Импульснинг сақланиш қонуни ифодасини ёза олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Масса, Тезланиш, Импульс, Кинетик энергия. Энергия, Потенциал энергия. Релятивистик, Деформация, Нерелятивистик, бошланғич системаси, Куч, Тебранма ҳаракат, Вектор катталиклар <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b>	Ўқитувчи талаба	

	Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.		
<b>3-босқич</b>	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзуни қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	<b>Ўқитувчи</b>	
<b>4-босқич</b>	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Сақланиш қонун лар ини айтиб беринг. 2. Сақланиш қонун лар и нима учун керак. 3. Импульс сақланиш қонуни ни таърифланг. 4. Иккита таъсирлашувчи жисм учун сақланиш қонуни ифодасини ёзинг. 5. Берк система қандай система? 6. Жисм импульси нима?	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>5-босқич</b>	<b>Якуний ҳулосалар чиқариш.</b> • Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади. • Ўз фикрини раван баён қилаолади. • Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.		

### 3-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

**3.1.** Массаси  $m_1 = 2$  кг бўлган жисм  $v_1 = 4$  м/с тезлик билан горизонтал ҳаракатланиб, ўз йўлидан  $m_2 = 0,5$  кг массали жисм билан ноэластик тўқнашади. Иккинчи жисм 1) тинч ( $v_2 = 0$ ) турганда: 2) биринчи жисмнинг ҳаракат йўналишида  $v_2 = 2$  м/с тезлик билан ҳаракатланганда: 3) биринчи жисмга қарама-қарши  $v_2 = -2$  м/с тезлик билан ҳаракатланади жисмларнинг урилишидан кейинги  $u'$ ,  $u''$  ва  $u'''$  тезликлари топилсин.

**Берилган:**  $m_1 = 2$  кг:  $v_1 = 4$  м/с:  $m_2 = 0,5$  га: 1)  $v_2 = 0$  2)  $v_2 = 2$  м/с: 3)  $v_2 = -2$  м/с

**Топиш керак:** 1)  $u' = ?$   $u'' = ?$   $u''' = ?$

**Ечилиши:** Ноэластик урилишда иккала жисм бир-бири билан тўқнашгандан сўнг бир хил  $u$  тезлик билан ҳаракат қилади. Импульснинг сақланиш қонунига асосан:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{u}. \quad (1)$$

Урилиш марказий бўлганлиги туфайли  $\vec{v}_1$ ,  $\vec{v}_2$  ва  $\vec{u}$  тезликлар бир тўғри чизик бўйлаб йўналганлиги учун (1) ифоданинг скаляр кўриниши ҳам бир хил бўлади.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)u. \quad (1a)$$

Бунда изланаётган  $u$  тезлик қуйидагига тенг бўлади:

$$u = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

Ҳисоблашларни бажарамиз:

$$1) u' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{2\text{кг} \cdot 4\text{м/с}}{2\text{кг} + 0,5\text{кг}} = \frac{8\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2,5\text{кг}} = 3,2\text{м/с}:$$

$$2) u'' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{2\text{кг} \cdot 4\text{м/с} + 0,5\text{кг} \cdot 2\text{м/с}}{2\text{кг} + 0,5\text{кг}} = \frac{9\text{кг} \cdot \text{м/с}}{2,5\text{кг}} = 3,6\text{м/с}$$

$$3) u''' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{2\text{кг} \cdot 4\text{м/с} - 0,5\text{кг} \cdot 2\text{м/с}}{2\text{кг} + 0,5\text{кг}} = \frac{7\text{кг} \cdot \text{м/с}}{2,5\text{кг}} = 2,8\text{м/с}$$

Жавоб: 1)  $u' = 3,2\text{м/с}$  2)  $u'' = 3,6\text{м/с}$

Сокин сувда турган, узунлиги  $L = 3$  м ва массаси  $M = 150$  кг бўлган қайиқнинг қуйруғидан  $m = 75$  кг массали одам учига ўтса, қайиқ қанча  $s$  масофага силжийди? Сувнинг қаршилигини ҳисобга олманг.

**Берилган:**  $L = 3$  м:  $M = 150$  кг:  $m = 75$  кг.

**Топиш керак:**  $s = ?$

**Ечилиши:** Агар одамнинг қайиққа нисбатан тезлигини  $\vec{v}$  билан, қайиқнинг сувга нисбатан тезлиги  $\vec{u}$  билан белгиласак, одамнинг сувга нисбатан тезлиги  $(\vec{v} + \vec{u})$  тенг бўлади, у ҳолда сувга нисбатан импульснинг сақланиш қонуни қуйидаги кўринишда бўлади:

$$m(\vec{v} + \vec{u}) + M\vec{u} = 0, \quad (1)$$

Одам ва қайиқнинг  $\vec{v}$  ва  $\vec{u}$  тезликлари бир тўғри чизик бўйлаб қарама-қарши йўналганлиги учун:

$$m(v - u) - Mu = 0, \quad (2)$$

Бунда  $v = l/t$  ва  $u = l/t$  бўлиб булар (2) га қўйилса:

$$m\left(\frac{l}{t} - \frac{s}{t}\right) = M \frac{s}{t}. \quad (3)$$

Бунда қайиқнинг силжиши  $s$  қуйидагига тенг бўлади:

$$s = l \frac{m}{M + m} = 3\text{м} \frac{75\text{кг}}{150\text{кг} + 75\text{кг}} = \frac{225\text{м} \cdot \text{кг}}{225\text{кг}} = 1\text{м}.$$

Жавоб: Қайиқ  $s = 1$  м га силжийди.

## №4 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Шарларнинг тўқнашуvidан уларнинг ҳаракат миқдорини аниқлаш.

**Ишдан мақсад:** Ҳаракат миқдорининг сақланиш қонуни тажрибада ўрганиш. Шарларнинг ҳаракат миқдорини эластик ва ноэластик урилишдан аниқлаш.

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Маълумки, шарларнинг урилишдан олдинги ҳаракат миқдорлари қуйидаги ча формула орқали аниқланади.

$$P = m_1 v_1(1)$$

$m_1$ -урилаётган шарнинг массаси;

$v_1$ - урилиш тезлиги.

Урилаётган шарнинг урилиш тезлиги

$$v_1 = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (2)$$

Формула орқали аниқланади. Бу ерда

$g$ -эркин тушиш тезланиши;

$l$ - шар осилган ипнинг узунлиги.

$\alpha_1$  - шарнинг мувозанатдан четлашган бурчакли масофаси (2) ни (1) га қўйиш йўли билан ноэластик урилишдаги ҳаракат миқдорини аниқлаш мумкин.

Шарларнинг эластик урилишдан кейинги йиғинди ҳаракат миқдори

$$P^1 = m_1 v_1^1 + m_2 v_2^1 \quad (3)$$

Бу ерда

$m_2$ -тинч турган шарнинг массаси;

$v_1^1$ -урилаётган шарнинг урилишдан кейинги тезлиги;

$v_2^1$ -тинч турган шарнинг урилишдан кейинги тезлиги

$v_1^1$  ва  $v_2^1$  қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$v_1^1 = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha_1^1}{2} \quad (4)$$

$$v_2^1 = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha_2^1}{2} \quad (5)$$

$\alpha_1^1$  - урилаётган шарнинг урилишдан кейинги мувозанатдан четлашган бурчакли масофаси;

$\alpha_2^1$  - тинч турган шарнинг урилишдан кейинги мувозанатдан четлашган бурчакли масофаси.

(4) ва (5) ларни (3) га қўйиш йўли билан эластик урилишдан кейинги йиғинди ҳаракат миқдорини аниқлаш мумкин.

Шарларнинг мутлақ ноэластик урилишдан кейинги йиғинди ҳаракат миқдори

$$P^{11} = (m_1 + m_2)v_2^{11} \quad (6)$$

$v_2^{11}$  - шарларнинг ноэластик урилишдан кейинги тезликлари

Бу қуйидаги формула билан аниқланади

$$v_2^{11} = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha_2^{11}}{2} \quad (7)$$

$v_2^{11}$  - шарларнинг ноэластик урилишдан кейинги мувозанат вазиятдан четлашишнинг бурчакли масофаси

#### Асбобнинг тузилиши

Асбобнинг умумий тузилиши 9-расмда келтирилган. Расмдан кўринадики, асбоб 3 қисмдан иборат. Асоси (1) ва унга ўрнатилган кранштейнга (4), осилган шарлар (7) ва электросекундомер (3).

Асос –горизонтал вазиятни яратувчи тўртта таянч (2), унга ўрнатилган кранштейн ва шарларни ушлаб турувчи металл стержендан иборат. Ҳар бир шарлар урилишда марказий урилиш ҳосил қилиши учун ва ўз ўқи атрофида айланиб кетмаслиги учун иккита металл ипга (6) осилган. Ипларнинг бири орқали кучланиш ўтказилган. Шарлар осилган ипнинг узунлиги кранштейнга ўрнатилган мослама орқали ўзгартириш мумкин. Кранштейннинг пастки қисмига шарларнинг мувозанат вазиятдан четланишни ўлчайдиган махсус шкала (8) бириктирилган.

Шкаланинг бошида эса шарни ушлаб турувчи электромагнит (9) маҳкамланган. Электромагнит шкаланинг исталган вазиятида ўрнатилиши мумкин.

#### Ишни бажариш тартиби

1. Шарлар маҳкамланган кранштейн максимал юқори ҳолатга келтирилади.
2. Шарлар орасидаги масофа шундай танланадики, улар вертикал осилганда бир-бирига тегиб турсин.
3. Шарларнинг горизонтал силжитиш йўли билан шундай вазиятга ўрнатиш мумкинки, улар бурчакли масофани ўлчовчи шкала билан бир текисликда бўлсин.
4. Дастлаб шарларнинг узунлигини иложи борича максимал ўрнатамиз. Шунга мос равишда бурчакли шкалани ҳам максимал пастки ҳолатда ўрнатамиз. Шарлар тинч турганда «ноль» шкалани кўрсатсин.
5. Шарларни ушлаб турувчи электромагнитни шкаладан танланган масофада ўрнатамиз.
6. Микросекундомерни 220В электр тармоғига улаймиз.
7. Микросекундомернинг «сет» тугмасини босамиз.
8. «Пуск» тугмасини қўйиб юборамиз.
9. Ўнг томондаги шарни электромагнитга ушлатиб қўямиз. Шу пайтда чап томондаги шар тинч ҳолатда бўлади.
10.  $\alpha_1$  –бурчакли масофани ўлчаймиз.
11. «Сброс» тугмасини босамиз.
12. «Пуск» тугмасини босамиз.
13. Шарлар тўқнашгач, қандай  $\alpha_1^1$  ва  $\alpha_2^1$  ёки  $\alpha_2^{11}$  бурчакларга сакраб бурилганлигини кузатамиз.
14. Бир вақтнинг ўзида микросекундомер ёрдамида шарларнинг тўқнашиши давомлилиги ўлчанади.
15. Тажрибани камида 10 марта такрорлаб,  $\alpha_1^1$  ва  $\alpha_2^1$ ,  $\alpha_2^{11}$  ҳамда  $t$  ларнинг ўртача қийматлари аниқланади.
16. Линейка ёрдамида шар осилган ипнинг узунлиги ўлчанади. Ўлчангшанда шар осилган ипнинг марказидан то шарнинг марказигача бўлган масофа олинади.
17. Ўлчанган қийматларни (2), (4), (5) ва (7) формулаларга қўйиб  $v_1; v_2^1; v_1^1; v_2^{11}$  лар аниқланади.



18. Аналитик тарозидан фойдаланиб  $m_1$  ва  $m_2$  шарларнинг массалари ўлчанади.
19. (1), (3) ва (6) формулалардан фойдаланиб, шарларнинг урилишидан олдинги ва кейинги ҳаракат миқдорлари аниқланади.

### Тажриба натижаларини таққослаш ва ҳатоликларни аниқлаш

- (4) ва (3) формулалар ёрдамида аниқланган ҳаракат миқдорлари таққосланади.
- тажриба ҳатоликлари қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$f = \frac{|P - P^1|}{P} 100\% \quad (8)$$

-P - тўқнашишдан олдинги ҳаракат миқдори ( $кг \cdot м/с$ )

$P^1$  - тўқнашишдан кейинги ҳаракат миқдори ( $кг \cdot м/с$ )

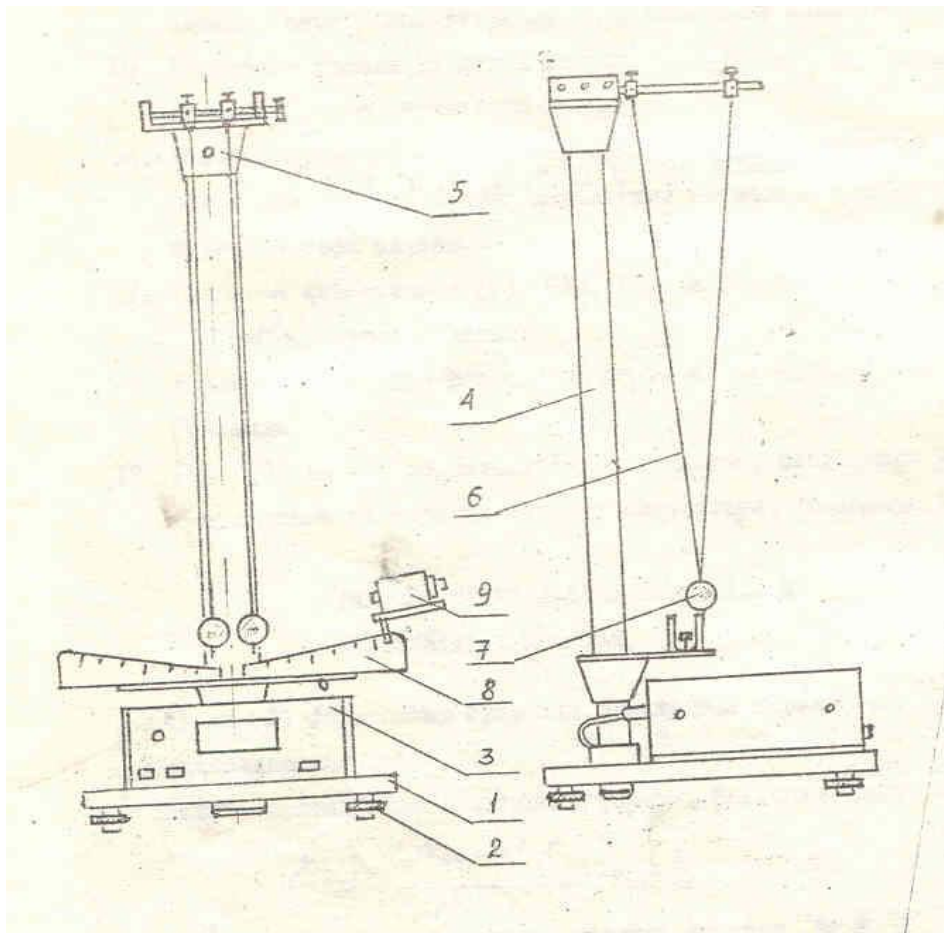
№	$l$ $m$	$\alpha$ $град$	$m_1$ $кг$	$m_2$ $кг$	$v_1$ $м/с$	$v_2$ $м/с$	$v_1^1$ $м/с$	$v_2^1$ $м/с$	$U$ $м/с$	$P_1 + P_2 = P_1^1 + P_2^1$
1										
2										
3										
4										
5										

### Синов саволлари

1. Ишни бажариш тартиби.
2. Эластик ва эластик бўлмаган шарларнинг урилиши.
3. Мутлоқ эластик ва мутлоқ ноэластик урилишда ҳаракат миқдори ва энергиянинг сақланиш қонунлари.
4. Ишчи формулани исботланг.

### Адабиётлар

1. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности» Москва: «Высшая школа» 1990.
2. Савельев И.В. «Умный физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1978.
3. Сивухин Д. В. «Умный физика курси». Механика. Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1981.
4. Иверонова В.И. «Физикадан практикум» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1973.
5. Муминов М.М. Хайдаров. Х.Х «Физикадан лаборатория ишлари учун қўлланма» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
6. Тожиев.А. «Физикадан лаборатория ишлари». Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1983.



3-расм

### 7-МАВЗУ: ИМПУЛЬС МОМЕНТИ.

#### Маърузанинг режаси:

1. Куч моменти.
2. Импульс моменти.
3. Импульс моментининг сақланиш ва моментлар тенгламаси.

#### Таянч суз ва иборалар:

Импульс	ички кучлар
Куч импульси	векторлар
Куч моменти	парма қоидаси
Бурчак гезлик	масса
Бурчак тезланиш	тезлик
Инерция моменти	радиус вектор
Жуфт кучлар	моддий нуқталар системаси
Нуқтага нисбатан куч моменти	ёпиқ система
Ўққа нисбатан куч моменти	сақланиш
Энергия	

#### Мавзуга оид муаммолар

1. Импульс моменти.
2. МН системанинг импульс моменти.
3. Эркин уқлар. Гироскоплар.

#### 1-асосий савол : Куч моменти.

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

А. Куч моментини тушунтириш.

Б. Кузғалмас нуқтага нисбатан куч моментини тушунтириш.

В. Кузғалмас ўққа нисбатан куч моментини тушунтириш.

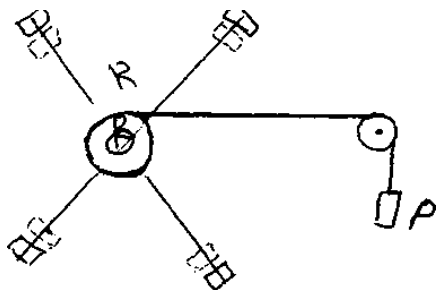
Г. Жуфт кучлар моментини тушунтириш .

**Идентив ўқув мақсадлари :**

1. Куч моментини ва куч елкасини билади.
2. Кузғалмас нуқтага нисбатан куч моментини билади.
3. Кузғалмас ўққа нисбатан куч моментини билади.
4. Жуфт кучлар ва моментларни тушунади.

**1-саволнинг баёни :**

Жисмнинг кузғалмас ўқ атрофидаги ҳаракати нима билан аниқланишини топиш учун қуйидаги тажрибани қараб чиқамиз. Уларга бир хил оғир  $m$  юклар маҳкамланган енгил крест шаклидаги жисмни олайлик.



Жисмнинг марказига поғонали шкив Ипнинг учини шкивнинг поғоналаридан маҳкамлаб бу ўраймиз ва ипнинг эркин учини блок орқали учига  $P$  юк осиб қўямиз. Агар  $P$  юкни қўйиб юборсак крест ортиб боровчи  $\vec{\omega}$  бурчак тезлик билан Теки с тезланувчи айлана бошлайди.

Юкнинг  $P$  оғирлигини шкифнинг  $l$  радиусини, юкларнинг массасини ва уларни ўслардан  $R$  уз оқлигини узгартириб, бу факторлар  $\beta$  бурчак тезланишга қандай таъсир кўрсатишини текширайлик. Бундай текширишлар натижасида қуйидагиларни аниқлаймиз.  $\beta$  бурчак тезланиш

- 1) ипнинг  $f$  таранглигига ва шкивнинг  $l$  радиусига тўғри пропорционал.  $\beta \sim f \cdot l$
- 2) юкларнинг массасига ва айланиш ўқидан юкларгача бўлган масофанинг квадратага тескари пропорционал.

$$\beta \sim \frac{1}{mR^2}$$

Демак, айланма ҳаракатнинг тезланиши фақат жисмга таъсир этувчи  $f$  кучгагина боғлиқ бўлмасдан балки, айланиш ўқидан кучнинг таъсир чизиқига ҳам бўлган  $l$  масофага ҳам боғлиқ экан. қўпайтма  $f \cdot l$  айланиш ўқиға нисбатан куч momenti деб аталувчи катталики беради.

$$\beta \sim \frac{1}{mR^2}$$

Шунингдек, бу қараб чиқилган тажрибадан  $\beta$  нинг катталиги айланувчи жисмнинг массасигагина эмас, балки массанинг айланиш ўқиға нисбатан тақсимланишига ҳам боғлиқ деган хулоса чиқади. Бу иккала ҳолни ҳисобга олувчи катталик жисмнинг айланиш ўқиға нисбатан инерция momenti деб аталади.

Шундай қилиб жисмнинг айланма ҳаракатини ўрганиш учун иккита янги физикавий катталик - куч momenti билан инерция моментини киритиш зарур.

Куч моментини аниқлаш дан бошлайлик.

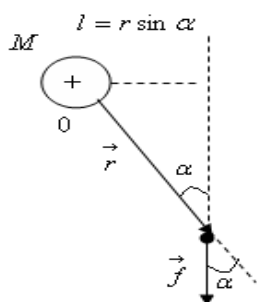
**1) Кузғалмас бош нуқтага нисбатан куч momenti.**

Бирор  $O$  нуқтага нисбатан кучнинг momenti деб,

$$\vec{M} = [\vec{r}\vec{f}] \quad (1)$$

ифода билан белгиланувчи  $\vec{M}$  вектор катталикка айтилади.

Бу ерда  $\vec{r} - O( )$  нуқтадан кучлар қўйилган нуқтагача ўтказилган радиус вектор. Бу ерда  $M$  - момент  $O$  нуқтага нисбатан олинган,  $\vec{f}$  -вектор расм Теки слигида ётади.



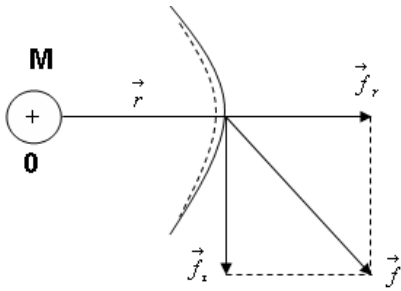
$\vec{r}$  -вектор ҳам шу Теки сликда ётади.  $M$  вектор эса биз томондан расм Теки слигига қараб перпендикуляр қўйналган.  $M$  вектор ичига крестга чизилган доирача шаклида тасвирланган.  $M$  векторнинг модули

$$M = rf \sin \alpha = lf \quad (2)$$

бу ерда  $\alpha$  -  $\vec{r}$  - ва  $\vec{f}$  нинг йўналиш лари орасидаги бурчак,  $l = r \sin \alpha$  эса  $O$  нуқтадан кучнинг таъсир чизиғига туширилган перпендикулярнинг уз унлиги.

Бу уз нлик кучнинг  $O$  нуқтага нисбатан елкаси дейилади.

(1) ва (2) га бошқача кўриниш бериш мумкин. Бунинг учун кучнинг векторини иккита:  $\vec{r}$  билан коллинеар бўлган  $\vec{f}_\alpha$  ва  $\vec{r}$  га перпендикуляр бўлган  $\vec{f}_\tau$  ташкил этувчиларга ажратамиз.



(1) дан  $\vec{f}$  ни  $\vec{f}_\alpha + \vec{f}_\tau$  билан алмаштирамиз ва вектор кўпайтманинг дистрибутивлигидан фойдаланамиз.

$$\vec{M} = [\vec{r}\vec{f}] = [\vec{r}(f_r + f_\tau)] = [\vec{r}f_r] + [\vec{r}f_\tau]$$

Бунда  $\vec{r}$  ва  $\vec{f}_r$ -векторлар узаро коллинеар бўлганлигидан.  $[\vec{r} \cdot \vec{f}_r] = 0$  Демак, нуктага нисбатан куч моменти қуйидагича кўринишда ифодаланиши мумкин.

$$M = [\vec{r}\vec{f}_\tau] \quad (3)$$

$\vec{r}$  ва  $\vec{f}_\tau$  узаро перпендикуляр бўлганлигидан M векторнинг модули

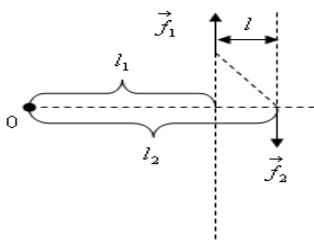
$$M = rf\tau$$

вектор кўпайтманинг дистрибутивлигидан умумий қуйилиш нуктага эга бўлган кучлар йиғиндисининг моменти қўшилаётган кучлар моментлари йиғиндисига тенг деган хулоса чиқади

$$M = [\vec{r}\vec{f}] = [\vec{r}(\vec{f}_1 + \vec{f}_2) + \dots] = [\vec{r}\vec{f}] + \dots M_1 + \dots \quad (5)$$

## 2. Жуфт куч моменти.

Катталиқ жиҳатдан тенг бўлган карама-карши йўналган ва бир тўғри чизик бўйлаб таъсир кўрсатмайдиган иккита кучга жуфт куч деб аталади.



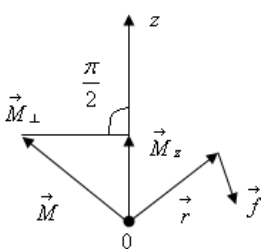
Кучлар таъсир кўрсатаётган тўғри чизиклар орасидаги l масофа, жуфт кучнинг елкаси дейилади. Жуфт кучнинг исталган нуктага нисбатан моменти бирдай эканлигини исботлайлик.

## 3. Ўққа нисбатан куч моменти.

Агар жисм O нуктага нисбатан ихтиёрий айланадиган бўлса, у ҳолда f куч таъсири остида жисм куч билан O нукта ўтган Теки сликка перпендикуляр ўқ атрофида, яъни берилган нуктага нисбатан олинган кучлар моментининг йўналиши

билан устма-уст тушувчи ўқ атрофида бурилади. Моментнинг катталиги кучнинг жисмни шу ўқ атрофида айлантириш қобилияти ни ҳаракатерлайди.

Агар жисм бирор белгиланган ўқ атрофидагина айлана олса. У ҳолда кучнинг жисмни шу ўқ атрофида айлантира олиш қобилияти кучнинг ўққа нисбатан моменти деб аталувчи катталиқ билан ҳаракатерланади.



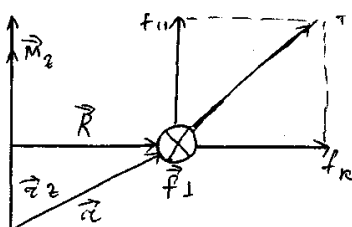
$\vec{f}$  кучнинг ўққа нисбатан моментини билиш учун кучнинг  $\vec{f}$  O нуктага нисбатан моментини топамиз.

Расмда  $\vec{f}_1\vec{r}$  ва  $\vec{M}$  векторлар расм Теки слигида ётмайди деб фараз қиламиз. O нукта ҳамма ўқ ўтказамиз ва M векторни иккита  $\vec{M}_i$  - ўққа параллел  $\vec{M}_i$  ташкил этувчиларга ажратамиз.

O нуктага нисбатан куч моментининг z параллел ташкил этувчиси ўққа нисбатан куч моменти деб юритилади. ўққа нисбатан куч моментини символ билан белгилаб қуйидагини ёзиш мумкин

$$M_z = [\vec{r}\vec{f}]_z \quad (7)$$

$\vec{M}$  вектор  $\vec{M}_z$  векторнинг катталиги билан йўналиш и z қандай танлаб олинганлигига боғлиқ. Агар z ўқ  $\vec{M}$  нинг йўналиш и билан устма-уст тушса, у ҳолда  $\vec{M}_z = \vec{M}$  бўлади. Агар z ўқ  $\vec{M}$  га перпендикуляр бўлса, у ҳолда  $M_z = 0$  бўлади.



$M_z$  нинг (7) ифодасини кўргазмалирок қилиб ёзиш мумкин.

Бунинг учун  $\vec{r}$  ни иккита  $\vec{r}_z$  ўққа параллел ва R ўққа перпендикуляр ташкил этувчиларининг йиғиндиси сифатида тасаввур қиламиз.

У вақтда z ўқига нисбатан куч моментини қуйидаги кўринишда

ёзиш мумкин.

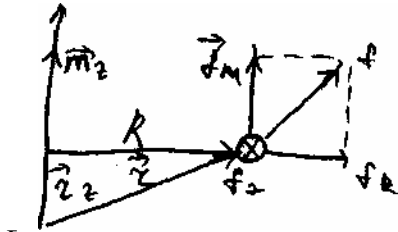
$$\vec{M}_z = [\vec{r} \vec{f}]_z = [(\vec{r}_z + \vec{R}) f] = [\vec{r}_z f]_z + [\vec{R} f]_z$$

Бирок  $[\vec{r}_z f]_z$  унинг бу ўқ бўйлаб ташкил этувчиси нолга тенг. Шунинг учун

$$M_z = [\vec{R} f]_z \quad (8)$$

Энди  $\vec{f}$  кучнинг векторини унга  $z$  ўққа параллел  $f \dots \vec{R}$  векторга коллениар  $\vec{f} R$  ва нихоят  $z$  ўқ ва  $\vec{R}$  вектор ҳамма ўтувчи Теки сликка перпендикуляр йўналган ташкил этувчиларнинг йиғинди си сифатида тасаввур этамиз.

Агар маркази  $z$  ўқ да ётган  $J$ -радиусли айланани куз олдимизга келтирсак, у вақтда ташкил этувчи бу айланага ўтказилган уринма бўйлаб йўналади. (8) да  $\vec{f}$  векторни юқорида эслатиб ўтилган ташкил этувчиларнинг йиғиндиси билан алмаштираемиз.



$$(\vec{f}_{11} + \vec{f}R + \vec{f}_r) = [\vec{R} f_{11}]_z + [\vec{R} f R]_z + [\vec{R} + \vec{r}]_z$$

Бирин алохида-алохида кўриб чиқамиз.

$[\vec{R} f_{11}]_z$  Вектор  $z$  ўққа перпендикуляр. Шунинг учун унинг ўқ бўйлаб ташкил этувчиси нолга тенг.  $[\vec{R} \cdot \vec{f}_r]_z$  вектор уз-узидан нолга тенг, чунки уни ташкил қилган кўпайтувчилари коллениардир. Демак, биринчи икки ташкил этувчи нолга тенг экан.  $[\vec{R} f]_z$  Вектор  $z$  ўққа параллел (уни ташкил қилган иккала Кўпайтувчи ҳам ўққа перпендикулярдир). Шунинг учун унинг ўқ бўйлаб ташкил этувчиси унинг узига тенг.

Шундай қилиб, биз қуйидаги формулага келамиз.

$$[\vec{R} f]_z = [\vec{R} + \vec{r}] \quad \vec{M}_z = [\vec{R} f r] \quad (9)$$

$\vec{R}$  ва  $\vec{f} r$  векторлар узаро перпендикуляр. Шунинг учун  $\vec{M}_z$  векторнинг модули қуйидагига тенг.

$R$  катталиқ  $f_r$  кучнинг  $z$  ўққа нисбатан елкаси дейилади. (9) дан  $\vec{M}_z$  момент  $f$  кучни узи таъсир кўрсатаётган жисмни ўқи атрофида бура олиш қобилияти ни ҳарактерлайди деган хулосага осонгина келиш мумкин.

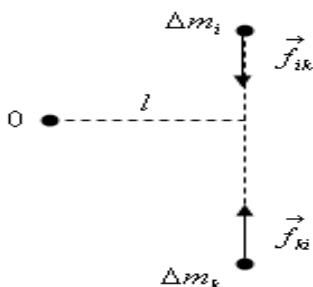
Ҳақиқатан ҳам  $\vec{f}_{11}$  ва  $\vec{f}R$  ташкил этувчилар жисмни  $z$  ўқи атрофида айлантира олмайди. Демак, биз текшираётган бурилиш фақат

$\vec{f} r$  ташкил этувчи томонидангина юзага келиши мумкин ва шу билан бирга бу ташкил этувчининг  $R$  елкаси қанча катта бўлса, у бурилиш шунча осонроқ амалга оширилади. ўққа нисбатан момент учун ҳам (5) муносабат ўринли яъни тенг таъсир этувчининг моментини қўшилувчи кучларнинг ўша ўққа нисбатан моментлари йиғинди си га тенг.

$$\vec{M}_z = \vec{M}_{z1} + \vec{M}_{z2} + \dots \quad (11)$$

### 3. Ички кучларнинг йиғинди momenti.

Исталган иккита элементар массаларнинг узаро таъсир кучлари бир тўғри чизик устида ётади. Уларнинг исталган  $O$  нуқтага нисбатан моментлар катталиқ жихатдан узаро тенг ва йўналиш жихатдан қарама-қаршидир.



Шунинг учун ички кучларнинг жуфт-жуфт бўлиб бир-бирини мувозанатлайди ва моддий нуқта хусусан Каттик жисмларнинг исталган система учун барча ички кучлар моментларининг йиғиндиси доим нолга тенг бўлади. Бу фикр барча ички кучларнинг исталган нуқтага нисбата моментларининг йиғиндиси учун ҳам бу кучларнинг исталган ўққа нисбатан моментларининг йиғиндиси учун ўринлидир.

### Муҳокама учун саволлар

1. Импульс нима?
2. Импульс momenti деб нимага айтилади?
3. Моддий нукталар системасининг импульс momenti қандай бўлади?
4. Айланиш укига салбий таосир курсатувчи ходисаларни айтинг ?

5. Эркин уқлар деб нимага айтилади?
6. Гироскоп нима?
7. Гироскопик самара қандай юзага келади?
8. Прецессия деб нимага айтилади?
9. Нутация деб қандай ҳаракатга айтилади?
10. Гироскоплар қаерда қулланилади?

#### Назорат топшириқлари Б. Блўм таксамонияси. Категория.

1. Куч моментини тушунтиринг.
2. Куч елкасини тушунтиринг.
3. Кузғалмас нуктага нисбатан куч моменти қандай бўлади.
4. Кузғалмас ўққа нисбатан куч моменти тенгламасини ёзинг.
5. Жуфт кучлар моменти қандай бўлади.

#### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

##### 1. Куч моменти.

- (1) 164-171 бетлар.
- (2) 225-227 бетлар.
- (3) 297-298 бетлар.

##### 2-асосий савол: Импульс моменти.

##### 2-асосий саволнинг мақсади:

А. Импульс моментини тушунтириш.

##### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Импульс моментини тушунади.
2. Ўққанисбатан импульс моментини билади.
3. Импульс моментининг ифодасини ёза олади.
4. Импульс моментини таърифлай олади.

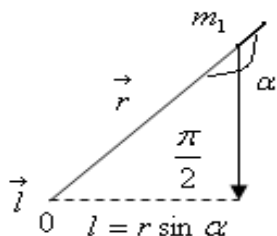
##### 2-асосий саволнинг баёни:

Моддий нуктанинг импульс моменти ҳам худди куч моментига ўхшаш усул билан аниқланади.

О нуктага нисбатан импульс моменти қуйидагига тенг.

$$l = [r \cdot p] = [rmv] = m[r\vec{v}] \quad (1)$$

бу ерда  $r$  - О нуктадан фазонинг моддий нукта ётган нуктага ўтказилган радиус вектор,  $\vec{P} = m\vec{v}$

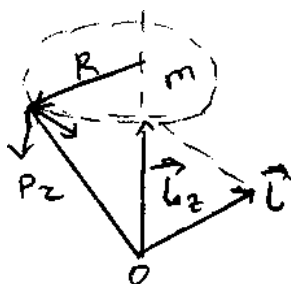


Моддий нуктанинг импульси.

$l = r p \sin \alpha$  елкани қиритиб импульс моменти векторининг модулини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$L = r p \sin \alpha = l p \quad (2)$$

Импульснинг  $z$  ўққа нисбатан моменти деб, ўқ да ётган О нуктага импульс моментининг шу ўқ даги ташкил этувчиси  $\vec{l}_z$  га айтади.



$$l_z = [\vec{r}\vec{p}]_z \quad (3)$$

Куч моментини чиқарганимиздек мулохоза қилиб, яъни  $\vec{r}$  ни  $z$  ўққа параллел  $r_z$  ва  $z$  ўққа перпендикуляр  $R$  ташкил этувчиларга ажралиб бундан

$$l_z = [\vec{r}_z \vec{p}]_z + [\vec{R} \vec{p}]_z = [\vec{R} \vec{p}]_z$$

Худди шундай  $P$  умумий импульсни ҳам ушта ташкил этувчиларга ажратамиз, яъни

$$\vec{P}_{11}, \vec{P}_R, \vec{P}_\tau$$

бу ерда  $R$  - радиус вектор  $\vec{r}$  нинг  $z$  ўққа перпендикуляр ташкил этувчиси  $\vec{p}_\tau$  эса  $\vec{p}$  векторнинг  $z$  ўқ ва  $m$  нукта ҳамма ўтувчи Теки сликка перпендикуляр ташкил этувчиси.

#### Назорат топшириқлари Б. Блўм таксамонияси. Категория.

1. Импульс моментини тушунтиринг.
2. ўққа нисбатан импульс моменти қандай бўлади.
3. Импульс моменти тенгламасини ёзинг.

4. Импульс моментини таърифланг.
  5. Ер шарининг уз айланиш ўқиға нисбатан инерция моменти ва импульс моментини топинг.
- 2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Импульс моменти.

(1) 164-165 бетлар.

(2) 184-187 бетлар.

(3) 297-298 бетлар.

**3-асосий савол: Импульс моментининг сақланиш қонуни ва моментлар тенгламаси.**

**2-асосий саволнинг мақсади:**

А. Импульс моментининг сақланиш қонунини тушунтириш.

Б. Моментлар тенгламасини тушунтириш. Идентив ўқув мақсадалари:

1. Импульс моментини билади.

2. Импульс моментининг сақланиш қонуни ифодасини тушунади.

3. Моментлар тенгламасини ёза олади.

2-асосий саволнинг баёни:

Импульс моментининг вақтга қараб ўзгариши нимага боғлиқ эканлигини аниқлайлик, бунинг учун (1) ифодани вақт бўйича дифференциаллаймиз. Биринчи қўшилувчи нолга тенг, чунки бир хил йўналган веторларнинг вектор қўпайтмасидан иборат.

Ҳақиқатан ҳам  $dr/dt$  вектор  $\vec{V}$  векторга тенг ва демак йўналиш жихатдан  $p = m \cdot \vec{V}$  векторга устма-уст тушади.  $\frac{dp}{dt}$  Вектор Ньютоннинг иккинчи қонуни га биноан  $f$  кучга тенг.

Демак,

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{r} \cdot \vec{f}] = \vec{M} \quad (6)$$

(6) муносабатдан моддий нуқтага таъсир этувчи кучларнинг бирор О нуқтага нисбатан натижавий моменти нолга тенг бўлса, у ҳолда моддий нуқта импульсининг О нуқтага нисбатан моменти ўзгармайди деган хулоса

келиб чиқади. Яъни  $M = 0 \frac{dL}{dt} = 0$  ифода моментлар тенгламаси деб аталади. Ўққа нисбатан ташкил этувчилар

$$\frac{dL_z}{dt} = \vec{M}_z \quad (7)$$

**Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Импульс моментининг вақт бўйича ўзгаришини тушунтиринг.

2. Импульс моментининг сақланиш қонуни ни таърифланг.

3. Импульс моментининг сақланиш қонуни тенгламасини ёзинг.

4. Моментлар тенгламасининг ифодасини ёзинг.

**3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Импульс моментининг сақланиш қонуни ва моментлар тенгламаси.

(1) 166-167 бетлар.

(2) 184-190 бетлар.

(3) 299-303 бетлар.

305-308 бетлар.

**Адабиётлар:**

1. Д. В. Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. ўқув чи. 1981

2. С. П. Стрелков. Общий курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.

3. С. Э. Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука. 1971 г.

### Импульс моменти мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Куч моментини тушунтириш. Б. Кузғалмас нуқтага нисбатан куч моментини тушунтириш. В. Кузғалмас ўққа нисбатан куч моментини тушунтириш.	Ўқитувчи	

	<p>Г. Жуфт кучлар моментини тушунтириш .</p> <p><b>Идентив ўқув мақсадлари:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Куч моментини ва куч елкасини билади.</li> <li>2. Кузғалмас нуктага нисбатан куч моментини билади.</li> <li>3. Кузғалмас ўққа нисбатан куч моментини билади.</li> <li>4. Жуфт кучлар ва моментларни тушунади.</li> </ol>		
<b>2-босқич</b>	<p><b>Асосий тушунчалар</b> Импульс, ички кучлар, Куч импульси, векторлар, Куч моменти, парма қондаси, Бурчак тезлик, масса, Бурчак тезланиш, тезлик</p> <p><b>Дарс шакли:</b> Маъруза</p> <p><b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар</p> <p><b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.</p>	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>3-босқич</b>	<p><b>Гуруҳда ишлаш</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мавзунини қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш.</li> <li>2. Талаларнинг фаоллигини ошириш.</li> <li>3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш.</li> <li>4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш.</li> <li>5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.</li> </ol>	<b>Ўқитувчи</b>	
<b>4-босқич</b>	<p><b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Куч моментини тушунтириш.</li> <li>2. Куч елкасини тушунтириш.</li> <li>3. Кузғалмас нуктага нисбатан куч моменти қандай бўлади.</li> <li>4. Кузғалмас ўққа нисбатан куч моменти тенгламасини ёзинг.</li> <li>5. Жуфт кучлар моменти қандай бўлади.</li> </ol>	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>5-босқич</b>	<p><b>Якуний хулосалар чиқариш.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>• Ўз фикрини раво баён қила олади.</li> <li>• Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## № 5 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Қаттиқ жисмлар айланма ҳаракатини Обербек маятниги ёрдамида ўрганиш.

**Ишдан мақсад:** Қаттиқ жисмлар айланма ҳаракатининг асосий тенгламасини тажрибада текшириш.

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Бу ишни бажариш учун тажриба қурилмаси сифатида Обербек маятниги қўлланилади 7-расм. Маятник тўртта стержень (А), иккита  $R_1$  ва  $R_2$  радиусли шкивдан иборат бўлиб, у қўзғалмас горизонтал ўқи атрофида айланиш қобилиятига эга. Стерженьларнинг ҳар бирида қўшимча юклар мавжуд бўлиб, улар стержень бўйича силжиши ва исталган жойда маҳкамланиши мумкин. Маятник  $R_1$  ёки  $R_2$  радиусли шкивларга ўралган ипга осилган  $m$  юкнинг оғирлик кучи таъсирида ҳаракатга келади.

$m$  юкнинг тушиш вақти электрон секундомер орқали ўлчанади. Маятникнинг ўққа ишқаланиши ва ҳавонинг қаришилиқ кучларини ҳисобга олмасак, маятникнинг айланма ҳаракат тенгламасини қуйидаги чак бўлади.

$$I\varepsilon = M = RT \quad (1)$$

$m$  юкнинг илгариланма ҳаракат тенгламаси

$$ma = mg - T \quad (2)$$

Чизиқли ва бурчак тезланиш ўртасидаги боғланиш

$$a = \varepsilon R \quad (3)$$

Бу тенгламаларда

$R$ - шкив радиуси;

$T$ -ипнинг таранглик кучи;

$a$ - юкнинг чизиқли тезланиши;

$I$ - маятникнинг инерция моменти;

$\varepsilon$  -маятникнинг бурчак тезланиши.



М- куч моменти

(1) ва (3) тенгламаларидан

$$a = \frac{mR^2}{I + mR^2} g \quad (4)$$

Бу тезланишни оддий йўл билан қуйидаги формула орқали тажрибада аниқлаш ҳам мумкин.

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad (5)$$

h- масофа;

t- шу масофани ўтиш учун кетган вақт.

(1) тенгламани текшириш бу қурилма ёрдамида икки усул билан амалга оширилади.

**1-усул.** Бу усулда маятникнинг инерция моменти ўзгармас бўлиб, куч моменти ўзгар ади.

(1) тенгламадан

$$\frac{M_1}{\varepsilon_1} = \frac{M_2}{\varepsilon_2} = I \quad (6)$$

(4) ва (5) тенгламаларни ҳисобга олсак айланма ҳаракат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$m_1 R_1^2 (gt_1^2 - 2h) = m_2 R_2^2 (gh_2^2 - 2h) \quad (7)$$

Бу тенгламадаги барча катталикларни тажрибада ўлчаса бўлади.

**2-усул.** Бу усулда куч моменти ўзгармас бўлиб, инерция моменти ўзгаради.

Гюйгенс-Штейнер теоремасига асосан масса марказидан четда жойлашган, бир ўққа нисбатан инерция моменти шу жисмнинг масса марказидан ўтган ўққа нисбатан инерция моменти  $I_0$  ва жисм массаси билан  $l$  квадрати қўп айтмасининг йиғинди сига тенг, яъни

$$I_1 = I_0 + m^1 l^2 \quad (8)$$

Агар  $I_0$  билан  $m^1$  массали юкчаларнинг марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моментини белгиласак, юкчаларнинг марказидан  $l_1$  масофадаги инерция моменти қуйидагича бўлади.

$$I_1 = I_0^1 + 4m^1 l_1^2 \quad (9)$$

$I_0$ -юкчасиз маятникнинг инерция моменти. У ҳолда тўлиқ маятникнинг инерция моменти

$$I_1^1 = I_0 + I_0^1 + 4m^1 l_1^2 \quad (10)$$

Агар маятникдаги юкчаларни маятник марказидан  $l_2$  масофага силжитсак, тўлиқ инерция моменти

$$I_2^1 = I_0 + I_0^1 + 4m^1 l_2^2 \quad (11)$$

(10) ва (11) тенгламалардан ( $l_1 > l_2$ ) бўлган ҳолда

$$I_1^1 - I_2^1 = 4m^1 (l_1^2 - l_2^2) \quad (12)$$

(1) ва (12) тенгликлардан

$$t_1^2 - t_2^2 = 8h \frac{m^1}{m} \cdot \frac{l_1^2 - l_2^2}{R^2 g} \quad (13)$$

(13) тенгламани (1) ва (5) тенгликларга қўйиш йўли билан қуйидаги ни ҳосил қиламиз:

### Асбобнинг тузилиши

Асбобнинг умумий кўриниши 7-расмда келтирилган. Вертикал калонка (2) асосга (1) ўрнатилган бўлиб, калонкага иккита кранштейн маҳкамланган. Пастки кранштейн (3) қўзғалмас бўлиб, юқориги кранштейн (4) колонка атрофида айланиши мумкин.

Асбобнинг асосида тўртта таянч (5) ўрнатилган. Улар ёрдамида асбобни горизонтал ҳолатда жойлаштириш мумкин. Колонканинг юқориги қисмига втулка (6) кийгизилган. Втулка эса ўз ўқи атрофида силлиқ айланувчи диск (7) маҳкамланган. Диск орқали чўзилмас ингичка ип (8) ўтказилган. Ипнинг бир учи Обербек маятникнинг (9) икки поғонали дискига, иккинчи учи юкка (10) уланган.

Обербек маятникнинг орқа томонида тормозловчи электромагнит ўрнатилган. Унинг ёрдамида

маятникни исталган ҳолатда тинч ушлаб туриш мумкин. Юкнинг баландлик бўйича босиб ўтган йўлини ўлчаш учун колонкага миллиметрли шкала чизилган. Юк ҳаракатининг бошланғич ва охириги вақтларини қайд қилиш учун фотоэлектрик (11,12) ўрнатилган. Асбобнинг асосига қўзғалмас ҳолатда миллисекундомер (13) маҳкамланган.

### **Ишни бажариш тартиби**

Лаборатория иши қуйидаги тартибда амалга оширилади.

- Асбоб 220В электр тармоғига уланади ва «сеть» тугмасини босиш йўли билан электрон блок ишлаётганлигига қаноат ҳосил қилинади.
  - «Сброс» тугмасини босиш йўли билан экранда ноль сонлари ҳосил қилинади.
  - «Пуск» тугмасини босганда жисмнинг айланма ҳаракати тўхта йди. Шатто қўшимча юк қўйганимизда ҳам маятник айланмайди.
  - Юклар осилган ип  $R_1$  радиусли шкив орқали ўтказилиб, юклардан бири (ўнг томондагиси) шундай юқори ҳолатда ўрнатиладики, биринчидан, юкнинг сатҳи кранштейндаги баландликни ўлчайдиган миллиметрлар шкаласининг Бошланғич ҳолатида бўлсин, иккинчидан, фотоэлектрик датчининг юқори ҳолатида жойлашсин
  - «Пуск» тугмасини босганимизда маятник ҳаракатга келади. Пастга ҳаракатланаётган юк юқориги ва пастки фотоэлектрик датчиклардан ўтганда электросекундомер ишга тушади ва тўхтайдди. Натижада юкнинг  $L$  масофадаги ўтган вақти  $t$  юқори аниқлик билан ўлчанади. Яна «сброс» тугмачаси босилиб, ўлчашлар такрорланади.
  - Шкивларнинг  $R_1$  ва  $R_2$  радиуслари штангенциркуль ёрдамида бир неча бор ўлчаниб, ўртача арифметик қиймати олинади.
  - Стерженларга юкчалар киритилиб, айланиш марказига яқин қилиб ўрнат илади. Айланиш марказида юкчаларга бўлган масофа  $l$  стержендаги чизик чалар ёрдамида ўлчанади.
  - 1-усулдаги (7) формуланинг тўғрилигини текшириш учун маятникнинг инерция моментини ўзгартирмасдан, фақат юкнинг қийматини ўзгар тирамиз. Бунинг учун шкив орқали ўтган юкнинг устига навбатма-навбат юкларни қўйиш йўли билан юкнинг массасини оширамыз. Ҳар сафар юкнинг тушиш вақтини ўлчаб, борамиз. Топилган қийматларни (7) га қўйиб тенгламанинг тўғрилигини текширамыз.
  - Сўнгра ипни  $R$  радиусли шкивга ўраб юқоридаги ўлчашларни яна такрорлаймиз.
  - 2-усулдаги (14) формуланинг тўғрилигини текшириш учун юкнинг массасини ва шкив радиусини ўзгартирмасдан, маятникнинг инерция моментини ўзгартирамыз. Бунинг учун стержендаги юкчаларни иложи борица маятник марказидан узоқда жойлаштирамыз.
- Дастлаб  $l_1$  ва  $l_2$  масофаларни ўлчаб оламыз.
- «Пуск» тугмачасини босиш йўли билан юкчаларнинг маятник марказига энг яқин ва энг узоқ ҳолатларида юкнинг баландликдан тушиш вақтлари  $t_1$  ва  $t_2$  ўлчанади. Ўлчанган қийматлар (14) формулага қўйилади ва тенгламанинг тўғрилиги текширилади.

### **Синов саволлари**

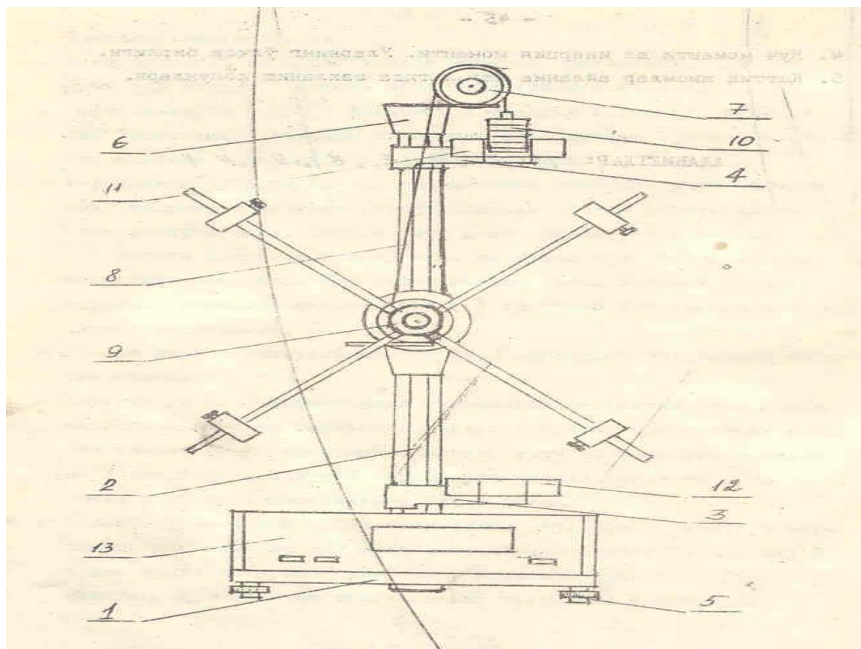
1. Ишни бажариш тартиби.
2. қаттик жисмлар айланма ҳаракати.
3. Ишчи формуланинг исботи.
4. Куч момент ива инерция моменти. Уларнинг ўлчов бирлиги.
5. қаттик жисмлар айланма ҳаракатида сақланиш қонунлари.

### **Адабиётлар**

1. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности» Москва: «Высшая школа» 1990.
2. Савельев И.В. «Умумий физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти , 1978.
3. Иверонова В.И. «Физикадан практикум» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1973.
4. Муминов М.М. Хайдаров. Х.Х «Физикадан лаборатория ишлари учун қўлланма» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
5. Фриш. С.Э. Тиморева. А.В. «Умумий физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1965.
6. Назиров. Э.А. ва бошқалар «Механика ва молекуляр физикадан практикум». Тошкент:

Ўқитувчи нашриёти, 1979.

7. Парпиев. К. Г. «Механика ва молекуляр физикадан практикум» Тошкент: 1978.



7-расм

## 8-МАВЗУ: ҚАТТИҚ ЖИСМ ДИНАМИКАСИ

### Маърузанинг режаси:

1. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламалари.
2. Инерция моменти
- 3 Математик маятник ва физик маятник
4. Физик маятник

### Таянч суз ва иборалар

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1. Куч моменти      | 11. энергия         | 21. шар             |
| 2. Импульс моменти. | 12. импульс энергия | 22. яхлит шар       |
| 3. Бурчак тезлик    | 13. иш              | 23. сферик қатлам   |
| 4. Чизиқ ли тезлик  | 14. Кўчиш           | 24. инерция маркази |
| 5. Масса            | 15. зичлик          |                     |
| 6. Инерция моменти  | 16. жисм            |                     |
| 7. Куч              | 17. координата      |                     |
| 8. Импульс          | 18. палка           |                     |
| 9. Вакт             | 19. стержинь        |                     |
| 10. Тезланиш        | 20. цилиндр         |                     |

### Мавзуга оид муаммолар

1. Кимирламас ук атрофида айланувчи каттик жисм асосий тенгламаси.
2. Узгармас куч моментининг бажарган иши.
3. Импульс моменти.

**Асосий савол:**

1. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламалари.

**1-асосий саволнинг мақсади:**

А. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламаларини тушунтиринг.

Б. Қаттиқ жисм ҳаракатининг кинетик энергиясини тушунтиринг.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Қаттиқ жисм динамикасининг асосий тенгламаларини билади.

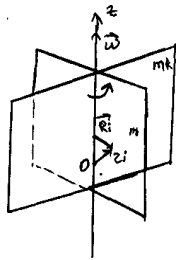
2. Инерция моментини тушунади.

3. Қаттиқ жисм ҳаракатининг кинетик энергияси тенгламасини билади

4. Қаттиқ жисм бирор бурчакка бурулганда бажарилишини тушунтира олади.

**Мавзу : Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламаси.**

Ўққа нисбатан моментлар тенгламасини айланма ҳаракатга қўлаймиз. Моментларга кузғалмас ўқи сифатида айланиш ўқини олиш қулай.



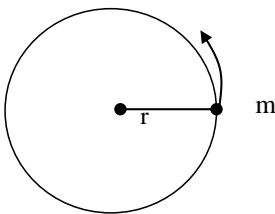
Умумий  $z$  ўққа эга бўлган Теки сликларнинг бирортасида  $m$ ; массали моддий нукта айлана ҳаракатқилаётган бўлсин. Ҳамма Теки сликлар бу ўқ атрофида бир хил бурчак Теки слик билан айлана олиши мумкин. Бизга маълумки  $\omega$  бурчак тезлик билан  $v$  чизиқли Теки сликнинг танциал ташкил этувчиси орасида қуйидагича муносабат ўринли.

$$\vec{V}_a = [\omega R \vec{e}_i]$$

Бу ерда  $\vec{R}_i - \vec{r}_i$  радиус вектори ўққа перпендикуляр ташкил этувчиси  $\vec{V}_a$  нинг бу қийматини  $l_z = m[Rvt]$  га қўйсақ нуктанинг  $z$  ўққа нисбатан импульс momenti ифодасини топамиз.

$$\vec{l}_{zi} = m[R; [\omega R_i]] = m; R^2 \omega$$

ёки



$$L = mvr$$

Бу ифодани барча нукталар бўйича қўшиб ва  $\omega$  умумий кўпайтмани йиғинди ишораси остидан чиқариб система импульсининг ўққа нисбатан momenti учун қуйидаги ифодани топамиз.

$$\tau_z = \omega \sum_{L=1}^N m_i R_i^2 \quad (1)$$

$$L \cdot \sum_{L=1}^N m_i R_i^2 = I_z \quad (2)$$

физикавий катталиклар моддий нукталар системасининг  $z$  ўққа нисбати инерция momenti дейилади. (2)→(1)

$$\vec{L}_z = I_z \omega \quad (3)$$

нинг бу ифодасини  $\frac{dL_z}{dt} = M_z$  га қўйсақ кузгалмас ўқ атрофида айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламасини топамиз.

$$\frac{d}{dt}(I_z \omega) = \vec{M}_z \quad (4)$$

(4) моддий нукта ҳаракати учун Ньютон тенгламасини эслатади, яъни

$$\frac{d}{dt}(mv) = \vec{F}$$

(4) да масса ролини инерция моменти, импульс ролини  $L$  импульс моменти, тезлик ролини  $\omega$  бурчак тезлик, куч ролини  $M$  куч моменти ўйнайди.

Илгариланма ҳаракат	Айланма ҳаракат
$m\vec{a} = \vec{F}$	$I_z E = M_z$
$\vec{P} = m\vec{V}$	$\vec{L}_z = I_z \omega$
$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$	$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$

Импульс моменти кўпинча системанинг айланлантирувчи импульси деб аталади. Бу терминологиядан фойдаланиб система айланлантирувчи импульснинг вақт бўйича олинган ҳосиласи ташқи кучларнинг айланиши ўқиға нисбатан моментига тенг, деб айтиш мумкин.

Агар ташқи кучларнинг айланиш ўқиға нисбатан  $M$  моменти нолга тенг бўлса, у ҳолда  $I\omega$  айланлантирувчи импульс сакланади.

$$I \frac{d\omega}{dt} = M \quad (5)$$

Агар моддий нукта айлана бўйлаб ҳаракатланаётган бўлса у ҳолда бурчакка бурилишдаги элементар иш

$$dA = Fds = Frd\varphi = Md\varphi \text{ га тенг бўлади.}$$

Қаттиқ жисм ҳолида, ички кучлар иш бажармайди.

$$dA = Md\varphi \quad (6)$$

Айланма ҳаракат қилаётган қаттиқ жисмнинг кинетик энергияси

$$Ek = \frac{1}{2} \sum mv^2 = \frac{1}{2} \sum m(\omega r)^2 = \frac{\omega}{2} \sum mr^2$$

$$Ek = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{L^2}{2I} \quad (7)$$

бу ерда  $m \Rightarrow I$   $v \Rightarrow \omega$   $r \Rightarrow L$

#### Мухокама учун саволлар

1. Куч моменти деб нимага айтилади?
2. Каттиқ жисмнинг импульс моменти деб нимага айтилади?
3. Импульс моменти бирлиги қандай?
4. Бурчакли тезланиш формуласини езинг.
5. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламасини тушунтиринг.
6. Куч моментининг бажарган иши қандай?
7. Импульс моментини сакланиш конуни қандай бўлади?
8. Импульс моментини сакланиш конунини курсатувчи тажрибаларни айтинг.
9. Импульс моментини сакланиш конуни қандай санок тизимларда бажарилади?
10. Импульс моментини сакланиш конунига мисоллар келтиринг.

Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламасини ёзинг.
2. Инерция моментини тушунтиринг.
3. Қаттиқ жисм ҳаракатининг кинетик энергияси ифодасини ёзинг.
4. Қаттиқ жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракатдаги бажарилган иш тенгламасини ёзинг.

### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламаси.

(1) 172-173 бетлар.

(2) 235-239 бетлар.

(3) 412-420 бетлар

### 2-асосий саволнинг мақсади:

А. Жисмнинг инерция моментини тушунтириш.

Б. Штейнер-Гюгенс теоремасини тушунтириш.

### Идентив ўқув мақсадалари:

1. Инерция momenti тенгламасини билади.

2. Жисмнинг марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моментини аниқлаб олади.

3. Исталган ўққа нисбатан инерция momenti тенгламасини ёза олади.

4. Стерженнинг, цилиндрнинг, яхлит шарнинг, ичи ковак шарнинг ва доиравий халқанинг инерция моментларини билади.

### 2-асосий саволнинг баёни:

Жисмнинг инерция момента аддитив катталиқдир. Демак бу жисмнинг инерция momenti унинг қисмлари инерция моментларининг йиғиндиси га тенг эканлигини билдиради.

Жисм ичидаги масснинг тақсимланишини зичлик деган катталиқ ёрдамида ҳарактерлаш мумкин. Агар жисм бир жисмни бўлса у ҳолда

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Агар масса ноТеки с тақсимланган бўлса, у ҳолда (1) ифода зичликнинг ўртага қийматини беради. Бундай ҳолда берилган нуқтадаги зичлик қуйдаги ча ёзилади.

$$\rho = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV}$$

(2) га биноан  $\Delta m$ ; элементар масса берилган нуқтадаги  $\rho$  жисм зичлигининг тегишли  $\Delta V$  элементар хажмга кўпайтмасига тенг.

$$\Delta m_i = \rho_i \Delta V_i$$

Демак, инерция momenti қуйдаги кўринишда ёзиш мумкин.

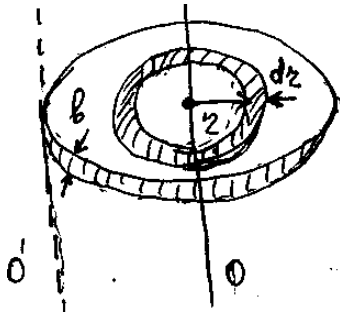
$$I = \sum_{i=1}^N \Delta m_i r_i^2 = \sum_{i=1}^N \rho_i r_i^2 \Delta V_i \quad (3)$$

Биз бу ерда  $R_i$  ни  $r_i$  билан алмаштирдик. Агар жисмнинг зичлиги узгармас бўлса, уни йиғинди ишораси остида чиқариш мумкин.

$$I = \rho \sum_{i=1}^N r_i^2 \Delta V_i \quad (4)$$

$$I = \int r^2 dm = \int \rho r^2 dV \quad (5)$$

(5) даги интеграллар жисмнинг бутун ҳажми бўйлаб олинган. Бу ерда  $\rho$  ва  $g$  катталиклар нуқтанинг, масалан  $x, y$  ва  $z$  Декарт координаталарининг функциясидир.



Мисол сифатида бир жинсли дискнинг унинг Теки слигига перпендимкуляр ва марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моментини топайлик.  $O^*$   $O$  Дискни  $dr$  калинликдаги ҳалка симон катламларга бўлиб чиқамиз. Бундай битта Қувват барча нуқталари ўқ дан бир хил  $g$  га тенг бўлган масофада ётади. Бундай Қувват ҳажми

$$dv = 2\pi r dr$$

Бу ерда  $h$  дискнинг калинлиги. (5) га асосан

$$I = \rho \int r^2 dv = \rho 2\pi \int_0^R r^3 dr$$

бу ерда  $R$  -дискнинг радиуси.

$$I = 2\pi \rho \int_0^R r^3 dr = 2\pi \rho \frac{R^4}{4}$$

Бунда  $m = 2\pi R^2 \rho = V\rho$  дан

$$I = \frac{mR^2}{2} \quad (6)$$

$O^*O$  ўққа нисбатан инерция momenti Штейнер теоремасидан фойдаланиб топилади.

**Таъриф.** Исталган ўққа нисбатан инерция моменти  $I$  шу ўққа параллел бўлган ва жисмнинг инерция маркази ҳамма ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти  $I_0$  билан жисмнинг  $m$  массасининг ўқ лар орасидаги  $a$  масофа квадратига кўпайтмасининг йиғиндисига тенг.

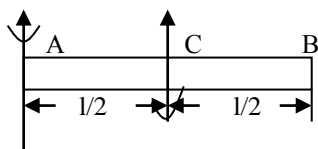
$$I = I_0 + ma^2 \quad (7)$$

Штейнер теоремасига биноан дискнинг  $OO$  ўққа нисбатан инерция моменти дискнинг маркази ҳамма ўтувчи ўққа нисбатан биз топган инерция моменти билан  $mR^2$  нинг йиғиндисига тенг. Бу ерда  $R = O^1 O^1$  ва  $OO$  ўқ лар орасидаги масофа..

$$I = \frac{mR^2}{2} + mR^2 = \frac{3}{2}mR^2$$

Шундай қилиб, Штейнер теоремаси аслида исталган ўққа нисбатан инерция моментини ҳисоблаш ни жисмнинг инерция маркази ҳамма ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти ҳисоблаш га келтирар экан.

1. Ингичка бир жинсли стерженнинг бир ўққа нисбатан инерция моменти.



Ўқ стерженнинг  $A$  учидан ўтган бўлсин.  $A$  учидаги ўқ нинг инерция моменти  $I_A = Rml^2$  деб ёзиш мумкин. Бу ерда  $R$  порционаллик коэффициенти бўлиб у жисмнинг фақат шаклига ва унинг айланиш ўқиға нисбатан жойлашишига боғлиқ.  $L$ -жисмнинг бирор хarakterли ўлчами ёки унинг бир хarakterли нуқтанинг айланиш ўқидан уз оклиги тушунилади. Бизнинг мисолда у стерженнинг уз унлиги.

Стерженнинг  $C$  маркази унинг массалари маркази ҳисобланади. Штейнер- Гюйгенс теоремасига кўра

$$I_A = I_c + m (l/2)^2$$



$I_c$  - катталикни ҳар бирининг уз унлиги  $l/2$  массаси  $\frac{m}{2}$  демак инерция моменти бўлган иккита ва стерженлар инерция моментлари йиғинди си деб караш мумкин. Шундай қилиб

$$I_c = Rm (l/2)^2$$

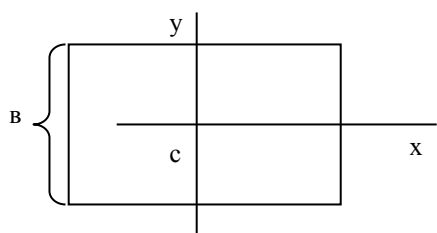
$$Rml^2 = Rm (l/2)^2 + m (l/2)^2$$

га эга бўламиз. Бундан  $R = \frac{1}{3}$  натижада

$$I_A = \frac{1}{3} ml^2 \quad (1)$$

$$I_C = \frac{1}{12} ml^2 \quad (2)$$

2. Бир жинсли тўғри бурчакли пластинка ва тўғри бурчакли параллелепиднинг моменти



$$\left. \begin{aligned} I_x &= \frac{m}{12} b^2 \\ I_y &= \frac{m}{12} a^2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$I_z = \frac{m}{12} (a^2 + b^2) \quad (4)$$

z-нисбатан инерция моменти

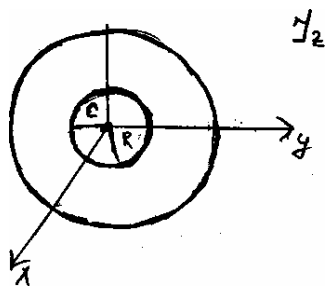
$I_z$   $I_x$   $I_y$  тўғри бурчакли параллелепипеда томонларининг уз унлиги  $a$  ва  $b$  дан иборат бўлган асосан-марказидан ўтувчи геометрик ўққа нисбатан инерция моментини беради.

3. Ингичка доиравий халқанинг инерция моменти ўқиға нисбатан инерция моменти.  
 $z$  ўқға нисбатан инерция моменти равшанки

$$I_z = mR^2 \quad (1)$$

Симметрикия  $I_x$   $I_y$  туфайли  
 Шунинг учун

$$I_x = I_y = \frac{1}{2}mR^2 \quad (2)$$



3. Бир жинсли яхлит цилиндрнинг кўндаланг ўққа нисбатан инерция моменти.

Штейнер теоремасига кўра  $dm$  массали кичик цилиндрнинг  $A$  айланиш ўқиға нисбатан инерция моменти.

Ўнг томондаги биринчи қўшилувчи бир жинли ингичка стерженнинг инерция моменти учун ёзилган ифода билан мостушади. Шунинг учун  $\frac{1}{3}ml^2$  га тенг.

$$I_A = \frac{1}{12}ml^2 + \frac{1}{4}mR^2 \quad (1)$$

Агар цилиндрнинг баландлиги  $l/2$  ва массаси  $m/2$  бўлган иккита цилиндрга ажратсак, у холда цилиндрнинг массалари марказидан ўтувчи кўндаланг геометрик ўққа нисбатан инерция моменти (1) дан топиш мумкин.

$$I_c = \frac{1}{12}ml^2 + \frac{1}{4}mR^2 \quad (2)$$

4. Чексиз юпка деворли ковак шарнинг инерция моменти.

$$I = \frac{2}{3}mR^2 \quad (1)$$

Ичи ковак шарнинг унинг диаметрига нисбатан инерция моменти.

5. Бир жинсли яхлит шарнинг инерция моменти.

Шар бир жинсли бўлганлигидан  $dm = m \frac{dv}{V}$  бу ерда  $dv = 4\pi r^2 dr$  сферик катламнинг хажми.

$V = \frac{4\pi}{3}R^3$  -бутун шарнинг хажми.

Сферик Кувват диаметрига нисбатан инерция моменти

$$dI = \frac{2}{3}dmr^2 = 2m \frac{r^4}{R^3} dr$$

Интеграллаб яхлит шар учун инерция моментини топамиз

$$I = \frac{2}{5}mR^2$$

1. Бир жинсли эллипснинг инерция моменти

$$I_z = \frac{m}{4}(a^2 + b^2).$$

**Назрат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Инерция моменти ифодасини ёзинг
2. Инерция марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти ифодасини ёзинг.
3. Штейнер-Гюйгенс теоремасини таърифланг.
4. Стерженнинг, цилиндрнинг, яхлит шарнинг ва доиравий халқанинг инерция моменти ифодаловчи формулаларни ёзинг.

5. Уз унлиги 0, 5 м массаси 0, 2 кг бўлган ингичка тўғри стерженнинг унга перпендикуляр бўлиб учларнинг биридан 0, 5 м масофада бўлган нуктасидан ўтган ўққа нисбатан инерция моментини топинг.

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Инерция momenti .

(1) 172-173 бетлар.

(2) 180-183 бетлар.

(3) 403-405 бетлар.

2. Штейнер-Гюйгенс теоремаси. .

(1) 181-188 бетлар.

(2) 211-215 бетлар.

(3) 403-407 бетлар

**4-асосий савол: Математик ва физик маятник.**

**4-асосий саволнинг мақсади .**

А. Математик маятникни тушунтириш

Б. Физик маятникни тушуништириш .

**Идектив ўқув мақсадлари**

1. Айлантирувчи моментни тушунади.

2. Математик маятникни таърифлай олади.

3. Математик маятникнинг тебраниш даврини ифодаловчи тенгламани билади.

4. Физик маятникни таърифлай олади.

5. Физик маятникни тебраниш даврини билади.

6. Келтирилган уз унликни тушунади.

4-асосий саволнинг баёни:

Жисмнинг потенциал ва кинетик энергиялари

$$E_p = \frac{1}{2} R x^2 \quad E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m x^2 \quad (1)$$

Ифодалар билан берилади. Улардан ҳар бири вақт бўйича узгаради. Бироқ уларнинг  $E = E_p + E_k$  йиғиндиси вақт бўйича узгармасдан қолиши керак.

$$E = \frac{1}{2} R x^2 + \frac{1}{2} m x^2 = const \quad (1)$$

Агар  $x = a \cos(\omega_0 t + \alpha)$  дан фойдалансак у ҳолда (1) дан

$$E_p = \frac{1}{2} R a^2 \cos^2(\omega_0 t + \alpha) \quad E_k = \frac{1}{2} m \omega_0^2 a^2 \sin^2(\omega_0 t + \alpha)$$

келиб чиқади ёки  $R = m \omega_0^2$  муносабатга кўра

$$E_k = \frac{1}{2} R a^2 \sin^2(\omega_0 t + \alpha)$$

га эга бўламиз.

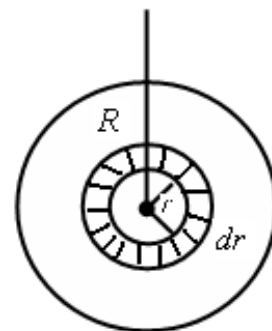
Кинетик энергия максимумдан ўтганда потенциал энергия нолга айланади ва аксинча. Бироқ  $E = E_p + E_k$  тўла энергия узгармайди ва а амплитуда билан

$$E = \frac{1}{2} R a^2 \quad (3)$$

муносабат ҳамма боғланади ёки (3) га  $R$  нинг қийматини қўйсак у ҳолда гармоник тебранишнинг тўла энергияси

$$E = \frac{1}{2} m \omega_0^2 a^2 \quad (4)$$

га тенг бўлади.



### Математик маятник.

Математик маятник деб вазинсиз ва чизилмайдиган ип билан унга осилган бир нуктада мужассамланган массада иборат идеал системага айтилади.

Маятникнинг мувозант ҳолатидан оқиши ни ип вертикал билан ҳосил қилган  $\varphi$  бурчак ҳамма характерлаймиз. Маятник уз мувозанат ҳолатидан орган вақитда  $ml \sin \varphi$  га тенг айлантирувчи  $M$  момент юзага келади. У шундай йўналганки, маятникни мувозанат ҳолатига кайтаришга интилади. Шу хусусияти жихатидан бу куч квазиэластик кучга ўхшайди. Шу сабабдан куч билан силжиш каби  $M$  билан  $\varphi$  га қарама-қарши ишоралар берилиши керак. Демак айлантирувчи моментнинг ифодаси қуйидаги кўринишга бўлади.

$$M = -mgl \sin \varphi \quad (1)$$

Маятник учун айлана ҳаракат динамикаси тенгламасини ёзайлик. Бурчак тезланишини  $\ddot{\varphi}$  билан белгилаб маятникнинг инерция моментини  $ml^2$  га тенг эканлигини ҳисобга олиб қуйидагини топамиз.

$$ml^2 \ddot{\varphi} = -mgl \sin \varphi$$

ўнги тенгламани

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{l} \sin \varphi = 0 \quad (2)$$

кўринишга келтириш мумкин.

Кичик тебренишларнинг текшириш билан чегараланайлик. Бу ҳолатда  $\sin \varphi \approx \varphi$  деб олиш мумкин. Ундан ташқари

$$\frac{g}{l} = \omega_0^2 \quad (3)$$

белгини киритиб, қуйидаги тенгламани топамиз.

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0 \quad (4)$$

унинг ечими

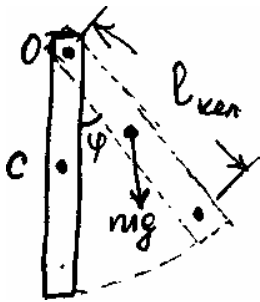
$$\varphi = a \cos(\omega_0 t + \alpha) \quad (5)$$

Демак кичик тебренишлар учун математик маятникнинг иш вақти бўйича гармоник узгарор экан. Математик маятникнинг тебрениш даври  $T = 2\pi/\omega$  дан

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6)$$

### Физик маятник.

Инерция маркази билан устма уст тушмайдиган кузгалмас нукта атрофида тебраниш хусусиятига эга бўлган қаттиқ жисм *физик маятник* деб аталади. Мувозанат ҳолатида маятникнинг  $S$  инерция маркази  $O$  осилган нуктаси билан бир вертикалда ётади. Маятникнинг  $\varphi$  бурчак ўтганда уни мувозанатга келтириш учун



$$M = -mgl \sin \varphi \quad (1)$$

Момент таъсир ўшқилади. Бу ерда  $M$  - маятникнинг массаси,  $l$  - маятникнинг осилиш нуктаси билан инерция маркази орасидаги масофа.

Маятникнинг осилиш нуктаси ҳамма ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти  $I$  билан белгилаб

$$I \ddot{\varphi} = -mgl \sin \varphi \quad (2)$$

ни ёзиш мумкин. Кичик тебранишлар учун (2) бизга маълум бўлган қуйидаги тенгламалар  $\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0$  (3)

Буерда 
$$\omega_0^2 = \frac{mgl}{I} \quad (4)$$

(1) ва (4) қуйидаги хулоса чиқади: мувозанат ҳолатдан кам орган вақтларда физик маятник гармоник тебранишлар экан ва бу тебранишларнинг частотаси маятникнинг массасига, маятникнинг айланиш ўқига нисбатан инерция моментига ва маятникнинг айланиш ўқи билан инерция маркази орасидаги масофага пропорционал бўла р экан.

(2) га биноан физик маятникнинг тебраниш даври

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}} \quad (5)$$

Буни билан солиштирсак

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6)$$
$$l_{\text{кел}} = \frac{l}{ml}$$

Физик маятникнинг келтирилган узунлиги осилиш нуктасининг маркази билан бирлаштирувчи Тўғри чизик устида айланиш ўқидан келтирилган уз унликка тенг масофада ётган нукта физик маятникнинг тебраниш маркази дейилади.

Штейнер теоремасига биноан

$$(7)-(6) \quad I = I_0 + ml^2 \quad (7)$$

$$(6)-(5) \quad l_{\text{кел}} = \frac{I_0}{ml} + l \quad (8)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{\text{кел}}}{g}}$$

бундан 
$$g = \frac{4\pi^2 l_{\text{кел}}}{T^2} \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l_{\text{кел}}}}$$

### Назорат топшириқлари Б. Блўм таксамонияси. Категория

1. Математик маятникни тарифланг.
2. Математик маятникни тебраниш даврини ёзинг
3. Физик маятникни тебраниш даврини ёзинг.
4. Келтирилган уз унлик тенгламасини ёзинг.
- 4-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Математик маятник . .

(3) 303-305 бетлар.

2. Физик маятник .

(1) 208-212 бетлар.

(3) 407-409 бетлар.

#### Адабиётлар:

1. Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. ўқитувчи. 1981 и
2. С. П. Стрелков. Общий курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука. 1971 г.

### Қаттиқ жисм динамикаси мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламаларини тушунтиринг. Б. Қаттиқ жисм ҳаракатининг кинетик энергиясини тушунтиринг. <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Қаттиқ жисм динмикасининг асосий тенгламаларини билади. 2. Инерция моментини тушунади. 3. Қаттиқ жисм ҳаракатининг кинетик энергияси тенгласини билади 4. Қаттиқ жисм бирор бурчакка бурулганда бажарилишини тушунтира олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Куч momenti, энергия, шар, Импульс momenti, импульс энергия, яхлит шар, Бурчак тезлик, иш, сферик қатлам, Чизик ли тезлик, Кўчиш, инерция маркази, Масса, зичлик. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунинг қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштирилишини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгласини ёзинг. 2. Инерция моментини тушунтиринг. 3. Қаттиқ жисм ҳаракатининг кинетик энергияси ифодасини ёзинг. 4. Қаттиқ жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракатдаги бажарилган иш тенгласини ёзинг.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>• Ўз фикрини раво баён қила олади.</li> <li>• Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

#### 4-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

4.1. Бир учи билан деворга шарнирли маҳкамланган узунлиги  $AC = 2$  м бўлган стерженга оғирлиги  $P = 600$  Н бўлган юк осилган. Бу стерженнинг иккинчи учи узунлиги  $BC = 2,5$  м бўлган тросга таъсир қилувчи  $F_1$  ва  $F_2$  кучлар топилсин.

**Берилган:**  $P = 600$  Н;  $AC = 2$  м;  $BC = 2,5$  м.

**Топиш керак:**  $F_1 = ?$   $F_2 = ?$

**Ечилиши:** Жисмнинг  $P$  оғирлигини  $F_1$  ва  $F_2$  иккита ташкил этувчиларига ажартамик ва учбурчакларнинг ўхшашлиги  $\triangle ABC \sim \triangle DCF_2$  дан қуйидагиларни ёзамиз:

$$\frac{D}{F_1} = \frac{AB}{AC}, \text{ бунда } AB = \sqrt{BC^2 - AC^2} \text{ бўлганлиги учун}$$

$$F_1 = P \frac{AC}{\sqrt{BC^2 - AC^2}} = 600H \frac{2m}{\sqrt{2,5^2 m^2 - 2^2 m^2}} = 800H.$$

Пифагор теоремасига асосан  $\Delta DCF_2$  дан

$$F_2 = \sqrt{P^2 + F_1^2} = \sqrt{36 \cdot 10^4 H^2 + 64 \cdot 10^4 H^2} = 10^3 H$$

**Жавоб:**  $F_1 = 800H$ .  $F_2 = 10^3 H$

## № 6 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Трифиляр осма ёрдамида жисмларнинг инерция моментини ва Гюйгенс теоремасини текшириш.

**Ишдан мақсад:** Гюйгенс-Штейнер теоремасини текшириш ва жисмларнинг инерция моментини аниқлаш.

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Ишни бажаришда трифиляр осма деб аталувчи асбобдан фойдаланиладиган иккита ҳар хил радиусли доиравий платформадан иборат бўлиб, симметрик учта нуктасидан бир-бирига бир хил узунликдаги учта ип билан боғланган ва вертикал осмага осилган. Платформа вертикал ўк атрофида бурама тебраниш имкониятига эга.

Агар платформа  $m$  массага эга бўлиб, у ҳолдаги потенциал энергия

$$E_1 = mgh \quad (1)$$

га тенг бўлади. Тескари томонга тебраниб, платформа датлабки мувозанат ҳолатига қайтишдаги кинетик энергия

$$E_2 = \frac{1}{2} I \omega_0^2 \quad (2)$$

$I$  - платформанинг инерция моменти;  
 $\omega_0$  - бурчак тезлиги.

Механик энергиянинг сақланиш қонунидан  $E_1 = E_2$

$$mgh = \frac{1}{2} I \omega_0^2 \quad (3)$$

Платформа ҳаракатини гармоник ҳаракат деб, бурилиш бурчагининг вақтга боғланиш қуйидагича

$$\beta = \alpha \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (4)$$

деб ҳисобаласак ва (4) дан бурчак тезликни топсак,

$$\omega = \frac{d\beta}{dt} = \frac{2\pi\alpha}{T} \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (5)$$

ёки

$$\omega = \omega_0 \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (5)^1$$

Бу ерда

$$\omega_0 = \frac{2\pi\alpha}{T} \quad (6)$$

(6) ни (3) га қўйсак

$$mgh = \frac{1}{2} I \left( \frac{2\pi\alpha}{T} \right)^2 \quad (7)$$

Агар  $I$ -османинг узунлиги  $R$  ва  $r$  мос равишда катта ва кичик платформанинг радиуслари бўлса, у ҳолда чизмадан кўринадики,

$$h = \frac{R \cdot r \cdot \alpha^2}{2l} \quad (8)$$

(8) ни (7) га қўйсак,

$$mg \frac{R \cdot r \cdot \alpha^2}{2l} = \frac{1}{2} I \left( \frac{2\pi\alpha}{T} \right)^2$$

Бу ердан

$$I = \frac{mgR - r}{4\pi^2 l} \quad (9)$$

(9) формулага асосан бўш платформанинг ва юкли платформанинг инерция моментини аниқлаш мумкин.

### Ишни бажариш тартиби

-Дастлаб (9) формулага асосан бўш платформанинг инерция моментини аниқлаймиз. Формуладаги  $R$ ,  $r$ ,  $l$ ,  $m$  ва  $m_0$  –платформа массаси доимий қиймат бўлганлигидан, фақат бўш платформанинг  $T_0$  тебраниш даврини аниқлаймиз. Бунинг учун платформани маълум бурчакка буриб тебратамиз (50-100). Тўлиқ тебранишлар сонининг вақтга нисбати  $T_0$  ни беради. Формулага қўйиб  $I_0$  ни аниқлаймиз.

-Кейин текширилаётган жисмни платформа марказига жойлаштириб, яна тебратамиз ва тебраниш даври  $T$  ни аниқлаб (9) формулага асосан юкли платформанинг инерция моментини  $I_1$  ни аниқлаймиз.

Инерция моментларининг айирмаси  $I = I_1 - I_0$  текширилаётган жисмнинг инерция моментини беради.

-Трифилар осма ёрдамида Гюйгенс-Штейнер теоремасини ҳам текшириш лозим. Бунинг учун иккита бир хил юк олинади. Дастлаб улар устма-уст қўйилиб, платформанинг марказига жойлаштирилади ва инерция моменти аниқланади.

-Кейин жисмлар платформа марказига нисбатан симметрик жойлаштирилиб, инерция моменти ўлчанади. Ўлчанган қийматнинг тенг ярми битта жисмнинг маълум масофадаги инерция моменти ҳисобланади.

-Жисмнинг айланиш марказигача бўлган масофа  $l$  ни ўлчаб, массани аниқлаб ва жисмнинг платформа марказидаги инерция моментини аниқлаб, Гюйгенс-Штейнер теоремаси формуласига

$$I = I_0 + ml^2$$

га қўйиб, инерция моментини аниқлаш мумкин.

№	R	r	T	T <sub>1</sub>	I	I <sub>юкл</sub>	I <sub>юк</sub>	I <sub>юк.урт</sub>	Δ I	$E = \frac{\Delta I_{\text{юк.урт}}}{I_{\text{юк.урт}}} \cdot 100\%$
1										
2										
3										

### Синов саволлари

1. Ишнинг мақсади ва бажариш тартиби.
2. Жисмларнинг инерция моменти деб нимага айтилади. Турли хил шаклдаги жисмларнинг инерция моментларининг қийматлари нимага тенг ?
3. Инерция моментини аниқлаш усуллари.
4. Гюйгенс-Штейнер теоремаси.

### Адабиётлар

1. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности» Москва: «Высшая школа» 1990.
2. Хайкин С.Э. «Физические основы механики» Москва: Наука 1971.
3. Сивухин Д. В. «Умный физика курси». Механика. Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1981.
4. Муминов М.М. Хайдаров. Х.Х «Физикадан лаборатория ишлари учун қўлланма» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
5. Тожиев.А. «Физикадан лаборатория ишлари». Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1983.



## 9-МАВЗУ: МОДДИЙ НУҚТА ВА МОДИЙ НУҚТАЛАР ТИЗИМИНИ ИМПУЛЬС МОМЕНТИ.

**Режа:**

1. Импульс моменти.
2. МН системанинг импульс моменти.
3. Эркин уқлар. Гироскоплар.

I. m массали моддий нукта v тезлик билан ҳаракатланаётган бўлса у  $P=mv$  импульсга эга бўлади. Агар шу МН бирон кузгалмас О нуктага нисбатан жойлашган бўлса уни шу нуктага нисбатан импульс моменти  $L=[p \cdot r]$  (1) бўлади.

(1) дан вақт бўйича ҳосила олсак МН импульсини узгариш қонунини топамиз

$$\frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt} (p \cdot r) = \left[ \frac{dr}{dt} \cdot p \right] + \left[ r \cdot \frac{dp}{dt} \right]$$

Бу ерда  $v = dr / dt$ , Демак биринчи ҳад  $v$  ва  $r$  ларни купайтмаси. Уларни йуналиш бир хил, шунинг учун купайтмаси 0 дир. Иккинчи ҳад  $F = dp / dt$  Ньютон II қонунидир.

Шунинг учун

$$\frac{dL}{dt} = [F \cdot r] = M \quad (2)$$

М- кузгалмас нуктага нисбатан қуч моменти  $M = 0$  бўлса  $dL / dt = 0$  ёки  $L = \text{const}$  (3) бўлади.

Демак, моддий нуктага таъсир қурсатувчи қучларнинг тенг таъсир этувчисини ихтиёрий 0 нуктага нисбатан моменти ноль бўлса МН импульсини моменти узгармас қатталиқ бўлади.

II. Бу ҳулосани МН лардан ташкил топган система учун ҳам тадбиқ қилиш мумкин. Айтайлик, система 2 та МН дан иборат бўлсин, Бу системани 0 нуктага нисбатан импульс моменти

$$\vec{L} = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 = [\vec{p}_1 \cdot \vec{r}_1] + [\vec{p}_2 \cdot \vec{r}_2]$$

Дифференциалласак

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d\vec{L}_1}{dt} + \frac{d\vec{L}_2}{dt} = \frac{d}{dt} \{ [\vec{p}_1 \cdot \vec{r}_1] + [\vec{p}_2 \cdot \vec{r}_2] \}$$

Системани МН ларига таъсир қилувчи ташки қучларини  $F_1, F_2$  билан ички қучларни  $f_{12}, f_{21}$  лар билан белгиласак (2) га асосан

$$\frac{dL_1}{dt} = [\vec{r}_1 \cdot (\vec{F}_1 + \vec{f}_{12})] = [\vec{r}_1 \cdot \vec{F}_1] + [\vec{r}_1 \cdot \vec{f}_{12}]$$

ёки

$$\frac{dL_2}{dt} = [\vec{r}_2 \cdot (\vec{F}_2 + \vec{f}_{21})] = [\vec{r}_2 \cdot \vec{F}_2] + [\vec{r}_2 \cdot \vec{f}_{21}]$$

у ҳолда

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{r}_1 \cdot \vec{F}_1] + [\vec{r}_1 \cdot \vec{f}_{12}] + [\vec{r}_2 \cdot \vec{f}_{21}] + [\vec{r}_2 \cdot \vec{F}_2]$$

Ньютон III-қонунига асосан  $\vec{f}_{12} = -\vec{f}_{21}$  бўлганидан

$$[\vec{r}_1 \cdot \vec{f}_{12}] + [\vec{r}_2 \cdot \vec{f}_{21}] = [\vec{r}_1 \cdot \vec{f}_{12}] - [\vec{r}_2 \cdot \vec{f}_{21}] = [(\vec{r}_2 - \vec{r}_1) \cdot \vec{f}_{12}]$$

$r_1 - r_2$  ва  $f_{12}$  - векторлар бир хил йуналишда, шунинг учун уларни купайтмаси нолга тенг.

У холда

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{r}_1 \cdot \vec{F}_1] + [\vec{r}_2 \cdot \vec{F}_2] = \vec{M}_1 + \vec{M}_2$$

n-та моддий нуктали берк система учун

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum_{i=1}^n (\vec{r}_i \cdot \vec{F}_i) = \sum_{i=1}^n \vec{M}_i$$

Бу моддий нукталарни берк системаси учун импульс моментининг сакланиш конуни. Моддий нукталарнинг берк системаси учун  $\sum M_i = 0$  шунинг учун  $dL/dt=0$  ёки  $L = \text{const}$  булади.

Демак, МНлар берк системаси импульсининг нуктага нисбатан моменти узгармас катталиқдир. Бу хулосани укка нисбатан ҳам тадбик килиш мумкин.

III. Агар айланиш уки каттик жисмнинг массалар маркази оркали утмаса укка марказдан кочирма  $F_{mk}$  кучлар таъсир килади.

Натижада ук эгилади, деформацияланади, бора-бора у яроксиз холга келади. Шунинг учун куп холларда айланиш укини жисмнинг масса маркази оркали утадиган килинади.

Демак, айланиш уки массалар маркази оркали утиб, марказдан кочирма кучларни укка нисбатан моменти нолга тенг булганда айланаётган жисм укка кучли таъсир курсатмайди.

Агар жисм симметрияга эга булса, бундай укларни йуналишини аниклаш мумкин. Масалан, тугри бурчакли параллелолипед ( гугурт кутиси ) шаклидаги жисм карама-карши ёклари марказларидан утган учта узаро тик укка эга.

Жисм шу уклардан бири (АА') атрофида айлантирилса айланиш укини тутиб турган таянчларга хеч кандай таъсир курсатмайди. Бошка укларга нисбатан эса туртки юзага келади. Ташки кучларни таъсирисиз сакланадиган айланиш уки жисмнинг эркин айланиш уки дейилади. Турли хил жисмларнинг эркин айланиш уклари атрофида айланиши тургун булишини тажрибада курайлик.

Металл халка, конус, таёкча ва х.к лар ипга осилиб марказдан кочирма машина укига боғланади ва тез айлантйрилади. Огирлик кучи таъсирига карамай улар катта инерция моментига эга булган ук атрофида айлана бошлайдилар.

Симметрия уки атрофида катта тезликда айлана олувчи огир симметрик жисм гироскоп дейилади. Текислигига тик утказилган ук атрофида тез айлана оладиган диск гироскопга мисол булади. (Масалан, пилдирок, станок кискичи, диск ва х.к.) Техник гироскоплар учта эркин бурилиш укига эга. Улардан бири бош инерция уки (симметрия уки) булиб у узининг фазодаги вазиятини бошка ташки кучлар таъсир килмаган холларда узгартирмайди. Бундай гироскоп эркин гироскоплар деб аталади. Унинг сопидан ушлаб, гироскопни горизонтал ва вертикал текисликда бурилса айланиш укининг фазодаги йуналиши узгаришсиз колади.

$M = dL / dt$  (1) га асосан гироскопга унинг массалар марказига нисбатан куч моменти нолдан фарк килувчи ташки кучлар таъсир килганда эркин ук уз йуналишини узгартиради. Гироскопни айланиш уки горизонтал. Уни пастга бурмокчи булсак гироскоп ён томонга бурилади. Бу ходиса гироскопик эффект дейилади. Буни тушуниш учун айланма харакат динамикаси асосий тенгламаси (1) дан фойдаланилади. Гироскопни AA' айланиш уки. Уни учига пастга караб F куч таъсир килсин. Бу кучни масса маркази O га нисбатан M моменти BB' ук буйлаб йуналади. dt вақт ичида гироскоп импульсининг моменти  $dL = M \cdot dt$  орттирма олади. Бу вектор M билан бир хил йуналишга эга яхни бошлангич пайтдаги  $L_0$  импульс моменти га тик булади. Гироскопнинг импульс моменти  $L = L_0 + dL$  булиб қолади ва натижада гироскоп укининг кейинги йуналиши хам L йуналиши билан мос келади.

Шундай килиб, гироскопнинг айланиш уки M ва  $L_0$  векторлар ётган текисликка тик булган ук атрофида бурилади. Бундай бурилиш L вектор ташки кучлар моментининг вектори билан бир хил йуналишда булиб колгунча давом этади.

Агар гироскоп жуда катта  $\omega$  бурчакли тезлик билан айланаётган булса, унинг уки киска муддатли туркиларни сезмайди, чунки dt кичик булганда dL хам кичик булиб гироскоп уки уз вазиятини деярли узгартирмайди.  $dM = \text{const}$  булиб у гироскоп укига нисбатан йуналишини узгартирмаса, унинг уки узгармас  $\omega_n$  билан бурилади. Бундай бурилиш прецессия дейилади. Прецессиянинг бурчакли тезлиги куйидагича топилади : dt вақт ичида гироскоп уки dφ бурчакка бурилсин. Бунда импульс моменти  $dL = M dt$  га ортади. Расмдан

$$d\varphi = \frac{dL}{L} = \frac{M \cdot dt}{L}$$

Бундан

$$\omega_n = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{M}{L} \quad (2)$$

Демак, гироскоп уки айланишнинг бурчакли тезлигини ташки кучлар моменти белгилар экан. M йуқолиш билан укнинг бурилиши тўхтайди.

Гироскоп уки харакат бошланганда кичик спираллар курунишида тебрана бошлайди.

Укнинг айланиш тезлиги барқарорлашгунча гироскоп укининг учи циклоида буйлаб харакат килади.

Гироскоп уки учининг бу харакати нутация дейилади. Гироскопларнинг куриб утилган хусусиятларидан бир катор курилмалар яратишда фойдаланилади. Гироскопик компас, торпеда, самолёт, кема, ракеталарни автоматик бошқарувчи курилмалар шунга мисол булади.

### Назорат саволлари.

1. Импульс нима?
2. Импульс моменти деб нимага айтилади?
3. Моддий нукталар системасининг импульс моменти кандай булади?
4. Айланиш укига салбий таосир курсатувчи ходисаларни айтинг ?
5. Эркин уклар деб нимага айтилади?
6. Гироскоп нима?
7. Гироскопик самара кандай юзага келади?
8. Прецессия деб нимага айтилади?
9. Нутация деб кандай харакатга айтилади?
10. Гироскоплар каерда кулланилади?

## 10-МАВЗУ: ЭЛАСТИК КУЧЛАР. ДЕФОРМАЦИЯЛАР

Режа:

1. Эластиклик кучлари.
2. Деформация турлари.
3. Эластиклик гистерезиси.

#### 4. Деформацияланган жисм энергияси.

Куч таъсирида жисмни шакли узгаради яъни у деформацияланади. Бунда жисмни зарралари ёки катламлари бир-бирига нисбатан силжийдилар.

Ташки куч таъсирида каттик жисмнинг шакли ва улчамини узгариши деформация дейилади. У 2 хил

1. Эластик деформация
2. Пластик (ноэластик) деформация.

Эластик деформацияларда деформацияланувчи кучлар таъсири тухтагач жисм уз шаклига кайтади. Ноэластик деформацияда жисм деформацияланган ҳолатда қолади. Баъзи инженерлик курилмаларда (куприк, шлюз ва бошқа) факат ластик деформация уринли булади. Ньютоннинг III қонунга биноан деформацияланган жисмни ичида катталиги жисмни деформацияловчи ташки кучга тенг бўлган акс таъсир кучи вужудга келади, бу куч эластиклик кучи дейилади.

Масалан, пружина (стержень) ни чузаётган юкка жисмнинг эластиклик кучи таъсир килади. Бу кучлар жисм зарралари (атом ва молекулалари) орасидаги узаро таъсирдан юзага келади. Табиати жихатидан консерватив кучдир. Жисмларнинг эластиклик хоссаларини бир томони маҳкамланган стержень мисолида курайлик. Маҳкамланмаган учига  $F$  ташки куч билан таъсир этиб, стерженни  $\Delta l$  узунликка чузиш пайтида  $F_{эл} = -F_{таш}$  куч юзага келади. Бу  $F = -F_{эл} = -k \Delta l$  эластиклик кучи дейилиб, у жисмни мувозанатлик ҳолатига кайтаришга интилади. Бу ерда  $\Delta l$  деформация катталиги таъсир этувчи кучга пропорционал экан. Бу Гук қонунидир.

2. Ташки куч таъсирида жисм чузилади ёки сикилади, силжийди ёки буралади. Бир томонлама чузилиш (сикилиш) деформациясини курайлик. Агар  $S$  - қундаланг кесимли стерженга  $F_T$  куч (чузувчи) таъсир этаётган бўлса, шу

$$\frac{F_T}{S} = \frac{F}{S} = \sigma$$

катталик кучланиш деб аталади. Гук қонунига асосан

$$\alpha \sigma = \frac{\Delta l}{l_0}$$

булади.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

нисбий узайиш (деформация) булади.  $\sigma$  ни бирлиги  $\text{Н/м}^2 = \text{Па}$  булади. Бу ерда  $\sigma = \sigma_n + \sigma_\tau$  дир.  $\sigma_n$  - сиртга тик йуналган булади ва у нормал кучланиш деб аталади.  $\sigma_\tau$  - сиртга уринма бўлиб уни тангенциал ёки уринма кучланиш дейилади. Демак

$$\sigma = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\Delta l}{l_0}$$

булади.

Бу ерда  $\alpha$  - эластиклик коэффициентини бўлиб унга тескари бўлган  $E = 1/\alpha$  катталик эластиклик ёки Юнг модули деб аталади.  $\sigma$  ва  $\varepsilon$  лар орасида қуйидагича боғланиш мавжуд:

$$\sigma = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0} = E \cdot \varepsilon$$

Бу ҳам Гук қонунини бошқача қуринишидир.

Бундан, агар  $\varepsilon = \Delta l / l_0 = 1$  бўлса,  $\sigma = E$  чиқади.

Демак, стерженнинг нисбий узайишини бирга етказиш учун (ёки стержень узунлигини 2 марта ошириш учун) тугри келувчи чузувчи кучланишга тенг катталик Юнг модули дейилади. Бундай деформацияни амалга ошириш қийин. Аммо қисқа вақт шундай кучланиш билан жисмга таъсир этиш мумкин.

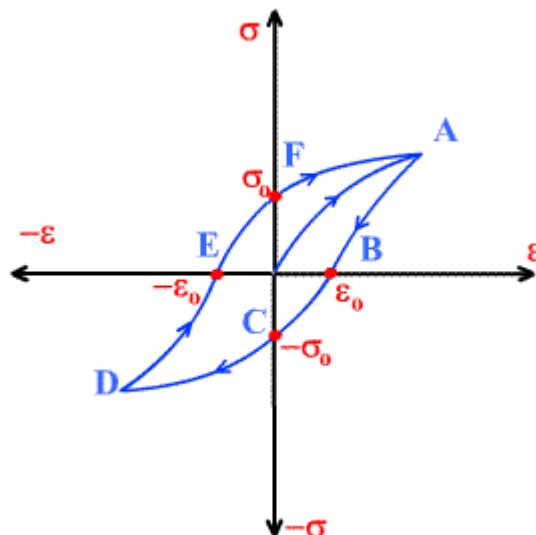
Сикилишда жисмни қундаланг кесими кенгаяди.

$\varepsilon_d = \Delta d / d_0$  нисбий сикилишдир. Нисбий узайиш  $\varepsilon_l = \Delta l / l_0$  эди. У ҳолда,  $\mu = \varepsilon_d / \varepsilon_l$  нисбат Пуассон коэффициентини дейилади.

3. Силжишда: Агар жисмни бир-бирига параллел булган купгина текисликлардан иборат деб карасак, куч таъсирида шу текисликлар кийшаймай, улчамини узгартмай бир-бирига нисбатан параллел силжиса деформация силжиш деформацияси булади.  $\gamma = \tan \gamma = \Delta x / \Delta y$  катталики силжиш бурчаги ёки нисбий силжиш деб юритилади.  $\sigma_T = \gamma \cdot G$  - киркувчи (ёки тангенциал) кучланиш. Эластиклик назариясида  $E$  ва  $\mu$  орасида  $G = E / [2(1 + \mu)]$  муносабат мавжуддир.  $G$  - силжиш модулидир. У материални хоссаларига боглиқдир. У  $\gamma = 45^\circ$  даги тангенциал кучланишга тенг катталиқдир. Бирлиги Па.

4. Бурилишда: Агар жисмни бир томони (пасти) маҳкамланган булиб иккинчи томонига жуфт куч таъсир этса унда бурилиш деформацияси юзага келади. Бунда бурувчи момент

$$M = \frac{\pi G r^4}{2 L} \cdot \varphi$$



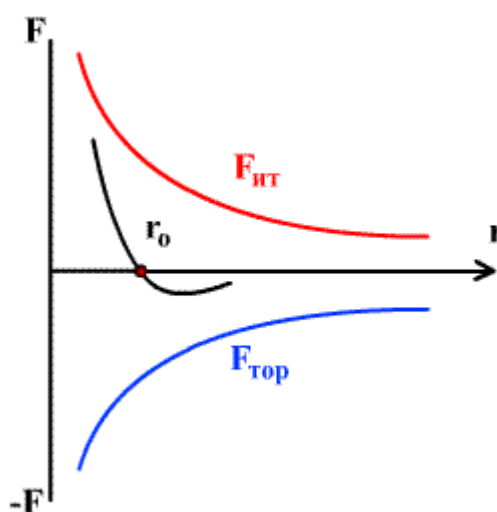
5. Эгилиш: Бундай деформацияда сикилиш ва чузилиш бирданига учрайди. Эгилган жисмнинг ички томони сикилади, ташкари эса чузилади. Жисмнинг уртасидан утувчи нейтрал уқ деформацияланмайди. Эгилиш стреласи

$$\lambda = \frac{P \cdot l^3}{48 I E}$$

формула буйича хисобланади. Бу ерда  $P$  - деформацияловчи куч,  $l$  - призмалар орасидаги масофа,  $E$  - Юнг модули,  $I$  - деформацияланувчи жисмнинг кундаланг кесимининг инерция моменти.

### 3. Энди эластик деформациялар учун $\epsilon$ ва $\sigma$

орасидаги богланиш графигини курайлик (чузилиш деформация учун). Уни кучланиш диаграммаси деб ҳам юритилади. ОА - Гук конуни чегараси АВ - оқувчанлик чегараси. Сунгра кучланиш яна ошса деформация ҳам ошади. С-нуктага тугри келувчи тах кучланиш мустаҳкамлик чегараси дейилади. Д-нуктада намуна узилади. ОР-колдик деформациядир.



Узгарувчан деформациялар майдонида колдик деформацияларнинг борлиги туфайли жисмнинг уз холига кайтишида аниқ деформацияларга кичикрок кучланишлар тугри келади. Шу сабабли эгри чизик (ОА) кайтишда тугри йуналишдагига нисбатан пастрокда утади. (АД йуналиш). Деформация йуқолмай туриб жисмдаги кучланиш йуқолади, яъни  $\epsilon_0$  колдик деформацияга эга булади.

Тескари йуналишда деформациялаш давом эттирилса жисмда муайян -  $\sigma_0$  кучланиш булгандагина колдик деформация йуқолади. Бу эластик гистерезис деб юритилади. Деформациялар даврий равишда такрорланганда нисбий деформация ва кучланиш гистерезис сиртмоги деб аталувчи АВСДЕФА берк чизик билан тасвирланади. Деформациялар даврий

равишда такрорланган холларда хар бир цикл мобайнида жисмда гистерезис сиртмоги юзасига пропорционал булган иссиқлик ажралади. Сиртмок юзи канча катта булса жисм шунча куп исийди. Бундай кизишни камайтириш учун машиналарнинг тез такрорланадиган деформациялар таъсирида буладиган кисмлари пулатнинг гистерезис сиртмоги юзаси кичик булган махсус навларидан фойдаланилади.

IV. Маълумки, жисмлар куп сондаги заррачалардан ташкил топган улар орасидаги тортишув ва итаришув алоқа кучлари мувозанатлашганда шу заррачалар жисмни кристалл панжараси тугунида мувозанат холатда булади.

Жисм чузилса итаришиш кучлари тортишув кучларига нисбатан тезрок узгаради. Шунинг учун тортишув кучи таъсири кучлирок булади ва кайтариш эластиклик кучи юзага келади. Сикилишда аксинча бир - бирига итариш кучини таъсири сезиларли булади. Чузилиш ва сикилиш жисмни ички энергиясини узгариши билан боғланган. Иккала ҳолда ҳам ишни ташки кучлар бажаради ва шуни ҳисобига жисмни ички энергияси купаяди. Куч таъсири тухтатилса жисм мувозанат ҳолга кайтади (эластик деформация булса). Бунда энергия минимум булади. Бундан куринадики эластик деформация энергетик характерга эга экан. Бу энергия потенциал энергиядир.

$$A = F_{\text{ур}} \cdot \Delta l, \quad F_{\text{эл}} = k \cdot \Delta l$$

$$F_{\text{ур}} = \frac{0 + F}{2} \quad A = \frac{k \Delta l^2}{2} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2).$$

$$\text{Бундан } \Delta l = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot S}$$

$$\text{Иккинчи томондан (2) дан } F = E \cdot \frac{S \cdot \Delta l}{l_0} = k \cdot \Delta l \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0} \quad \text{дан} \quad \Delta l = \frac{F \cdot l_0}{E \cdot S}$$

$$(2) \text{ дан } F = E \cdot \frac{S \cdot \Delta l}{l_0} = k \cdot \Delta l$$

$$\text{Бу ерда } K = E \cdot \frac{S}{l_0} \quad (3)$$

эластиклик коэффициентидир. (2) ва (3) ларни ҳисобга олсак (1) ни қуйидигича ёза оламиз

$$A = W^p = \frac{ES}{2 \cdot l_0} \cdot \frac{F^2 \cdot l_0^2}{E^2 \cdot S^2} = \frac{\sigma^2}{2 E} V \quad (4)$$

(4) ифода (1) ни бошқача қуринишидир. (1) ва (4) формулалар бўйича ҳисобланган А ни микдори графикда бўялган юза катталигига тенгдир.

$$\omega = \frac{W^p}{V} = \frac{\sigma^2}{2 E}$$

Бу ерда энергия зичлиги дейилади.

Бу ерда  $V = S \cdot l_0$  жисм ҳажми. Шуни таъкидлаш керакки, эластик деформация энергияси жисмни тулик энергиясини оз қисмини ташкил этади. Лекин уни ахамияти катта. У эластиклик кучини юзага келишини тушунтиради.

### Назорат саволлари.

1. Эластиклик кучлари қандай ҳосил булади?
2. Деформация деб нимага айтилади?
3. Деформация турларини тушунтиринг.
4. Эластик деформация деб нимага айтилади ?
5. Ноэластик деформация деб нимага айтилади ?
6. Кучланиш деб нимага айтилади ?
7. Гук қонунини таърифланг.
8. Эластиклик гистерезисини тушунтиринг.
9. Деформациялашган жисм энергияси қандай булади?
10. Энергия зичлиги деб нимага айтилади ?

## 11-МАВЗУ: ИШ ВА ЭНЕРГИЯ.

### Маърузанинг режаси:

1. Механик иш.
2. Қувват.
3. Кучларнинг потенциал майдони.
4. Энергия ва унинг сақланиш қонуни.

### Таянч суз ва иборалар:

Куч	Ньютон	консерватив кучлар
Траектория	Жоуль	ноконсерватив кучлар
Тезланиш	Эрг	диссипатив кучлар кинетик
Таъсир.	дина	энергия потенциал энергия
Кўчиш	Қувват	релятивистик масса
Вектор	Вақт	тинчликдаги масса
Механик иш	от кучи	
Метр	потенциал майдон	

### Мавзуга оид муаммолар

1. Кучнинг иши ва унинг бирлиги.
2. Консерватив ва ноконсерватив кучлар ва системалар.
3. Қувват ва унинг бирлиги.
4. Кинетик ва потенциал энергия.
5. Энергиянинг сақланиш қонуни.
6. Системанинг мувозанатлиги.

### 1-асосий савол: Механик иш.

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

- А. Механик ишни тушунтириш.
- Б. Иш бирликлари билан таништириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари:

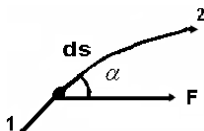
1. Механик ишни тушунади.
2. Механик ишга таъриф бера олади.
3. Механик иш тенгламасини ёза олади.
4. Механик иш бирликлрини билади.

#### 1-асосий саволнинг баёни:

Фараз қилайлик,  $f$  куч таъсир этаётган жисм бирор траектория бўйлаб  $s$  йўлни ўтган бўлсин. Бунда куч  $f$  жисмнинг тезлигини узгартириб унга тезланиш беради.  $f$  Ҳаракатга қаршилик кўрсатаётган бошқа кучнинг таъсирини компенсацияоайди.  $f$  Кучнинг  $S$  йўл да кўрсатган таъсири иш деб аталувчи катталиқ билан ҳарактерланади.

Кучнинг кучиш рўй бераётган йўналишига проекциясининг  $f_s$  куч қўйилган нуқта босиб ўтган  $S$  йўлга қўпайтмасидан иборат скаляр катталиқка иш деб аталади.

$$A = F_s S$$
$$A = F S \cos \alpha$$



Бу ерда  $\alpha$  катталиқ  $\vec{F}$  ва  $d\vec{s}$  векторлар орасидаги бурчак.

Иш- алгебраик катталиқ. Агар куч билан Кўчиш йўналиш и орасидаги бурчак ўткир ( $\cos \alpha > 0$ ) бўлса, иш мусбат бўла ди. Агар бурчак ўтмас ( $\cos \alpha < 0$ ) бўлса, иш манфий бўлади.  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  да иш

нолга тенг.

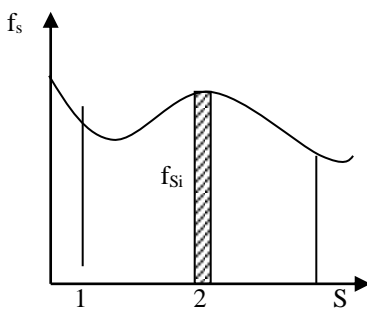
Агар кучнинг кучиш йўналиш ига проекцияси ҳаракат вақтида домимй қолмаса, у вақтда ишни ҳисоблаш учун  $S$  йўл ни элементар қисмларга бўлиб чиқиш керак. Бу  $\Delta S$  қисмларни шу қадар кичик олиш керакки, жисм бундай қисми ни ўтиш учун кетган вақт ичида  $\frac{1}{3}$  нинг катталиги деярли узгармас деб ҳисоблаш мумкин бўлсин. У вақтда ҳар бир элементар қисми да кучнинг иши тахминан қуйидагига тенг.

$$\Delta A = F_s \Delta S$$

Йўлда бажарилган бутун иш эса, элементар ишларнинг йиғиндиси сифатида ҳисобланиши мумкин бўлади.

$$A = \sum \Delta A_i = \sum F_{si} \Delta s_i \quad (3)$$

$$A = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \sum F_{si} \Delta s_i = \int_s F_s ds \quad (4)$$



Иш бирлиги қилиб кўчиш йўналишида таъсир қилувчи бир бирлик кучнинг бирлик йўлда бажарган иши қабул қилинади.

1) СИ систмасида иш бирлиги ЖОУЛЬ (Ж) бўлиб, у Ш кучнинг 1 м йўл да бажарган ишига тенг.

2) СГС системасида иш бирлиги эрг бўлиб, у 1 дина кучнинг 1 см йўл ида бажарган ишига тенг.

3) МКГСС системасида килограммометр (кгк м) бўлиб, у 1 кгк кучнинг 1м йўлда бажарган ишига тенг. Иш бирликлари орасида қуйидаги муносабат ўринлидир.

$$1 \text{ ж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{М} = 10^5 \text{ дина} \cdot 10^2 \text{ см} = 10^7 \text{ эрг}$$

$$1 \text{ кгк} \cdot \text{м} = 1 \text{ кгк} \cdot 1 \text{ м} = 9,81 \text{ н} \cdot 1 \text{ м} = 9,81 \text{ ж}$$

### Муҳокама учун саволлар

1. Иш деб нимага айтилади?
2. Кучнинг иши қандай булади ?
3. Узгарувчан кучнинг бажарган иши қандай булади?
4. Консерватив ( потенциал) кучлар деб нимага айтилади?
5. Ноконсерватив кучларга мисоллар келтиринг.
6. Стационар майдонлар деб нимага айтилади?
7. Қувват нима? Бирлиги қандай ?
8. Кинетик энергия деб нимага айтилади ?
9. Потенциал энергия деб нимага айтилади?
10. Потенциал кучлар майдони қандай майдон ?
11. Энергияни сақланиш қонунини айтинг.

### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Ишга таъриф беринг.
2. Механик ишни ифодаловчи тенгламани кўрсатинг

А)  $A = p \Delta V$     В)  $A = \frac{F}{S}$     С)  $A = F \cdot S \cos \alpha$     Д)  $A = N \cdot t$     Е)  $A = \frac{E}{U}$

3. Механик ишни тушунтиринг.
4. СИ ва СГС системаларида иш бирликларини ёзинг.
5. Агар кўтариш вақти  $t = 2 \text{ с}$  ишқаланиш коэффициенти  $N = 0,1$  бўлса ,  $m = 10 \text{ кг}$  массали юкни қўйилик бурчаги  $\alpha = 45^\circ$  бўлган Теки слик бўйлаб масофага кўтаришда бажарилган ишни топинг.
6. Массаси 200кг бўлган 5 метр уз унликдаги металл стерженни вертикал холга келтириш учун зарур бўлган ишни ҳисобланг.

### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

#### 1. Механик иш ва унинг бирликлари.



(1) 121-122бетлар.

(2) 110-111 бетлар.

(3) 122- 128 бетлар.

**2-асосий савол: Қувват ва унинг бирликлари.**

**2-асосий саволнинг мақсади:**

А. Қувватни тушунтириш.

Б. Қувват бирликлари билан таништириш.

**Идентив ўқув мақсадлари**

1. Механик ишни эслайди.

2. Механик Қувватни формуласини ёза олади ва тушунади.

3. Қувватнинг бирликларини ажрата олади.

**2-асосий саволнинг баёни:**

Амалда фақат бажарилган ишнинг катталигигагина эмас, балки шу ишни бажариш учун кетган вақт ҳам аҳамиятга эга. Шу сабабли иш бажариш учун мўлжалланган механизмларни характерлаш учун берилган механизм вақт бирлик ичида қандай иш бажарилишини кўрсатадиган катталик киритилади. Бу катталик Қувват дейилади. Шундай қилиб  $N$  Қувват  $\Delta A$  ишнинг шу ишни бажариш учун кетган  $\Delta t$  вақтга нисбатига тенг экан.

$$N = \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad (1)$$

Агар исталган кичик ва бир хил  $\Delta t$  вақт ораликлар ичида бажарилган  $\Delta A$  ишлар бир хил бўлмаса, у ҳолда қувват вақт бўйича узгарувчан бўлади. бундай ҳолда Қувватнинг оний қиймати текширилади.

$$N = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} \frac{dA}{dt} \quad (2)$$

$dt$  вақт ичида куч қўйилган нуқта  $ds$  га кучган бўлсин. У ҳолда

$dt$  вақт ичида бажарилган элементар  $dA$  иш

$$dA = Fds$$

у ҳолда қувват

$$N = F \frac{ds}{dt} = F \cdot V \quad (3)$$

Қувват бирликлари. Қувват бирлиги деб шундай Қувват қабул қилинганки, бунда вақт бирлиги ичида бир бирлик иш бажарилади. СИ системасида Қувват бирлиги вақт бўлиб (Ж/с) га тенг, СГС системасида Қувват бирлиги (эрг/сек) махсус номга эга эмас. Вақт билан эрг/сек орасида қуйидаги муносабат мавжуд.

$$1 \text{ Вт} = 10^7 \text{ эрг/с}$$

МКГСС системасида Қувват бирлиги от кучи (о. к) бўлиб, у секундига 75 килограмметрга тенг.  $1 \text{ о.к.} = 736 \text{ Вт}$

**Назорат топшириқлари Б. Блўм таксамонияси. Категория.**

1. Механик ишни тушунтиринг.

2. Қувватни таърифлаб беринг.

3. Қувватни аниқловчи ифодани ёзинг.

А)  $F \cdot S$     Б)  $\frac{F}{S}$     В)  $\frac{A}{t}$     Д)  $\frac{F}{V}$     Е)  $F \cdot S^2$

4. Қувват бирликларини ёзинг.

5. Агар  $1,0 \cdot 10^4$  кг массали юкни 200 м чўқурликдан вақт ичида олиб чиқадиган шахта лифтининг  $\Phi$ . И. К. 80% бўлса, унинг двигателининг Қувватини топинг.

6. Ҳаракатдаги жисмлар Қувватини аниқлаш ифодасини кўрсатинг.

А)  $F \cdot S$     Б)  $\frac{F}{S}$     В)  $\frac{A}{t}$     Д)  $\frac{F}{V}$     Е)  $\frac{A}{t}$

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Қувват ва унинг бирликлари.

(1) 122-123 бетлар.

(2) 110-111 бетлар.

(3) 158-161 бетлар.

**3-асосий савол: Кучларнинг потенциал майдони. Консерватив ва ноконсерватив кучлар.**

**3-асосий саволнинг мақсади:**

А. Потенциал майдонни тушунтиринг.

Б. Консерватив ва ноконсерватив кучларни тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари.**

1. Куч майдонини таърифлай олади.

2. Потенциал майдонни тушунади.

3. Консерватив кучларга таъриф бера олади.

4. Ноконсерватив кучларга таъриф бера таъриф бераолади.

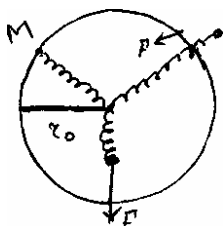
**3-асосий саволнинг баёни:**

Агар фазонинг ҳар бир нуктада жисмга бошқа жисмлар нуктадан нуктага қонуният билан узғариб боровчи куч билан таъсир қилиб турган бўлса, жисм кучлар майдонида турибди дейилади.

Куч майдони деб, ҳар бир нуктасида шу нуктага жойлаштирилган заррага маълум куч таъсир қилувчи фазога айтилади.

Масалан, Ер сиртига яқин жойда жисмга оғирлик кучлари таъсир ўтказди -фазонинг ҳар бир нуктасида унга вертикал бўйлаб пастга йўналган куч таъсир ўшқилади.

Иккинчи мисол тарикасида пружина ёрдамида бирор О марказга "боғланган" М жисмни текшираимиз.



Фазонинг ҳар бир нуктасида М жисмга радиус бўйлаб йўналган

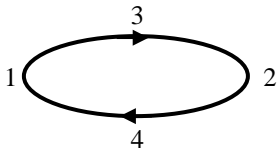
$$F = -k(r - r_0)$$

куч таъсир ўтқазилади. Бу ерда  $r$  О марказдан жисмгача бўлган масофа  $r_0$  деформацияланмаган пружинанинг уз унлиги,  $k$  – пропорционаллик коэффициент.

Агар  $r > r_0$  бўлса, куч марказга қараб йўналган ва минус ишорасига эга ( $F$  билан  $01$  қарама-қарши).

Агар  $r < r_0$  бўлса, куч марказдан ташқари га қараб йўналган ва плюс ишорага эга. Биз текширган бу кучлар майдони марказий кучлар майдони деб аталувчи майдоннинг хусусий бир ҳолидир. Демак, агар куч биргина нуктага йўналган бўлиб, фақат кучлар маркази ёки куч марказ деб аталувчи ана шу нуктагача бўлган масофагагина боғлиқ бўлса, бундай куч марказий куч деб аталади. Бунга Қуёшнинг планетага таъсир этаётган гравитацион тортишиш кучи ёки иккита нуктавий заряднинг электростатик узаро таъсир кучи ва оғирлик кучлари мисол бўла олади. Фақат жисмнинг вазиятигина боғлиқ бўлган кучлар учун улар жисм устида бажарилаётган иш йўлга боғлиқ бўлмасдан, фақат жисмнинг фазодаги бошланғич ва сўнгги ҳолатларигагина боғлиқ бўлиб қолиши мумкин. Бу ҳолда кучлар майдони *потенциал* майдон, кучларнинг узлари эса *консерванте* кучлар деб аталади. Бажарган иши жисм бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга қандай йўл билан ўтганлигига бўлган кучлар *ноконсерватив* кучлар дейилади. Оғирлик кучи ва барча марказий кучлар консерватив кучлардир. Консерватив кучларнинг исталган ёпиқ йўл да бажарган иши нолга тенг.

Ҳақиқатдан ҳам.



$$A_{132} = A_{142} \quad \text{бунда} \quad A_{142} = -A_{241}$$

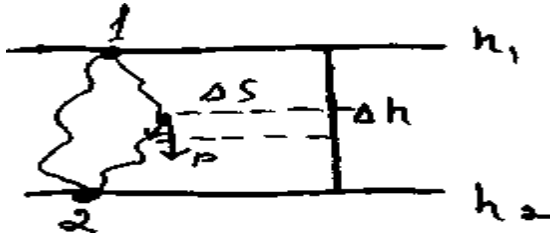
$$A_{132} = -A_{241} \quad \text{ёки} \quad A_{132} + A_{241} = 0$$

ишқаланиш кучларининг  $\Delta t$  вақт оралиғида бажарилган иши

$$\Delta A = \vec{F} \cdot \vec{V} dt = -FVdt$$

чунки  $\vec{F}$  ва  $\vec{V}$  векторлар доим қарама-қарши йўналишларга эга. Демак ишқаланиш кучларнинг иши доим манфий бўлиб, ёпиқ йўлда нолдан фарқ қилади. Шундай қилиб ишқаланиш кучлар консерватив кучга (диссипатив кучлар) кирар экан. Гираскопик кучлар-бу кучлар моддий нуқталарнинг тезлигига боғлиқ бўлиб, доим бунга перпендикуляр равишда таъсир ўшқилади.

Жисмга траекториянинг исталган нуқтада таъсир

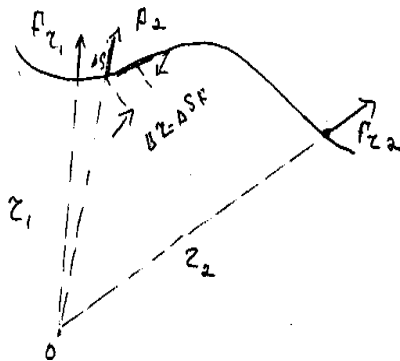


этувчи куч бир хил  $p = mg$  қийматга эга ва вертикал пастга йўналган бўлиб бунда

$$A = (h_1 - h_2) = mg (h_1 - h_2)$$

Кўриниб турибдики, бу ифода йўлга боғлиқ эмас, демак оғирлик кучлари майдони потенциалидир. Марказий кучлар майдони ҳам потенциал майдон ҳисобланади.  $\Delta S$  йўлда бажарилган элементар иш

$$\Delta A = F(r) \Delta S$$



Бирок  $\Delta S$  нинг берилган жойда кучнинг йўналишига, яъни  $\vec{r}$  радиус-векторининг йўналишига проекцияси О нуқтадан жисмгача бўлган масофанинг  $\Delta r$  орттирмасига тенг.

$$\Delta S_F = \Delta r \quad \text{Шунинг учун} \quad \Delta A = F(r) \Delta r.$$

Бутун йўлда бажарган иш.

$$A = \sum \Delta A_i = \lim_{\Delta r_i \rightarrow 0} \sum_{r=r_1}^{r=r_2} F(r_i) \Delta r_i = \int_{r_1}^{r_2} F(r) dr$$

Сўнги ифода фақат  $F(r)$  функциянинг тўрига ва  $r_1$  билан  $r_2$  нинг қийматларига боғлиқ холос. У траекториянинг кўринишига боғлиқ эмас, шунинг учун кучларнинг марказий майдон ҳам потенциал майдонидир.

**Назорат топшириқлари Б. Блўм таксамонияси. Категория.**

1. Куч майдонини таърифланг.
2. Потенциал майдонни тушунтиринг.
3. Консерватив кучга таъриф беринг.
4. Ноконсерватив кучни таърифланг.
- 3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.
1. Консерватив ва ноконсерватив кучлар Потенциал майдон.

(1) 129-132 бетлар.

(2) 128-130 бетлар.

(3) 124-127 бетлар.

**4-асосий савол: Энергия ва унинг сақланиш қонуни.**

**4-асосий саволнинг мақсади:**

А. Кинетик ва потенциал энергияни тушунтиринг.

Б. Энергиянинг сақланиш қонуни ни тушунтиринг.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Кинетик энергияни таърифлай олади.
2. Потенциал энергияни тушунади.
3. Энергия сақланиш қонуни таърифлай олади.
4. Гравитацион тортишишдаги потенциал энергиясини билади.
5. Релятивистик энергияни ифодай олади.

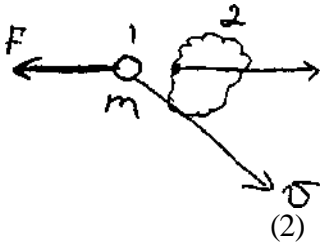
**4-асосий саволнинг баёни:**

Жисмнинг ёки жисмлар ситемасининг иш бажариш қобилиятини ҳарактерловчи катталиқ *энергия* дейилади. Жисмлар энергиясига эга бўлишига икки нарсас; биринчидан, жисмнинг бирор тезлик билан ҳаракатланиши ва иккинчидан жисмнинг кучлар потенциал майдонида турганлиги сабаб бўлиши мумкин.

Биринчи турдаги энергия *кинетик энергия* дейилади. Иккинчи турдаги энергия эса *потенциал энергия* дейилади. Қисқача кинетик энергияни-ҳаракат энергияси, потенциал энергияни эса-ҳолат (вазият) энергияси деб аташ мумкин.

Фараз қилайлик,  $V$  тезлик билан ҳаракатланаётган бир жисм иккинчи жисмга  $F$  куч билан таъсир қилсин.

Вақт ичида куч қўйилган нуқта



$F ds = v dt$  га қўчади., натижада биринчи жисм иккинчи жисм устида

$$dA = \vec{F} d\vec{S} = F\vec{V} dt \quad (1)$$

(2) иш бажаради.

Бунда биринчи жисм бажарган ишни унинг кинетик энергиясининг камайишига тенглаш мумкин.

$$dA = -dE_k$$

(1) га асосан

$$dE_k = \vec{F} \vec{V} dt \quad (2)$$

Ньютоннинг 3-қонунига биноан икки жисм бир жисмга  $\vec{F}^1 = -\vec{F}$  куч билан таъсир кўрсатганлиги туфайли бир жисмнинг тезлиги вақт ичида қуйидаги ортирмани олади.

$$d\vec{v} = \frac{1}{m} \vec{F}^1 dt = -\frac{1}{m} \vec{F} dt \quad (3)$$

Буни  $m\vec{V}$  га скаляр қўпайтириб

$$m\vec{V}d\vec{V} = -\vec{F}\vec{V}dt \quad (4)$$

(4) билан (3) ни солиштириб

$$dE_k = mvdv = a\left(\frac{mv^2}{2}\right) \quad (5)$$

ёки

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (6)$$

(6) нинг сурат ва маҳражларини  $m$  га қўпайтириб ва  $mv = p$  эътиборга олиб

$$E_k = \frac{p^2}{2m} \quad (7)$$

жисм устида бажарилган иш  $A = \Delta E$  га тенг. Ҳақиқатдан ҳам  $dA^1 = F^1 V dt$  қўпайтмани  $dp = mdv$  билан алмаштирсак қуйидагини топамиз.

$$dA^1 = F^1 v dt = mvdv = mvdv = d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = dE$$

буни интеграллаб қуйидагини топамиз:

$$A^1 = E_2 - E_1 \quad (8)$$



**Потенциал энергия.** Кучлар потенциал майдонда турган жисмни қараб чиқайлик. Майдоннинг ҳар бир нуқтасига бирор  $U(r)$  функциянинг маълум қийматини такослайлик. Система бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга бирор биринчи иккинчи йўл билан ўтган деб фараз қилайлик. Бундай ўтишда консерватик кучларнинг бажарган ишини  $A_{12}$  ни биринчи ва иккинчи ҳолатига  $U_1$  ва  $U_2$  потенциал энергиялар ҳамма ифодалаш мумкин. Шу мақсадда система 0 нолинчи ҳолат ҳамма, яъни 102 йўл бўйича ўтган деб фараз қилайлик. Кучлар консерватив бўлганлигидан

$$A_{12} = A_{102} = A_{10} + A_{02} = A_{10} - A_{20} \quad (1)$$

Бунда бир ҳолатдаги  $U_1 = U_0 + A_{10}$  (2), иккинчи ҳолатда  $U_2 = U_0 + A_{20}$  (3) (2) дан (3) ни айирамиз ва (1) ни ҳисобга оламиз.

$$U_1 - U_2 = U_0 + A_{10} - U_0 - A_{20} = A_{10} - A_{20} = A_{10} - A_{02}$$

Бундан  $A_{12} = U_1 - U_2$  (4) яъни консерватив кучларнинг бажарган иши система потенциал энергиясининг камайишига тенг. Бизга маълумки системанинг кинетик энергияси биринчи ва иккинчи ҳолатда бажарилган ишга топшириқлари боғланган эди, яъни

$$A_{12} = E_2 - E_1$$

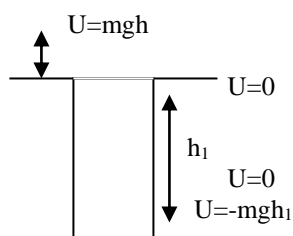
(5) ва (4) ни тенглаб

$$E_2 - E_1 = U_1 - U_2 \quad \text{ёки} \quad E_1 + U_1 = E_2 + U_2$$

Системанинг кинетик ва потенциал энергияларининг йиғиндиси унинг тўла энергиясига тенг. Шундай қилиб

$$E_{\text{тўла}} = E_k + U = \text{const}$$

фақат консерватив (ҳамда гироскопик) кучларга эга бўлган системадагина тўла энергия узгармас қолади. Бу ерда потенциал энергия кинетик энергияга айланиши ва аксинча бўлиши мумкин, лекин системанинг энергия запаси узгармайди. Бу қонун Механикада энергиянинг сақланиш қонуни деб аталади. а) жисмнинг бир жинсли оғирлик майдонидаги потенциал энергияси оғрлик кучи майдонида



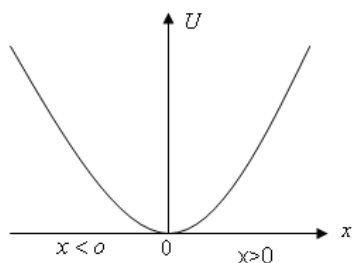
Ер сирти яқинида массали жисмнинг потенциал энергияси  $U = mgh$   $U = mgh$  бу ерда  $h = 0$  бўлган сатҳдан ўлчанган баландлик.  $U$  нинг ҳисоб бошини ихтиёрий танлаб олиш мумкин бўлганлиги сабабли потенциал энергия манфий қийматларга эга бўлиши мумкин. Масалан чуқурликда ётган жисмнинг потенциал энергияси

$$U = -mgh$$

Бу чузилган пуржинанинг потенциал энергияси.

Пуржинани чузганда ёки қисганда вужудга келадиган эластик кучлар марказий кучлар дейилади ва улар консерватив кучлар ҳисобланади.

$E = E_k$  Гук қонуни.



Пружина деформацияланган ҳолатидан деформацияланмаган ҳолатга ўтади  $F$  куч

$$A = \int_0^x F dx = R \int_0^x x dx = \frac{1}{2} R x^2$$

иш бажаради. Агар пружинали деформацияланган силжиш чузилиш ҳолатидаги эластик энергиясини нолга тенг деб олишига шартлашилса у

$$U = \frac{1}{2} R x^2 \quad (7)$$

в) икки моддий нуқталарнинг гравитацион тортишишидаги потенциал энергия.

$$F = \gamma \frac{Mm}{r^2} \quad (8)$$

Бунда  $M$  ни кузғалмас деб  $m$  массали жисмни эса унинг гравитацион майдонида кўчади деб, бунда

$$A = x r \int_r^x \gamma \frac{Mm}{r^2} dr = \gamma \frac{Mm}{r}$$

(8) Бу иш потенциал энергиянинг камаишига тенг  $A = U_\infty - U_r$

Одатда  $U_\infty = 0$  га тенг.

$$U = -\gamma \frac{Mm}{r^2} \quad (9)$$

Энди релятивистик механикада кинетик энергия ифодасини кўрайлик. Бунда ҳам  $A = \int (v dp)$  тенглама ўринли, фақат бунда массанинг тезликга боғлиқ лигини ҳисобга олиш лозим.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

Бунга  $V = P/m$  ни қўйиб ва квадратга ошириб  
 $P^2 = K(m_0c)^2 = K(mc)^2 \quad (10)$

буни дифференциаллаб  
 $PdP = Kc^2 m dm$

га эга бўламиз.  $P = mv$  бўлганлиги учун.  
 $Vdp = Kc^2 dm$

Шундаи қилиб бундан  
 $A_{12} = K \int v dp \int_{m_1}^{m_2} Kc^2 d$

Бундан  
 $A_{12} = Kc^2 (m_2 - m_1) = Kc^2 dm$

Бу ерда  $m_1$  ва  $m_2$  - моддий нукталарнинг бошланғич ва охириги ҳолатларидаги массалари  $E_K mc^2$  белги киритиб  $E$  катталикини заррани тўла ёки релятивистик энергияси деб атаймиз. У вақтда  $A_{12} = E_2 - E_1$  (1) Хусусий ҳолда, зарра тинч ҳолатда бўлганда унинг релятивистик энергияси  $E_0 = mc^2$  тинчликдаги энергия. Кинетик энергия релятивистик энергиянинг зарра ҳаракати ҳисобига юзага келган қисми дир. У

$$E_K = E - E_0 = K(m - m_0)c^2 \quad (15)$$

ёки

$$E_K = m_0c^2 \left( \sqrt{\frac{1}{1 - v^2/c^2}} - 1 \right) \quad (16)$$

Агар (10) га  $E$  ва  $E_0$  катталикларни киритсак, у вақтда  
 $E_{тўла} = E_0 + (Pc)^2 \quad (17)$

$$1 \text{ ЭВ} = 1,602 \cdot 10^{-12} \text{ эрг}$$

$$1 \text{ ГЭВ} = 10^9 \text{ ЭВ}$$

$$1 \text{ кЭВ} = 10^3 \text{ ЭВ}$$

$$1 \text{ ТЭВ} = 10^{12} \text{ ЭВ}$$

$$1 \text{ МЭВ} = 10^6 \text{ ЭВ}$$

$$E_{0e} = m_{0e}c^2 = 0,511 \text{ МЭВ} \quad E_{0p} = m_{0p}c^2 = 938 \text{ МЭВ}$$

Агар зарранинг  $E$  тўла релятивистик энергияси унинг тинчликдаги  $E_0$  дан катта бўлса у вақтда ультра релятивистик тезлик ҳақида гапирилади.

#### Назорат топшириқлари Б. Блўм максамонияси. Категория.

1. Кинетик энергия ифодасини ёзинг ва уни таърифланг.
2. Потенциал энергияни таърифланг ва унинг тенгламасини ёзинг.
3. Энергия импульс билан қандай боғланган.
4. Энергиянинг сақланиш қонуни га таъриф беринг.
5. Чузи лган пружинанинг потенциал энергиясини ёзинг.
6. Гравитацион тортишиш майдонидаги потенциал энергия ифодасини ёзинг.
7. Релятивистик энергия ифодасини ёзинг.
8. Массанинг тезлигга боғлиқ лигини кўрсатинг.
9. Энергия бирликларини ёзинг.
10. Энергиянинг импульс билан боғланишини ёзинг.
11. Оғир лик майдонидаги потенциал энергияни ёзинг.

#### 4-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Энергия. Энергиянинг сақланиш қонуни .
- (1) 133-140 бетлар.
- (2) 116-117 бетлар.

#### Адабиётлар:

1. Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. ўқитувчи. 1981 и
2. С.П.Стрелков. Обхйй курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основў Механики. Москва. Наука. 1971 г.

#### Иш ва Энергия мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: А. Механик ишни тушунтириш. Б. Иш бирликлари билан таништириш.	Ўқитувчи	

	<b>Идентиф ўқув мақсадлари:</b> 1. Механик ишни тушунади. 2. Механик ишга таъриф бера олади. 3. Механик иш тенгламасини ёза олади. 4. Механик иш бирликлари билдирилади.		
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Куч, Ньютон, Траектория, Жоуль, Тезланиш, Таъсир, Қўчиш, Қувват, Вектор, Вақт, Механик иш, от кучи, Метр, потенциал майдон <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдиротлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдирот, муаммоли саволлар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунини қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талабаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчиликти талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустақамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Механик ишни тушуниш. 2. Қувватни таърифлаб бериш. 3. Қувватни аниқловчи ифодани ёзиш. 4. Қувват бирликлари ёзиш.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>Ўз фикрини раво баён қила олади.</li> <li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 5-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

**5.1.** Агар буфер пружинаси  $\Delta F_0 = 3 \cdot 10^4 \text{ Н}$  куч таъсирида  $\Delta l_0 = 1 \text{ см}$  га сиқилса, пружинани  $\Delta l = 5 \text{ см}$  га сиқиш учун зарур бўлган иш  $A$  ни топинг.

**Берилган:**  $\Delta F_0 = 3 \cdot 10^4 \text{ Н}$ ;  $\Delta l_0 = 1 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ;  $\Delta l = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

**Топиш керак:**  $A = ?$

**Ечилиши:** Пружинани сиқувчи  $F$  куч Гук қонунига биноан сиқилиш катталигига пропорционал

бўлиб, у 0 дан  $F = k\Delta l$  гача ўзгарганда унинг  $F_{o'rt} = \frac{k\Delta l}{2}$  ўртача қийматининг бажарган иш

ўзгарувчан кучнинг бажарган ишига тенгдир:

$$A = F_{o'rt} \cdot \Delta l = \frac{k\Delta l^2}{2}. \quad (1)$$

Бунда  $k$ -пружинанинг бикрлик коэффиценти бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$k = \frac{\Delta F_0}{\Delta l_0} \quad (2)$$

Бу ифодани (1) га қўйилса, қуйидаги ишчи формула келиб чиқади:

$$A = \frac{\Delta F_0}{\Delta l_0} \cdot \frac{\Delta l^2}{2} = \frac{3 \cdot 10^4 \text{ Н}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ м}} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2} = 3750 \text{ Н} \cdot \text{м} = 3750 \text{ Ж}$$

Жавоб:  $A = 3750 \text{ Ж}$

**5.2.**  $v_1 = 360 \text{ км/соат}$  ўзгармас тезлик билан горизонтал йўналишда парвоз қилаётган  $m = 500 \text{ кг}$  массали самалёт парвоз йўналишини ўзгартириб,  $h = 2 \text{ км}$  баландликка кўтарилган. Бунда унинг тезлиги  $v_2 = 216 \text{ км/соат}$  га камайган бўлса, моторнинг самалётни кўтаришда бажарган иши  $A$  ни топинг?

**Берилган:**  $m = 5 \cdot 10^3 \text{ кг}$ ;  $v_1 = 360 \text{ км/соат} = 100 \text{ м/с}$ ;  $v_2 = 216 \text{ км/соат} = 60 \text{ м/с}$ ;  $h = 2 \cdot 10^3 \text{ м}$ .

**Топиш керак:**  $A = ?$

**Ечилиши:** Энергиянинг сақланиш қонунига биноан самолётнинг кейинги ва олдинги ҳолатдаги



тўлиқ механик энергияларнинг фарқи унинг кўтарилишида мотор бажарган иш  $A$  га тенг:

$$A = (W_{T2} - W_{T1}) = (W_{noT} + W_{kun2}) - W_{kun1} = \left( mgh + \frac{mv_2^2}{2} \right) - \frac{mv_1^2}{2} = m \left( gh + \frac{v_2^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} \right) =$$

$$= 5 \cdot 10^3 \text{ кг} \left( 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ м} + \frac{36 \cdot 10^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} - \frac{10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} \right) = 82 \cdot 10^6 \text{ Ж} = 82 \text{ МЖ}.$$

**Жавоб:**  $A = 82 \cdot 10^6 \text{ Ж} = 82 \text{ МЖ}.$

## № 7 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Оғма маятник ёрдамида тебраниш ишқаланиш коэффициентини аниқлаш.

**Ишдан мақсад:** Оғма маятник ёрдамида металл шарчанинг тебраниш ишқаланиш коэффициентини аниқлаш.

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Чўзилган ипга осилган оғма текисликка таянган металл шарчанинг тебранма ҳаракатини қараймиз.  $\beta$  бурчакка оғдирсак, у оғма текисликка таянган ҳолда мувозанат вазият атрофида тебранади. Оғма текислик ҳам ўз навбатида вертикалга нисбатан  $\gamma$  бурчакка оғиб турибди. Бундай вазиятда шарчанинг ҳаракат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$ml_0\beta = -mg \cos \gamma \beta + F_{m.u} \quad (1)$$

Бу ерда

$l_0$ -маятник узунлиги;

$m$ - маятник массаси ;

$g$ -эркин тушиш тезланиши;

$F_{m.u}$ -тинч ҳолдаги ишқаланиш.

$F_{TU}$  – кучи ОС ўққа нисбатан моментни ҳосил қилади. Бу момент- $M_{TK}$ , шарчанинг ҳаракатига тескари йўналган бўлиб, унинг ҳаракатини секинлаштиришга интилади. Шарчанинг ОС ўққа нисбатан ўз ўқи атрофида бурилишини  $\varphi$  билан белгиласак, шарчанинг ҳаракат тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$I_0\ddot{\varphi} = -F_{m.u}r + M_{TK} \quad (2)$$

$I_0 = \frac{2}{5}mr^2$  - шарчанинг инерция моменти.

Агар шарчани ҳаракати давомида сирпанишсиз думалайди деб ҳисобласак (2) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$I\ddot{\varphi} = -\frac{r^2}{l_0}mg \cos \gamma \varphi + M_{TK} \quad (3)$$

$I = I_0 + mr^2$  - шарчанинг оний ўққа нисбатан инерция моменти. Тебраниш ишқаланиш пайтида ҳосил бўлган куч моменти  $M_{TK}$  қуйидагига тенг.

$$M_{TK} = \pm kmg \sin \gamma \quad (4)$$

Кўпчилик ҳолларда шарчанинг бурилиши бурчаги  $\varphi$  ўрнига унинг масса марказидан силжиши ҳисобланган  $x$  ни ҳисобга олиш қулай.

(1) ва (4) лардан

$$\Delta\varphi = \frac{kl_0}{r^2}tg\gamma \quad (5)$$

белгиласак, кичик бурчаклар учун  $\beta x = r\varphi$  ҳисобга олганда (3) формула қуйидаги оддий дифференциал тенгламага келади.

$$\ddot{x} + \omega^2(x \mp \Delta x) = 0 \quad (6)$$

Маятник ҳаракати сўнувчи характерга эга бўлганлигидан

$$\Delta x = \frac{a_0 - a_n}{4n} \quad (7)$$

$a_0, a_n$  –шарчанинг мувозанат вазиятдан оғишдаги бурчакли масофа.

Агар  $\Delta x = r\Delta\varphi$  билан алмаштирсак ва (5) дан

$$k = \frac{\Delta x r}{l_0} \operatorname{tg} \gamma \quad (8)$$

(7) га кўра

$$k = \frac{r}{l_0} \operatorname{tg} \gamma \frac{a_0 - a_n}{4n} \quad (9)$$

(9) тенгламанинг ўнг томонидаги барча физик катталикларни тажрибада ўлчаш мумкин.

#### Асбобнинг тузилиши

Оғма маятникнинг умумий кўриниши 11-расмда келтирилган. Асосга (1) тўртта таянч (2) беркитилган бўлиб, улар ёрдамида маятник горизонтал вазиятда ўрнатилади. Асосга миллисекундомер (3) маҳкамланган. Булардан ташқари асосга металл устун ҳам бирикитилган бўлиб, унда тишли узатманинг (4) механизми ҳаракатланади. 1 ва 2 шкалалар (5) тишли узатма орқали кранштейнга маҳкамланган. Кранштейннинг юқори қисмига колонка (6) ўрнатиладиган, унга эса металл шарча (7) осилган.

Кранштейнни маълум бурчакка эгиш учун махсус механизм (8) мослаштирилган. Шарчанинг тебранишларини ҳисоблаш учун кранштейнга фотоэлектрик датчик (9) ўрнатиладиган.

#### Ишни бажариш тартиби

Тебраниш ишқаланиш коэффициентини (9) формула асосида тажрибада аниқланади.

$$k = \frac{r}{l_0} \operatorname{tg} \gamma \frac{a_0 - a_n}{4n}$$

Бунда

$r$ -шарчанинг радиуси (мм);

$l_0$ - маятник узунлиги (мм);

$\gamma$  - маятникнинг оғ иш бурчаги (рад);

$n$  –тебранишлар сони;

$a_0$ -шарчанинг дастлабки мувозанатдан четланишдаги бурчакли масофа ;

$a_n$ -  $n$  – чи тебранишда мувозанатдан четланишдаги бурчакли масофа.

#### Тажриба қуйидаги тартибда бажарилади:

-Кранштейн юқорисига ўрнатиладиган колонкадаги махсус мослама ёрдамида маятникнинг узунлиги ( $l_0$ ) танланади. Узунликни танлашда шунга эътибор бериш керакки, маятникнинг шарчаси фотоэлектрик датчикнинг нур дастасини кесиб ўтсин.

-Маятникни оғдирувчи махсус механизми (8) ёрдамида оғиш бурчаги  $\gamma = 30^\circ$  га қўйилади.

-Шарчани мувозанат вазиятдан  $4-5^\circ$  га четланиб тебратилади.

-Тебранишлар сони  $n = 10$  та бўлгандаги четланиш бурчаги  $a_{10}$  ўлчанади.

-Штангенциркуль ёки микрометр ёрдамида шарчанинг радиуси ( $r$ ) ўлчанади.

-Ўлчанган физик катталиклар (9) формулага қўйилади ва тебраниш ишқаланиш коэффициентини ўлчанади.

#### Тажриба хатоликларини аниқлаш

Тебраниш ишқаланиш коэффициентини аниқлашда тажриба хатоликлари қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\delta = \frac{k - k_{yp}}{k_{yp}} 100\% \quad (10)$$

Бу ерда

$k$ -тебраниш ишқаланиш коэффициентини;

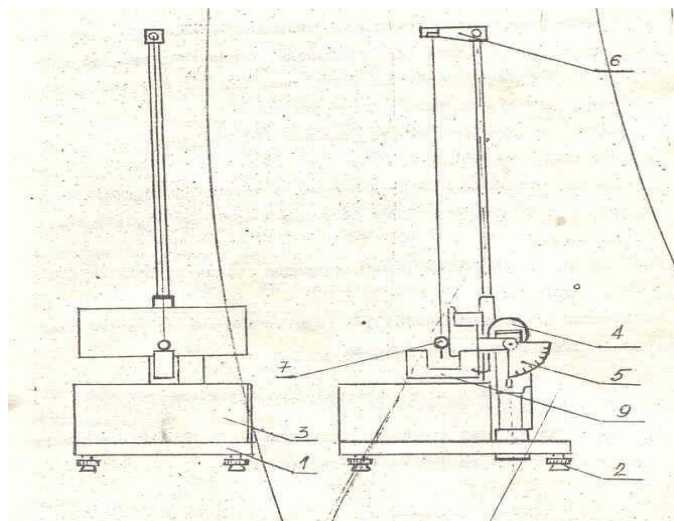
$k_{yp}$ -10 та ишқаланиш коэффициентларининг ўртача арифметик қиймати.

#### Синов саволлари

1. Ишни бажариш тартиби.
2. Сирпаниш, думала ва тинч ҳолатдаги ишқаланишлар. Уларнинг фарқи.
3. Ишқаланиш кучининг пайдо бўлиш сабаблари. Унинг йўналиши.
4. Ишчи формула исботи.

#### Адабиётлар

1. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности» Москва: «Высшая школа» 1990.
2. Савельев И.В. «Умный физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1978.
3. Сивухин Д. В. «Умный физика курси». Механика. Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1981.
4. Иверонова В.И. «Физикадан практикум» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1973.
5. Назиров. Э.А. ва бошқалар «Механика ва молекуляр физикадан практикум». Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1979.
6. Лабораторный практикум по физике. Под. ред. Ахматова А.С. Москва: «Высшая школа» 1980.



11-расм

## 12-МАВЗУ: УРИЛИШЛАР

### Режа:

1. Мутлок эластик урилиш.
2. Ноэластик урилиш.
3. Тикланиш коэффициенти.

Урилиш - фазонинг кичик соҳасида жисмларнинг киска вақт ичида узаро таъсирлашувлари жараёнидир. Тукнашувчи жисмларни марказларини бирлаштирувчи тугри чизик урилиш чизиги дейилади. Агар бу тугри чизик жисмларнинг масса марказлари орқали утса урилиш марказий ҳисобланади. Урилишлар эластик ва ноэластик қуринишда бўлади.

Агар тукнашув натижасида жисмларни ички энергиялари ҳеч узгармаса урилиш мутлок эластик ҳисобланади ва аксинча, тукнашиш натижасида жисмларни ички энергиялари узгарса урилиш ноэластик ҳисобланади. Бунда агар энергия тулик ички энергияга айланса мутлок ноэластик урилиш содир бўлади.

Мутлок эластик урилиш.

Маълумки, жисмларнинг узаро таъсирлашувларида энергия ва импульс алмашинуви юз беради. Тукнашувдан сунг жисмларнинг ҳаракат йуналиши ва урилишгунча бўлган тезликларидан бошқача тезлик билан ҳаракатланиши кузатилади. Рубару марказий урилишда иккала жисмларнинг масса марказлари бир тугри чизик бўйича ҳаракатланади. Узаро таъсир кучи ҳаракат йуналишда бўлади.

Жуда киска вақт ичида эластик урилиш юз бериб, иккала жисм бир хил  $v$  тезлик билан ҳаракатланади, сунгра улар ажраладилар ва ҳар хил тезлик билан ҳаракатлана бошлайдилар. Агар биринчи жисм массаси  $m_1$ , тезлиги  $V_1$ , урилишдан кейинги тезлиги  $V_1'$  иккинчи жисм учун  $m_2$ ,  $V_2$ ,  $V_2'$  бўлса импульсни сакланиш қонунига асосан

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V_1' + m_2 V_2'$$

ёки,

$$m_1 (V_1 - V_1') = m_2 (V_2' - V_2) \quad (1) \text{ бўлади.}$$

Энергияни сакланиш қонунига асосан

$$\frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2} = \frac{m_1 V_1'^2}{2} + \frac{m_2 V_2'^2}{2}$$

$$\text{ёки, } m_1 (V_1^2 - V_1'^2) = m_2 (V_2'^2 - V_2^2) \text{ бундан}$$

$$m_1 (V_1 - V_1')(V_1 + V_1') = m_2 (V_2' - V_2)(V_2' + V_2)$$

Бу ерда (1) ни эътиборга олсак

$$V_1 + V_1' = V_2 + V_2' \quad (2)$$

Демак, урилишгача ва урилишдан сунгги тезликларининг йигиндиси бир хил бўлади. (2) дан

$$V_2' = V_1' + V_1 - V_2 \quad \text{ва} \quad V_1' = V_2 + V_2' - V_1$$

Бу ифодаларни ҳисобга олинса (1) ни қуйидагича ёзиш мумкин.

$m_1 (V_1 - V_1') = m_2 (V_1' + V_1 - V_2 - V_2)$  ва  $m_2 (V_2' - V_2) = m_1 (V_1 - V_2 - V_2' + V_1)$  булардан мос ҳолда

$$\left. \begin{aligned} V_1' &= \frac{(m_1 - m_2)V_1 + 2m_2V_2}{m_1 + m_2} \\ V_2' &= \frac{(m_2 - m_1)V_2 + 2m_1V_1}{m_1 + m_2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Агар  $m_1 = m_2$  булса  $V_1' = V_2$  ва  $V_2' = V_1$  булади.

Урилишгача ва урилишдан сунг тулик энергия узгаришсиз колгани учун тукнашувчи жисмлар дастлабки шакллари эгаллайдилар яъни урилиш пайтида юзага келувчи деформация йуколади.

Ноэластик урилиш.

Бундай урилишда жисмларни бир-бирига тегувчи жойлари деформациялашади ва сунгра иккаласи биргаликда умумий тезлик билан харакатланадилар.

Импульсни сакланиш конуни куйидагича курилишда булади.

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V$$

Ундан

$$V = (m_1 V_1 + m_2 V_2) / (m_1 + m_2) \quad (4)$$

Энергияни сакланиш конунига асосан системанинг кинетик энергияси урилишгунгача булган кийматидан кичик булади, чунки унинг бир кисми жисмларни ноэластик деформацияланишига сарф булади.

Урилиш содир булгунча

$$W_1 = \frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2}$$

Урилишдан сунггиси

$$W_2 = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot V^2$$

Бу ерда  $\Delta W = W_1 - W_2$  тукнашувчи жисмларни деформацияланиши учун сарфланган ишга тенг булган энергияни йуколиши яъни

$$\Delta W = W_1 - W_2 = \frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2} - \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot V^2$$

(4) ни ҳисобга олиб, биров узгаришлар қилсак қуйидагини оламиз

$$\Delta W = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (V_1 - V_2)^2 \quad (5)$$

Кисман эластик урилиш.

Эластик урилишда тукнашувчи жисмларнинг энергияларини йигиндиси узгармайди, ноэластик урилишда эса ( $V_1' = V_2' = V$ ) тулик энергияни катта қисми жисмларни деформацияланишига сарф булади. Бу иккала ҳол идеал хусусий жараёндир.

Реал процессларда энергиянинг озми-қупми қисми кичик деформацияларни юзага келтиришга ва ички ишқаланиш кучларини енгилшга сарфланади. Ноэластик урилишда жисмларни деформациялашувига сарф булган ишни  $\Delta W_1 = W_1 - W_2$  қисми яна кинетик энергияга айланади :

$$\Delta W_2 = (W_1 - W_2) K^2$$

Агар тукнашувчи биринчи жисмнинг массаси  $m_1$ , тукнашгунча тезлиги  $V_1$ , тукнашгандан сунги тезлиги  $V_1'$ , тикланиш коэффициентини  $K$  булса қисман эластик урилишда энергия исрофи

$$\begin{aligned} \Delta W &= \Delta W_1 - \Delta W_2 \\ \Delta W &= (W_1 - W_2) - (W_1 - W_2) K^2 = (W_1 - W_2) (1 - K^2) \end{aligned}$$

(5) ни ҳисобга олсак бунини

$$\Delta W = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (V_1 - V_2)^2 (1 - K^2)$$

Энергия исрофи натижасида қисман эластик тукнашган жисмларнинг тезликлари уларни мутлоқ эластик урилишдан сунги тезликларига нисбатан озрок булади.

У холда  $V_1 + V_1' = V_2 + V_2'$  ифода бундай жараён учун  $(V_1 - V_2)K = V_2' - V_1'$  куринишни олади. Бундан сунг (3) ифодани чиқаришда килинганидек алмаштиришлардан кейин

$$\left. \begin{aligned} V_1^I &= \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2 - (V_1 - V_2)m_2 K}{m_1 + m_2} \\ V_2^I &= \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2 + (V_1 - V_2)m_1 K}{m_1 + m_2} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Эластик ва ноэластик урилишлар қисман эластик урилишни хусусий ҳоллари бўлиб тикланиш коэффициентини  $K$  ни қиймати билан фаркланадилар.

Ноэластик урилишда  $K=0$ , мутлок эластик урилишда  $K=1$ , қисман эластик урилишда  $0 < K < 1$

Умуман тикланиш коэффициентини  $K$  жисмни эластиклик улчови маъносига эга ва уни тажрибада аниқлаш мумкин. Масалан, шар пластинкага  $H$  баландликдан ташланса (иккаласи бир хил материал) ундан сакраб  $h$  баландликка кутарилади.  $V_2 = 0$  ва  $m_2 \gg m_1$  бўлгани учун (7) га биноан

$$K = -\frac{V_1^I}{V_1}; \quad V = \sqrt{2gh}$$

бўлганидан

$$K = \sqrt{\frac{h}{H}}$$

чиқади. ( $m_1$  ни жуда кичик дедик). Урилишлар нафакат механикада балки молекуляр физикада, электр, оптика, атом ва ядроларда ҳам учрайди. Улар алохида-алохида курилади.

### Назорат саволлари.

1. Урилиш деб нимага айтилади ?
2. Марказий урилиш деб қандай урилишга айтилади ?
3. Мутлок эластик урилиш қандай урилишдир?
4. Мутлок эластик урилишдан сунг жисмларни тезлиги қандай қонунларни натижасидир ?
5. Ноэластик урилиш деб қандай урилишга айтилади?
6. Мутлок ноэластик урилишдан сунг жисмларни тезлиги қандай қонунларни натижасидир ?
7. Тукнашувчи жисмларни деформацияланиши учун сарфланган ишга тенг бўлган энергияни йуқолиши қандай ифода орқали аниқланади?
8. Қисман эластик урилишни тушунтиринг.
9. Қисман эластик урилишда энергия исрофи қандай топилади?
10. Тикланиш коэффициентини деб нимага айтилади ?

### 13-мавзу: Сирпаниш ва тинч ишқаланиш қонуни. Думаланиш ишқалани.

**Режа:**

1. Ишқаланиш кучлари.
2. Сирпанишдаги ишқаланиш.
3. Думаланишдаги ишқаланиш.
4. Ковушқок мухитларда ишқаланиш.

I. Тажрибадан куринадики, горизонтал юзада ҳаракатланувчи ҳар қандай жисм унга бошқа кучлар таъсир қилмаса ҳам вақт утиши билан уз ҳаракатини секинлаштиради ва (Галилей ишлари)

охири тухтайди. Буни сабаби жисмни харакатланишига тускинлик килувчи кандайдир бошка кучни мавжудлигидир. Бу кучни ишкаланиш кучи деб аталади.

Мазмун жихатдан бу куч каршилиқ кучи булиб жисмни силжиш йуналишига нисбатан карама-карши ва ишкаланувчи сиртга уринма йуналгандир (гадир-будирликлар  $F_{\text{ишк}}$  юзага келтиради). Ишкаланишни ташки (курук) ва ички (суюқ ёки ковушок) турларга булишади. Ишкаланиш кандай турда булишидан катъий назар уни юзага келиши механик энергияни иссиқлик энергиясига айланиши билан кузатилади.

#### 1. Ташки ишкаланиш (ТИ).

ТИ иккита тегиб турувчи жисмларни бир-бирига нисбатан силжиши процессида юзага келади. ТИ узи икки курунишда булади.

А) тинчликдаги ишкаланиш.

Б) сирпанишдаги ва думаланишдаги ишкаланиш

II. Агар тегиб турувчи жисмлар бир-бирига нисбатан кузголмас булса тинч ишкаланиш, бир-бирига нисбатан силжиётган булса, сирпанишдаги ишкаланиш дейилади.

Умуман ташки ишкаланиш кандай курунишда булмасин у бир-бирига тегиб турувчи сиртларни макро ва микро гадир-будирликлари натижасидир. Маълумки, хар кандай сирт мутлок силлик эмас, мутлок силлик булган такдирда ишкаланиш молекулалараро тортишиш кучлари таъсирида юзага келади. Ишкаланиш конунларини чикариш учун Амонтон ва Кулон (француз олимлари) таклиф килган усулдан фойдаланамиз.

Бирон горизонтал сиртга  $N$  нормал огирликка эга булган брусокни куямиз(трибометр). Брусокка  $F$  куч куйилсин. Уни микдори  $F_{\text{ишк}}$  дан куп булганда жисм харакатга келади. Брусок сирт устида текис харакатга келган пайтда  $F = - F_{\text{ишк}}$  булади.

Тажрибаларда аникланишича  $F_{\text{ишк}}$  брусокнинг нормаль босим кучи  $N$  га тугри пропорционал булар экан

$$F_{\text{ишк}} = k \cdot N \quad (1)$$

$k$  - ишкаланувчи сиртларнинг хоссаларига боглик булган коэффициент.

Уни кийматини топайлик.

Бунинг учун бурчак киякликли текисликда турган брусокни курайлик. Унга таъсир этувчи кучлар шаклда курсатилди.  $P$  огирлик кучининг тангенциал ташкил этувчиси  $F$  кучи  $F_{\text{ишк}}$  дан катта ёки тенг булганда брусок (жисм) харакатга келади. Шаклдан  $F = p \cdot \sin \varphi$  ва  $N = p \cdot \cos \varphi$

Шунинг учун (1) ни

$$K = \frac{F_{\text{ишк}}}{N} = \frac{p \cdot \sin \varphi}{p \cdot \cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

Демак, ишкаланиш коэффициенти кия текисликка жойлашган жисм харакатлана бошлаган моментга тугри келувчи бурчакнинг тангенсига сон жихатдан тенг катталиқ экан.

Табиатда ва техникада ишкаланиш катта рол уйнайди. Ишкаланиш сабабли транспорт харакатланади, мих деворда туради ва х.к.

Айрим холларда ишкаланиш зарар хам келтиради. Бунда уни камайтириш керак, масалан, ёглаш керак.

III. Сирпанишдаги ишкаланишни тубдан камайтириш учун думаланиш - ишкаланишига утиш керак.

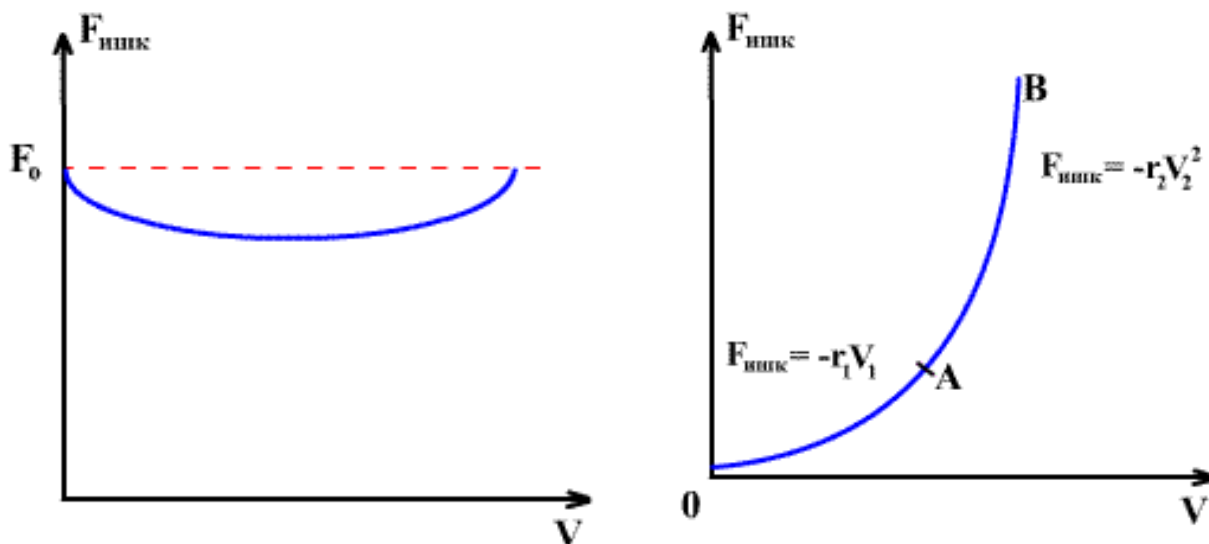
Бунда ишкаланиш кучи

$$F_{\text{ишк}} = K \cdot \frac{N}{r} \quad (3)$$

билан аникланади.

Думаланиш ишкаланиши коэффициенти сирпанишдагига нисбатан бир неча ун марта кичикдир.





Ишқаланиш коэффициенти ишқаланувчи сиртларнинг катталигига, юкнинг оғирлигига боғлиқ бўлмайди, аммо сирпанувчи юкнинг тезлигига суғул бўлсада боғлиқ.

Текис ҳаракатда  $F = F_{\text{ишк}}$  дедик. Агар мувозанат бўлмаса ҳаракат тезланишли бўлади.

Графикда шу иққала ҳол ҳам қурсатилди. Тинч ҳолдаги ишқаланиш қучи 0 дан  $F$  гача қийматни қабул қилиши мумкин. Тезлик ортиши билан сирпанишдаги ишқаланиш қучи дастлаб қамая боради, сунгра ортади. Агар сиртлар махсус силликланса  $F_{\text{ишк}}$  тезликка амалда боғлиқ бўлмайди ва эгри қизик тугри қизик қуринишида бўлади. (Графикда пунктир қизик билан тасвирланди)

IV. Энди ишқаланишни иккинчи тури ички ишқаланишни юзага қелиши билан танишайлик.

Маълумки, суюқлик (ёки газ) қатламлари бир-бирига нисбатан ҳаракатланганда ички ишқаланиш қучлари вужудга қелади ва улар қатламларга уринма ҳолда йуналгандирлар. Ички ишқаланиш фақат суюқлик ёки газ қатламлари орасидагина юзага қелмасдан балки қаттиқ жисм қовушқок муҳитда ҳаракатланганда ҳам юзага қелади. Бунда муҳитнинг қаршилиқ қучи пайдо бўлиб, у ички ишқаланиш қучидан анча қаттадир. Жисм тезлиги қичик бўлганда бу қуч тезликка қизикли боғлиқ бўлади. (0A оралик)

$$F_{\text{ишк}} = -r_1 \cdot V_1$$

$r$  коэффициент жисмни шакли, улчами, юзасини тозаллигига ва муҳитни таркибига боғлиқ бўлиб у қаршилиқ коэффициенти деб аталади.

Қатта тезликларда қизикли боғланиш қонунияти бузилиб қуч тезликни квадратига пропорциоанал усади. (AB оралик).

$$F_{\text{ишк}} = -r_2 \cdot V_2^2$$

Ички ишқаланиш қучи газ ёки суюқлик қатламларини бир - бирига нисбатан турлича тезликлар билан ҳаракатланиши натижасида юзага қелади. Деворга тегиб турган суюқлик қатлами тинч ( $V_0 = 0$ ) ёки энг қичик тезлик ( $V_{\text{min}}$ ) билан, девордан узоклашган сари тезликлари ҳам орта боради ва уртада  $V = V_{\text{max}}$  бўлади.

Ҳар қандай реал суюқлик қатламлари бир бирини ҳаракатига қаршилиқ қурсатади. Бу қаршилиқ қучлари қатламларнинг юзасига уринма ҳолда йуналган. Бунда тез ҳаракатланувчи секинроғини тортишга интилади.

Секин қатлам тез қатламни тормозлайди. Қатламни юзаси қанча қатта бўлса, тезлиги қанча тез узғарса, ички ишқаланиш қучи  $F$  ҳам шунча қатта бўлади.

Шаклда бир-биридан  $\Delta x$  масофада турувчи  $V_1$  ва  $V_2$  тезлик билан ҳаракатланувчи иққита қатлам қурсатилди. ( $\Delta x$   $V$  га тик)  $\Delta V / \Delta x$  қатталиқ тезлик қатламдан қатламга  $x$

йуналиши буйича канча тез узгаришини характерлайди ва тезликлик градиенти дейилади.  
Катламлар орасидаги ички ишқаланиш кучи

$$F_{\text{ишқ}} = \eta \frac{\Delta V}{\Delta X} \cdot S \quad (4)$$

булади. Ньютон формуласидир.

$\eta$  - динамик ковушқоклик коэффиценти, бирлиги

$$[\eta] = \left[ \frac{F}{S \frac{\Delta V}{\Delta X}} \right] = \frac{H}{m^2 \frac{m}{m \cdot c}} = \frac{H \cdot c}{M^2} = \text{Па} \cdot c$$

Агар ковушқок мухитда шарсимон жисм харакатланаётган булса,  $r$  радиусли шарчага суюклик

$$F_{\text{Ст}} = 6 \pi \eta r V \quad (5)$$

ишқаланиш кучи билан таъсир этади.(5)-Стокс формуласидир.

Агар  $m$  массали шарча вертикал суюкликда тушаётган булса,

$$P = F_A + F_{\text{Ст}} \quad \text{булади.}$$

Ёки

$$mg = \rho_c \cdot U_m \cdot g + 6 \pi \eta r V$$

Бу ерда

$g$  - эркин тушиш тезланиши,

$\rho_c$  - суюкликнинг зичлиги,

$U_m$  - жисмнинг хажми,

$r$  - шарчанинг радиуси,

$V$  - тушаётган шарчанинг суюкликдаги тезлиги.

### Назорат саволлари.

1. Ишқаланиш нима?
2. Курук ёки ташки ишқаланиш деб нимага айтилади ?
3. Ички ишқаланиш деб нимага айтилади ?
4. Кулон-Амонтон конунини тушунтиринг.
5. Ишқаланиш коэффиценти деб нимага айтилади ?
6. Думаналишдаги ишқаланиш кандай булади?
7. Ишқаланиш кучи тезликка кандай боглик ?
8. Ньютон формуласини тушунтиринг.
9. Динамик ковушқоклик коэффиценти маъносини тушунтиринг.
10. Стокс формуласи қачон уринли булади?

### 14-МАВЗУ: ЎЗГАРУВЧАН МАССАЛИ ЖИСМНИНГ ҲАРАКАТИ.

#### Марузанинг режаси:

1. Нерелятивистик ҳаракат тенгламалари.
2. Циолковский формуласи.

#### Таянч суз ва иборалар.

Масса

ёпиқ система.

Ўзгарувчан масса

модда

Нисбий назарияси

ташқи кучлар

Релятивистик

тортишиш кучи

Норелятивистик	куч
Реактив ҳаракат	тзлик
Импульс	нисбий тезлик
Системанинг импульси	ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги
<b>Мавзуга оид муаммолар</b>	

1. Масса марказининг ҳаракати.
2. Узгарувчан массали жисм ҳаракати.

### 1-асосий савол: Норелятивистик ҳаракат тенгламалари.

#### 1-асосий саволнинг мақсади :

Норелятивистик ҳаракат тенгламаларини ва реактив ҳаракатни тушунтириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари :

1. Релятивистик ҳаракатдаги узгарувчан масса билан норелятивистик ҳаракатдаги узгарувчан масса орасидаги фаркни билади.
2. Норелятивистик ҳаракат тенгламаларини тушунади.
3. Мешчерский формуласини ёза олади.

#### 1-асосий саволнинг баёни :

Бу ерда «узгарувчан масса» термини нисбийлик назариясидагидан мутлоқо бошқа мазмунда ишлатилади. Нисбийлик назариясида ҳаракатдаги жисм массаси унинг тезлигининг узгариши ҳисобига узгаради. Бунда ҳаракат давомида жисмга ҳеч қандай модда қўшилмайди, ҳеч қандай модданий ўтказмайди ҳам, аксинча бу темада массаси моддай ўқолиши ёки қўшилиши ҳисобига узгарадиган жисмларнинг сёки н ҳаракати ҳақида гап боради. Масалан кучага сув сепадиган машина массаси оқиб чиқаётган сув ҳисобига камайд. Ракета ёки реактив самалёт массаси ёнилги ёнганда ҳосил бўладиган газнинг оқиши ҳисобига камайд. Узгарувчан массали жисмнинг ҳаракат тенгламалари Ньютон қонун лар ига нисбатан ҳеч қандай принципиал энгилликга эга бўлмай балки уларнинг натижалари ҳисобланади. Узгарувчан массали моддий нуқтанинг ҳаракат тенгламасини ракетанинг ҳаракати мисолида келтириб чиқарамиз.

Айтайлик  $m(t)$  ракетанинг ихтиёрий  $t$  вақт моментидаги массаси  $\vec{V}(t)$  шу моментдаги тезлиги бўлсин. Ракетанинг бу вақт моментидаги ҳаракат микдори  $m \vec{V}$  бўла ди.

$dt$  вақт ўтганда ракетанинг массаси ва тезлиги мос равишда  $dm$  ва  $d\vec{V}$  орттирмаларга эга бўлади. Ракетанинг ҳаракат микдори  $(m + dm)(\vec{V} + d\vec{V})$  га тенг бўлиб қолади. Бунга  $dt$  вақт оралиғида ҳосил бўлган газнинг ҳаракат микдорини қўшиш керак. У  $dm$  ва  $d\vec{V}$  газ га тенг. Бунда  $dm$  газ вақт оралиғида ҳосил бўлган газ массаси  $\vec{V}$  газ газнинг тезлиги.  $t$  К  $dt$  вақт моментидаги йиғинди ҳаракат микдоридан системанинг  $t$  вақт моментидаги ҳаракат микдорини айириб, ҳаракат микдорининг  $dt$  вақт оралиғидаги орттирмасини тапамиз. Маълум теоремага кўра бу орттирма  $Fdt$  тенг. Бу ерда  $\vec{F}$  — ракетага таъсир кўрсатаётган барча ташки кучларнинг геометрик йиғиндиси. Шундай қилиб

$$(m + K dm)(\vec{V} + K d\vec{V}) - K dm \vec{V} = m \vec{V} + Fdt$$

Бундан  $dm d\vec{V}$  чексиз кичик бўлганидан уни ташлаб юборамиз. Массанинг сақланиш идан  $dm + dm_{\text{газ}} = 0$  бўлади. Бундан фойдаланиб  $dm_{\text{газ}}$  тушуриб қолдиримиз.

Нихоят  $V_{\text{нисб}} = \vec{V}_{\text{газ}} = \vec{V}$  айирма газнинг ракетага нисбатан оқиб чиқиши тезлигини беради. Биз уни газ оқимининг тезлиги деб атаймиз. Шу айтилганларни ҳисобга олсак юқоридаги муносабат осонгина қуйидаги кўринишга келади

$$m d\vec{V} = V_{\text{нисб}} dm K \vec{F} dt \quad (1)$$

Буни  $dt$  га бўлиш билан

$$m \frac{d\vec{V}}{dt} = V_{\text{нисб}} \frac{dm}{dt} + \vec{F} \quad (2)$$

(2) Ньютоннинг 2-қонуни га ўхшайди. Бирок бу ерда жисмнинг массаси модда камайиши туфайли

вақт бўйича узгаради. Ташқи  $\frac{m}{F}$  топшириқлари қилиб  $V_{\text{нисб}} dm/dt$  ҳад қўшилади. Бу реактив куч яъни ракетадан оқиб чикувчи газнинг унга таъсир этувчи куч деб талқин қилиниши мумкин. (2) ни биринчи бўлиб рус механика И. В. Мешчерский топган. Бу тенглама ва унга эквивалент бўлган (1) чи ҳам Мешчерский тенграмаси ёки узгарувчан массали нуқтанинг ҳаракат тенграмаси деб аталади.

### Муҳокама учун саволлар

1. Масса маркази деб нимага айтилади?
2. Масса марказини координатлари қандай булади?
3. Масса марказининг импульси қандай?
4. Мешчерский формуласини тушунтиринг.
5. Циолковский формуласини тушунтиринг.
6. Ракета деб нимага айтилади?

### Назорат топшириқлари Б. Блўм таксамонияси. Категория.

1. Нерелятивистик ҳаракатдаги узгарувчан массани тушунтиринг.
2. Релятивистик ҳаракатдаги массанинг тезликга боғлиқ лигини тушунтиринг.
3. Нерелятивистик ҳаракат тенграмаларини тушунтириб беринг.
4. Импульснинг сақланиш қонуни ни ёзинг.
5. Реактив ҳаракатни тушунтиринг.
6. Мешчерский тенграмасини ёзинг.

### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

#### 1. Реактив ҳаракат. Мешчерский тенграмаси.

- (1) 111-113 бетлар.
- (2) 101-104 бетлар.

#### 2-асосий савол: Циолковский формуласи.

#### 2-асосий саволнинг мақсади :

Циолковский формуласи, погонали ракета ва ҳарактеристик тезликни тушунтириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари :

1. Релятивистик ҳаракатда энергия ва импульснинг сақланиш қонуни ни билади.
2. Релятивистик ҳаракат тенграмаларини тушунади
3. Циолковский формуласининг физик маъносини билади.

#### 2-асосий саволнинг баёни:

- 1) ни ҳеч қандай ташқи куч таъсир қилаётган раектанинг ҳаракатига тадбик қиламиз.  $\vec{F} = 0$  деб олиб
- $$m d\vec{V} = \vec{V}_{\text{нисб}} dm$$

Ракета  $\vec{V}_{\text{нисб}}$  газ оқими тезлигига қарама-қарши йўналишда тўғри чизиқли ҳаракат қилаётган бўлсин, деб фараз қилайлик. Агар ракетанинг ҳаракат йўналиш ининг мусбат деб қабул қилсак у ҳолда  $\vec{V}_{\text{нисб}}$  векторнинг бу йўналиш га проекцияси манфий ва  $-V_{\text{нисб}}$  га тенг бўлади. Шунинг учун охириги тенграмани

$$\begin{aligned} M dV &= V_{\text{нисб}} dm \\ \frac{dV}{dm} &= -\frac{V_{\text{нисб}}}{m} \\ V &= V_{\text{нисб}} \int \frac{dm}{m} = -V_{\text{нисб}} \ln m + c \end{aligned}$$

Бошланғич вақтда  $V = 0$   $m = m_0$

$$\begin{aligned} 0 &= -V_{\text{нисб}} \ln m_0 + c \\ c &= V_{\text{нисб}} \ln m_0 \end{aligned}$$

демак

$$V = V_{\text{нисб}} \ln \frac{m_0}{m} \quad (4)$$

ёки

$$\frac{m_0}{m} = lV / V_{\text{нисб}} \quad (5)$$

Циолковский формуласи. Бу (5) тенгламани релятивистик хол учун умумлаштириш мумкин. Релятивистик формула

$$\frac{m_0}{m} = \left( \frac{1+B}{1-B} \right) \frac{c}{2v_{\text{нисб}}} \quad (6)$$

бу ерда  $B = \frac{v}{c} B \ll 1$  ва  $\frac{v_{\text{нисб}}}{c} \ll 1$  да (6) к (5) бўлади. Ҳақиқатдан ҳам  $\frac{1+B}{1-B} \approx 1+2\beta$  ва демак

$$\frac{m_0}{m} \approx (1+2\beta) \frac{C}{2v_{\text{нисб}}} \frac{v}{v_{\text{нисб}}} = (1+2\beta) \frac{1}{2\beta} \frac{v}{v_{\text{нисб}}}$$

катталиқ кичик бўлгани учун.

$$(1+2\beta)^{v_2 B} \approx \ln(1+2\beta)^{1(2)\beta} = l$$

$$\frac{m}{m_0} = l v / v_{\text{нисб}}$$

Циолковский формуласини оламиз.

### Назорат топшириқлари Б. Блўм таксамонияси Категория.

1. Релятивистик ҳаракатда энергияни ифодаланг.
2. Релятивистик импульсни тушунтиринг.
3. Релятивистик ҳаракат тенгламаларини ёзинг.
4. Погонали ракетанинг ишлаш принципини тушунтириш.
5. Циолковский формуласини ёзинг.
6. Ҳарактеристик тезликни тушунтириш.

### 2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Погонали ракета. Циолковский формуласи.

(1) 103-105 бетлар.

(2) 106-108 бетлар.

### Адабиётлар:

КД.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. ўқитувчи. 1981 и

2. С.П.Стрелков. Общй курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.

3. С.Э.Хайкин. Физические основй Механики. Москва. Наука. 1971 г.

### Ўзгарувчан массали жисмнинг ҳаракати мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<p><b>Дарс мақсади:</b> Норелятивистик ҳаракат тенгламаларини ва реактив ҳаракатни тушунтириш.</p> <p><b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Релятивистик ҳаракатдаги узгарувчан масса билан норелятивистик ҳаракатдаги узгарувчан масса орасидаги фарқни билади. 2. Норелятивистик ҳаракат тенгламаларини тушунади.</p>	Ўқитувчи	

	3.Мешчерский формуласини ёза олади.		
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Масса, ёпиқ система, Узгарувчан масса, модда, Нисбий назарияси, ташки кучлар, Релятивистик, тортишиш кучи, Норелятивистик куч, Реактив ҳаракат. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунини қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Норелятивистик ҳаракатдаги узгарувчан массани тушунтиринг. 2. Релятивистик ҳаракатдаги массанинг тезликга боғлиқлигини тушунтиринг. 3. Норелятивистик ҳаракат тенгламаларини тушунтириб беринг. 4. Импульснинг сақланиш қонунини ёзинг. 5. Реактив ҳаракатни тушунтиринг. 6. Мешчерский тенгламасини ёзинг.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 15-МАВЗУ : ТЕБРАНМА ҲАРАКАТ.

### Маърузанинг режаси.

- Даврий жараёнлар. Гармоник тебранишлар.
- Хусусий тебранишлар. Гармоник тебраниш энергияси.
- Сўнувчи тебранишлар. Сўнишнинг лагоририк декерменти.
- Мажбурий тебранишлар.

### Таянч суз ва иборалар.

Даврий жараёнлар,	оғир лик кучи,	Мажбурий тебранишлар.
Тебранишлар,	масса	Пуржинали маятник
Гармоник тебранишлар,	Эркин тушиш	тезланиш.
Амплитуда,	Маятник.	Частота.
Координата	Фазалар	куч
Тебраниш частотаси	Хусусий частота	Тебраниш даври
доиравий частота	Герц	Оғирлик маркаси
Хусусий тебранишлар	Энергия	

### 1-асосий савол: Даврий жараёнлар. Гармоник тебранишлар.

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

- Даврий жараёнларни тушунтириш.
- Гармоник тебранишларни тушунтириш

#### Идентив ўқув мақсадлари.

- Даврий жараёнларни тушунади.
- Гармоник тебранишларни таърифни билади.

### 3. Гармоник тебранишлар қонуни ни билади.

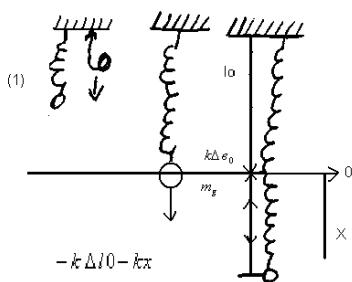
#### 1-саволнинг баёни:

Даврий равишда такрорланиб турадиган ҳаракат тебранма ҳаракат дейилади.

Такрорланаётган процесснинг физик табиатига қараб тебранишлар: Механик, электромагнит, электроМеханик ва х. к. тебранишларга ажралади. Тебранаётган системага кўрсатаётган таъсирнинг характерига қараб тебранишлар эркин ёки хусусий, мажбурий авто ва параметрик тебранишларга бўлинади.

Бир марта туртки берилгандан ёки мувозанат ҳолатидан чиқарилгандан кейин узи ча тебранаётган системадан юз берадиган тебранишга эркин ёки хусусий тебранишлар деб аталади. Бунга мисол қилиб ипга осилган шарчанинг тебранишини олиш мумкин. Даврий равишда узгарувчи ташқи куч таъсирида бўладиган тебранишлар мажбурий тебранишлар деб юритилади. Бунга устидан одамлар тартибли қадам ташлаб ўтаётган кўприкнинг тебранишлари мисол бўла олади. Авто тебранишларда ҳам тебранувчи системага ташқи кучлар таъсир ўшқилади. Лекин ташқи таъсирни системанинг узи бошқаради. Авто тебранувчи системага соат мисол бўлиши мумкин. Параметрик тебранишлар вақтида ташқи таъсир ҳисобига системанинг бирор параметри масалан: тебранаётган шарча осиб турган ипнинг узунлиги даврий равишда узгайиб туради. Энг содда тебраниш бу гармоник тебранишдир. Гармоник тебраниш шундай ҳодисаки унда тебранувчи катталиқ маслан: маятникнинг оғиши вақт бўйича косинус ёки синус қонуни бўйича узгаради.

#### Гармоник тебранишлар.



Пружинага осиб қўйилган массадан иборат системани қараб чиқайлик. Мувозанат ҳолатида  $mg$  куч  $k \Delta l_0$  мувозанатлашади.

$$mg = k \Delta l_0 \quad (1)$$

Агар шарчани мувозанат ҳолатидан  $X$  масофага олиб ўтсак у ҳолда пружина  $\Delta l_0 + x$  га уз айган бўлади ва натижавий кучнинг  $X$  ўқга проекцияси қуйидаги қийматни олади.

$$F = mg - k(\Delta l_0 + x) = mg - k \Delta l_0 - kx$$

Бундан  $F = -kx$

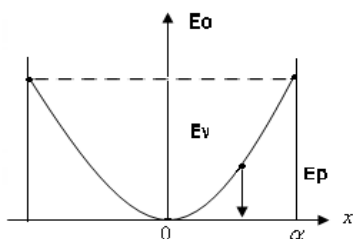
(2) да манфий ишора силжиш билан кучни карама-карши йўналғилигини англатади. Агар шарча мувозанат ҳолатидан пастга қараб оғса ( $x > 0$ ) куч юқорига қараб йўналади. ( $F < 0$ ) Шарча юқори га қараб оғса ( $F < 0$ ) куч пастга қараб йўналади. ( $F > 0$ ) Одатда бундай кучлар квазиэластик кучлар деб аталади. Системани  $X$  га силжитиш учун квазиэластик кучга қарши қуйидагича иш бажариш керак.

$$A = \int_0^x (-F) dx = \int_0^x kx dx = \frac{kx^2}{2}$$

Демак. Квазиэластик куч таъсир этаётган система мувозанат ҳолатда  $X$  масофага силжиганда.

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad (3)$$

потенциал энергияга эга бўла р экан.



Агар пружинага осилган шарчани  $X = A$  га силжитиб системани уз холига қўйсақ у ҳолда шарча  $F = -kx$  куч таъсирида узи ни дастлабки мувозанат ҳолатига  $v = x$  тезлик билан ҳаракатланади. Бунда системанинг потенциал энергияси камай боради. Лекин тобора ортиб боровчи кинетик энергия майдонга келади. Шарча мувозанат ҳолатига қайтгандан кейин инерция билан ҳаракатини давомэттириб  $X = -a$  да тўхтади.

Шарча учун Ньютон 2-қонунининг тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$m \ddot{x} = -kx$$

Бу тенгламани қуйидагича узгартирамиз.

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0 \quad (4)$$

Бунди

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \quad (5)$$

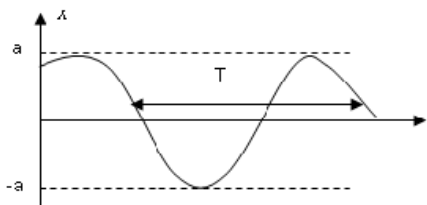
белгилаб (5)- (4)  $\omega$ -Ҳақиқий сон

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

Бу тенгламанинг умумий ечими куйидаги курунишга эга.

$$x = a \cos(\omega t + I) \quad (7) \text{ ёки } x = a \sin(\omega t + I) \quad I = I + \pi$$

Бу ерда  $a$  ва  $x$  - ихтиёрий катталиклар.



Системанинг мувозанат ҳолатидан энг катта оғиши тебраниш амплитудаси дейилади.

$(\omega t + I)$  тебраниш фазаси  $I \cdot t = 0$  даги тебранишнинг бошланғич фазаси дейилади.

Тебраниш даври куйидаги шартдан топилади.

$$[\omega(t + T) + I] = [\omega t + I] + 2\pi$$

Бундан

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (8)$$

Вақт бирлиги ичидаги тебранишлар сони  $\nu$  тебраниш частотаси дейилади ва у  $T$  билан куйидагича боғланган

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (9)$$

(9) Частота бирлиги деб даври 1 секундга тенг бўлган тебранишнинг частотаси қабул килинган. Бу бирлик герц (Гц) деб аталади.  $10^3 \text{ Гц} = 1 \text{ кГц}$ ,  $10^6 \text{ Гц} = 1 \text{ МГц}$  (8) дан

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (10)$$

Шундай қилиб  $\omega, 2\pi$  секунд ичидаги тебранишлар сонидан иборат экан.  $\omega$  Катталиқнинг айланавий ёки циклик частота дейилади.

$$\omega = 2\pi\nu \quad (11)$$

(7) ни вақт бўйича дифференциаллаб, тезлик ифодасини топамиз.

$$v = \dot{x} = -a\omega \sin(\omega t + \alpha) = a\omega \cos(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}) \quad (12)$$

Тезланиш

$$a = x = -a\omega^2 \cos(\omega t + \alpha) = a\omega^2 \cos(\omega t + 2 + \pi) \quad (13)$$

### Назораттопишиқлари Б. Блўм таксамонияси Категория.

1. Даврий жараёни тушунтириш.
2. Даврий равишда берадиган тебранишларнинг турларини айтиб беринг.
3. Гармоник тебранишларга таъриф беринг.
4. Пуржинали маятник мисолида гармоник тебранишларни тушунтиринг.
5. Гуқ қонуни ни тушунтиринг.
6. Гармоник тебранишлар қонунини таърифланг.
7. Система мувозанат ҳолатдан чиқарилганда потенциал энергия ифодасини ёзинг.
8. Тебраниш даври ва частотасини тушунтиринг.
9. Тебранувчи системанинг тезлигини тезланишини ифодаловчи тенгламани тушунтиринг.

### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Даврий жараёнлар.
- (1) 202-204 бетлар.
- (2) 430-431 бетлар.



(3) 587-588 бетлар.

2. Гармоник тебранишлар.

(1) 204-206 бетлар.

(2) 431-434 бетлар.

(3) 588-590 бетлар.

**2-асосий савол: Хусусий тебранишлар. Гармоник тебранишлар энергияси.**

**2-асосий саволнинг мақсади:**

А. Математик ва физик маятникни тушунтириш.

Б. Гармоник тебранишлар энергиясини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Математик маятникни тебранишни тушунтира олади.

2. Физик маятникни тушунтира олади.

3. Гармоник тебранишлар энергиясини билади.

**2-асосий саволнинг баёни :**

Жисмнинг потенциал ва кинетик энергиялари

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 \quad E_k = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 \quad (1)$$

Ифодалар билан берилади. Улардан ҳар бири вақт бўйича узгаради. Бироқ уларнинг  $E = E_p + E_k$  йиғиндиси вақт бўйича узгармасдан қолиши керак.

$$E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} m \dot{x}^2 = \text{const} \quad (2)$$

(2) Агар

$$x = a \cos(\omega_0 t + \alpha)$$

дан фойдалансак у ҳолда (1) дан

$$E_p = \frac{1}{2} k a^2 \cos^2(\omega_0 t + \alpha) \quad E_k = \frac{1}{2} m \omega_0^2 a^2 \sin^2(\omega_0 t + \alpha)$$

келиб чиқади ёки муносабатга кўра

$$E_k = \frac{1}{2} k a^2 \sin^2(\omega_0 t + \alpha)$$

га эга бўламиз.

Кинетик энергия максимумдан ўтганда потенциал энергия нолга айланади ва аксинча. Бироқ  $E = E_k + E_p$  тўла энергия узгармайди ва а амплитуда билан

$$E = \frac{1}{2} k a^2 \quad (3)$$

муносабат ҳамма боғланади ёки (3) га  $k$  нинг қийматини қўйсақ у ҳолда гармоник тебранишнинг тўла энергияси

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 a^2 \quad (4)$$

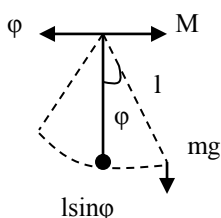
га тенг бўлади.

**Математик маятник.**

**Математик маятник** деб вазинсиз ва чизилмайдиган ип билан унга осилган бир нуктада мужассамланган массадан иборат идеал системага айтилади.

Маятникнинг мувозант ҳолатидан оғишини ип вертикал билан ҳосил қилган  $\varphi$  бурчак ҳамма ҳарактерлаймиз. Маятник уз мувозанат ҳолатидан оғган вақтда  $ml \sin \varphi$  га тенг айлантурувчи  $M$  момент юзага келади.

У  $ml \sin \varphi$  шундай йўналганки, маятникни мувозанат ҳолатига



кайтаришга интилади. Шу хусусияти жикатидан бу куч квазиэластик кучга ўхшайди. Шу сабабдан куч билан силжиш каби  $M$  билан  $\varphi$  га карама-қарши ишоралар берилиши керак. Демак айлантйувчи моментнинг ифодаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$M = mgl \sin \varphi \quad (1)$$

Маятник учун айлана ҳаракат динамикаси тенгламасини ёзайлик. Бурчак тезланишини билан белгилаб маятникнинг инерция моментини  $I$  га тенг эканлигини ҳисобга олиб қўйишни топамиз.

$$I \ddot{\varphi} = -mgl \sin \varphi$$

Сўнги тенгламани

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{e} \sin \varphi = 0$$

кўринишга келтириш мумкин.

Кичик тебранишларнинг текшириш билан чегараланайлик. Бу ҳолатда деб олиш мумкин. Ундан ташқари

$$\frac{g}{e} = \omega_0^2 \quad (3)$$

белгини киритиб, қуйидаги тенгламани топамиз.

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0 \quad (4)$$

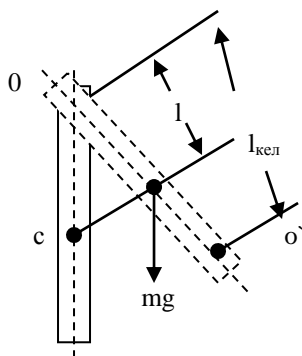
унинг ечими

$$\varphi = a \cos(\omega_0 t + \alpha)$$

Демак кичик тебранишлар учун математик маятникнинг оғиш вақти бўйича гармоник узгарор экан. Математик маятникнинг тебраниш даври  $T = 2\pi / \omega$  дан

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}} \quad (6)$$

## Физик маятник



Инерция маркази билан *устма уст* тушмайдиган кузғалмас нукта атрофида тебраниш хусусиятига эга бўлган Қаттиқ жисм *физик маятник* деб аталади. Мувозанат ҳолатида маятникнинг  $S$  инерция маркази  $O$  осилган нуктаси билан бир вертикалда ётади. Маятникнинг  $\varphi$  бурчакка оғганда уни мувозанатга келтириш учун

$$M = -mgl \sin \varphi \quad (1)$$

Момент таъсир ўшқилади. Бу ерда маятникнинг массаси, маятникнинг осилиш нуктаси билан инерция маркази орасидаги масофа.

Маятникнинг осилиш нуктаси ҳамма ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти  $I$  билан белгилаб

$$I \ddot{\varphi} = -mgl \sin \varphi \quad (2)$$

ни ёзиш мумкин. Кичик тебранишлар учун (2) бизга маълум бўлган қуйидаги тенгламалар

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0 \quad (3)$$

Бу ерда

$$\omega_0^2 = \frac{mgl}{I} \quad (4)$$

(5) ва (4) қуйидаги хулоса чиқади : мувозанат ҳолатдан кам оғган вақтларда физик маятник гармоник тебранишлар экан ва бу тебранишларнинг частотаси маятникнинг массасига , маятникнинг айланиш ўқиға нисбатан инерция моментига ва маятникнинг айланиш ўқи билан инерция маркази орасидаги масофаға пропорционал бўла р экан.

(6) га биноан физик маятникнинг тебраниш даври

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

(5) буни билан солиштирсак

$$l_{\text{кел}} = \frac{I}{ml} \quad (6)$$

Физик маятникнинг келтирилган уз унлиги осилиш нуқтасининг маркази билан бирлаштирувчи Тўғри чизик устида айланиш ўқидан келтирилган уз унликка тенг масофада ётган нуқта физик маятникнинг тебраниш маркази дейилади.

Штейнер теоремасига биноан

$$I = I_0 + ml^2 \quad (7)$$

$$(7)-(6) \quad l_{\text{кке}} = \frac{I_0}{ml} + l \quad (8)$$

$$(6)-(5) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{\text{кке}}}{g}}$$

бундан

$$g = \frac{4\pi l_{\text{кке}}}{T^2}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l_{\text{кк}}}}$$

#### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Математик маятникни тушунтириш ва таърифланг.
2. Математик маятникнинг ҳаракат тенгламасини келтириб чиқаринг.
3. Физик маятникни тушунтириш ва таърифлаш.
4. Физик маятникнинг ҳаракат тенгламасини келтириб чиқаринг.
5. Математик ва физик маятникнинг тебраниш даврини тушунтиринг.
6. Гармоник тебранишлар энергиясини ёзинг.
7. Гармоник тебранишлар энергиясини тушунтириш.

#### 2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Математик ва физик маятник.
  - (1) 208-210 бетлар.
  - (2) 432-437 бетлар.
  - (3) 303-304 бетлар.
2. Гармоник тебранишлар энергияси.
  - (1) 206-207 бетлар.
  - (2) 437-442 бетлар.

#### Адабиётлар:

1. Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. ўқитувчи. 1981 и
2. С.П.Стрелков. Общій курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука. 1971 г.

#### Тебранма ҳаракат мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Даврий жараёнларни тушунтириш. Б. Гармоник тебранишларни тушунтириш <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Даврий жараёнларни тушунади. 2. Гармоник тебранишларни таърифини билади. 3. Гармоник тебранишлар қонуни ни билади.	Ўқитувчи	

<b>2-босқич</b>	<b>Асосий тушунчалар</b> Даврий жараёнлар, оғир лик кучи, Мажбурий тебранишлар, Тебранишлар, масса, Пуржинали маятник, Гармоник тебранишлар, Эркин тушиш тезланиш. Амплитуда, Маятник, Частота. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>3-босқич</b>	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзуни қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	<b>Ўқитувчи</b>	
<b>4-босқич</b>	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Даврий жараёни тушунтириш. 2. Даврий равишда берадиган тебранишларнинг турларини айтиб беринг. 3. Гармоник тебранишларга таъриф беринг. 4. Пуржинали маятник мисолида гармоник тебранишларни тушунтиринг. 5. Гук қонуни ни тушунтиринг.	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>5-босқич</b>	<b>Якуний хулосалар чикариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>• Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>• Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 6-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

**6.1.**  $\nu = 4$  Гц частотали тўлқин чизма бўйлаб  $\nu = 6$  м/с тезлик билан тарқалаётган бўлса, унинг тўлқин узунлиги  $\lambda$  ва бир-биридан  $\Delta l = 50$  см оралиқда ётган икки нуқталарнинг фазалар фарқи  $\Delta\varphi$  топилсин.

**Берилган:**  $\nu = 4$  Гц  $= 4 \frac{1}{c}$ ;  $\nu = 6$  м/с;  $\Delta l = 50$  см  $= 0,5$  м.

**Топиш керак:**  $\lambda = ?$   $\Delta\varphi = ?$

**Ечилиши:** Тўлқин узунлиги  $\lambda$  ни қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$\lambda = \frac{\nu}{\nu} = \frac{6 \text{ м/с}}{4 \text{ Гц}} = 1,5 \text{ м}.$$

Тўлқин нуқталарининг орасидаги масофа  $\Delta l$  тўлқин узунлиги  $\lambda$  га нисбатан қанча ўзгарса, нуқталарнинг фазалар фарқи  $\Delta\varphi$  ҳам  $2\pi$  га нисбатан шунча ўзгаради, яъни

$$\frac{\Delta l}{\lambda} = \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$$

Бунда тўлқиннинг икки нуқтаси орасидаги фазалар фарқи  $\Delta\varphi$  ни аниқлаймиз:

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta l}{\lambda} = 2 \cdot 180^\circ \cdot \frac{0,5 \text{ м}}{1,5 \text{ м}} = 120^\circ$$

**Жавоб:**  $\lambda = 1,5 \text{ м}$ ,  $\Delta\varphi = 120^\circ$

**6.2.** Камертон билан сувда ҳосил қилинган тўлқин бир қирғоқдан  $s = 200$  м масофадаги иккинчи қирғоққа  $t = 125$  с дан етиб келган. Агар сув тўлқиннинг қирғоққа урилиш частотаси  $\nu = 4$  Гц бўлса, унинг тўлқин узунлиги  $\lambda$  топилсин.

**Берилган:**  $s = 200$  м;  $t = 125$  с;  $\nu = 4$  Гц  $= 0,41/c$ .

**Топиш керак:**  $\lambda = ?$

**Ечилиши:** Тўлқиннинг узунлиги  $\lambda$  унинг тарқалиш тезлиги  $\nu$  ва частотаси билан қуйидаги боғланишга эга:

$$\lambda = \frac{\nu}{\nu}$$

Бунда тўлқиннинг тарқалиш тезлиги  $\nu = s/t$ . Бинобарин:

$$\lambda = v/\nu = s/\nu t = \frac{200\text{ м}}{0,4 \frac{1}{с} \cdot 125\text{ с}} = \frac{200}{50} = 4\text{ м}.$$

**Жавоб:**  $\lambda = 4\text{ м}.$

## № 8 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Универсал маятник.

**Ишдан мақсад:** Математик ва оғдирма маятникларнинг тебранма ҳаракат қонунларини ўрганган ҳолда ер тортиш кучининг тезланишини аниқлаш.

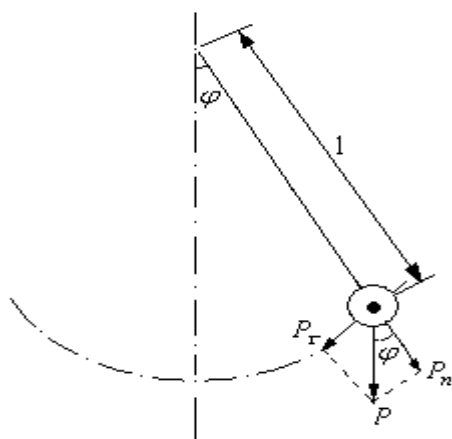
### Иш тўғрисида назарий тушунча

#### 1. Математик маятник.

Математик маятник деб, оғирлиги ва чўзилиши ҳисобга олинмайдиган ипга осилган материал нуқтага айтилади. Маятникнинг тебраниш даври деб, бир тўла тебраниш учун кетган вақтга айтилади.

Массаси  $m$  бўлган маятникни бирор бурчакка оғдирайлик.

Маятникни мувозанат вазиятига қараб ҳаракаталанувчи куч, оғирлик кучининг ипга бўлган ташкил этувчисиدير.



Оғиш бурчаги  $\varphi$  кичик бўлганда бу ташкил этувчи сон жиҳатдан тақрибан  $P\varphi$  га тенг ва мувозанат вазиятга томон йўналган бўлади. Бунинг учун

$$\frac{P\tau}{P} = \sin \varphi \approx \varphi$$

Тенглик ўринли бўлади. Бундан

$$P\tau = P\varphi = -mg\varphi$$

Бунда  $g$ -оғирлик кучининг тезланиши. Минус ишора  $P\tau$  кучнинг мусбат  $\varphi$  бурчакни ўлчаш томонга тескари йўналганлигини кўрсатади. Юкнинг траекториясига уринма бўлган тезланиш

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega l)}{dt} = \varepsilon l = \ddot{\varphi} l \quad (2)$$

Ньютоннинг иккинчи қонунга кўра (1) ва (2) дан

$$ma_\tau = P\tau$$

ва

$$m\ddot{\varphi} l = P\tau$$

Булардан

$$m\ddot{\varphi} l = ma_\tau$$

ёки

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{l} \varphi = 0 \quad (3)$$

(3) даги

$$\omega^2 = \frac{g}{l}. \quad (4)$$

билан белгилаймиз. Иккинчи томондан

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

ёки

$$\omega = \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (5)$$

(4) ва (5) ни тенглаштирамиз.

$$\frac{g}{l} = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{g}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6)$$

(6) формула ёрдамида математик маятникнинг тебраниш даври тажрибада аниқланади. (6) дан

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (7)$$

(7) формуладан Ер тортиш кучининг тезланишни аниқлаш мумкин.

## 2. Физикавий маятник.

Оғирлик марказидан ўтмайдиган бирор горизонтал ўқ атрофида оғирлик кучи таъсирида тебранма ҳаракат қила оладиган ҳар қандай қаттиқ жисм физикавий маятник деб аталади.

Маятникнинг мувозанат вазиятга қайтарувчи куч

$$\bar{F} = \bar{P} \sin \alpha \quad (8)$$

Агар кичик бурчаклар учун  $\sin \alpha \approx \alpha$  десак

$$\bar{F} = -mg \alpha \quad (9)$$

булади, ёки  $\alpha = \frac{x}{L}$  десак

$$\bar{F} = -mg \frac{x}{L} \quad (10)$$

Айланма ҳаракат динамикасида

$$M = FL = I\beta \quad (11)$$

$I$  - маятникнинг осилиш ўқиға нисбатан инерция моменти;

$\beta$  - бурчак тезланиш.

(2) формуладан

$$\bar{F} = \frac{I\beta}{L} \quad (12)$$

Бурчак тезланиш билан чизикли тебраниш орасидаги муносабатни

$\bar{a} = \beta \bar{r}$  кўринишда ёзиб,

$$\beta = \frac{a}{r}; \quad r = L \quad \text{десак,}$$

$$F = \frac{I}{L} \cdot \frac{a}{L} = \frac{Ia}{L^2} \quad (13)$$

Гармоник тебранишда

$$\bar{a} = -\omega^2 x \quad \text{у ҳолда}$$

$$F = \frac{Ia}{L^2} = -\frac{I}{L^2} \omega^2 x \quad (14)$$

(10) ва (14) ларни тенглаштириб

$$mg \frac{x}{L} = -\frac{I}{L^2} \omega^2 x$$

$$mgl = -I\omega^2 \quad (15)$$

(15) дан физикавий маятникнинг тебраниш даврини топиш мумкин.

$$\omega = \sqrt{\frac{mgL}{I}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgL}} \quad (16)$$

$\frac{I}{mL}$  – ифодани ўлчамлиги узунлик ўлчамлиги билан тенг.

Шунинг учун

$$\frac{I}{mL} = l_{\kappa}$$

$l_{\kappa}$ - физикавий маятникнинг келтирилган узунлиги дейилади.

Бунга асосан

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{\kappa}}{g}} \quad (17)$$

(16) дан  $g$  ни топамиз.

$$g = \frac{4\pi^2 l_{\kappa}}{T^2} \quad (18)$$

Демак  $g$  ни аниқлаш учун иккита катталикини топиш керак экан: маятникнинг  $T$  тебраниш даври билан, унинг  $l_{\kappa}$  –келтирилган узунлигини.

### Асбобнинг тузилиши

Асбобнинг умумий кўриниши 5-расмда келтирилган. Асбобнинг асосига (1) колонка (3) маҳкамланган бўлиб, унинг юқори ва пастки қисмларига кранштейнлар (4,5) маҳкамланган. Юқори қисмидаги кранштейн (4) колонка атрофида айланиш имкониятига эга. Кранштейннинг бир томонида математик маятник (7), иккинчи томонда оғдирма (физик) маятник маҳкамланган(8).

Маятникларнинг узунлигини ўзгартириш мумкин ва колонадаги ўрнатилган шкала ёрдамида узунлигини ўлчаш мумкин. Оғдирма маятник металл стержень ва унга кийгизилган иккита юқдан иборат. Стержень узунлиги бўйича ҳар 10 мм да махсус шкала қўйилган бўлиб, унинг ёрдамида юқларни аниқ масофага жойлаштириш мумкин.

Пастки кранштейнга фотоэлектрик датчик (6) ўрнатилган. Уни колонка бўйида юқорига ёки пастга ҳаракатлантириш мумкин.

Асбоб математик ва физик маятникларнинг кичик бурчакка оғиши натижасида ҳосил бўлган тебраниш конунларини ўрганишга бағишланган.

### 1-машқ. Ер тортиш кучи тезланишини математик маятник ёрдамида аниқлаш

Ер тортиш кучининг тезланишини математик маятник орқали қуйидаги (7) формуладан фойдаланиб топилади:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Бу ерда

$g$ -эркин тушиш тезланиши ( $м/с^2$ );

$l$ - математик маятник узунлиги ( $м$ );

$T$ -математик маятник тебраниш даври ( $с$ ).

Маятникнинг тебраниш даври тажрибада қуйидагича аниқланади:

$$T = \frac{t}{n} \quad (19)$$

Бу ерда

$n$ -тўла тебранишлар сони ;

$t$ - вақт ( $с$ ).

### 2-машқ.Оғдарма физик маятник ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниқлаш

Оғдарма физик маятник ёрдамида жисмнинг эркин тушиш тезланишини аниқлашда (18) формуладан фойдаланилади.

$$g = \frac{4\pi^2 l_{\kappa}}{T^2}$$

Бу ерда

$l_k$ -оғдарма маятникнинг келтирилган узунлиги (м);

$T$ -тебраниш даври (с).

Тебраниш даври (19) формулага асосан аниқланади.

### Ишни бажариш тартиби

**1-машқ.** Тажриба қуйидагича бажарилади:

- Фотоэлектрик датчик калонканинг энг пастки қисмига ўрнатилади.
- Математик маятникнинг узунлиги 50 см дан кам бўлмаслиги лозим.
- Маятник  $4-5^0$  мувозанат вазиятдан четлатиб тебратиб юборилади.
- «Сброс» тугмачаси босилади.
- Маятник 10 марта тебрангач «стоп» тугмачаси босилади.
- Тебранишлар сони ва унга кетган вақтни билган ҳолда (19) формуладан фойдаланиб, маятникнинг тебраниш даври ҳисобланади.
- Асбобдаги шкаладан фойдаланиб, маятник узунлиги ўлчанади.
- Натижаларни (7) га қўйиб Ер тортиш кучи тезланиши аниқланади.

**2-машқ.** Қуйидаги тартибда бажарилади:

- Юқоридаги кранштейн  $180^0$ га буриб, оғдарма маятник фотоэлектрик датчик орқали ўтадиган қилиб маҳкамланади.
- Стержендаги роликларни шундай жойлаштирамизки, уларнинг бири стержень учига яқин жойда, иккинчиси стержень марказига яқин жойда жойлашсин.
- Кичик призмачаларни стерженнинг икки учига шундай маҳкамлаймизки, уларнинг ўткир томонлари стержень марказига йўналсин.
- Призмачалардан бири стерженнинг бўш учига, иккинчиси роликлар орасидаги масофанинг тенг ярмига жойлаштирилади.
- Маятник кранштейнга кичик призмачадан осилади.
- Маятникнинг пастки қисми фотоэлектрик датчик ёруғлигини кесиб ўтадиган қилиб жойлаштирилади.
- Маятникни эркин тебранишга қаноат ҳосил қилгач, у  $4-5^0$  га оғдирилиб тебратилади
- «Сброс» тугмачаси босилади.
- Тебранишлар сонини қайд қилувчи асбоб 10 та тебранишни қайта қилгач, «стоп» тугмаси босилади.
- (19) формулага асосан тебраниш даври  $T_1$  аниқланади.
- Маятник кранштейндан чиқарилади ва иккинчи учидан яна босилади.
- Яна маятник учи пастки фотоэлектрик нурлар дастасини кесиб ўтадиган қилиб жойлаштирилади.
- Маятникни эркин тебранишга қаноат ҳосил қилгач, у  $4-5^0$ га оғдириб тебратилади ва  $T_2$  тебраниш даври аниқланади.
- Агар  $T_1 > T_2$  бўлса, иккинчи призмача стержень охиридан ролик томонга силжитилади. Лекин роликлар ва осилган биринчи призмача жойидан қўзгатилмайди
- Қайта тебраниш даври  $T_2$  ўлчанади ва  $T_1$  билан солиштирилади. Агар яна мос келмаса, тажриба то  $T_1 = T_2$  булгунча қадар давом эттирилади.
- $T_1 = T_2$  бўлган пайтдаги кичик призмачалар орасидаги масофага маятникнинг келтирилган узунлиги дейилади. У эса стержендаги шкаладан аниқланади.
- Ўлчанган катталикларни (18) формулага қўйиб эркин тушиш тезланиши аниқланади.

### Тажриба хатоликларини аниқлаш

Тажрибада йўл қўйилган хатоликлар қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$\delta = \frac{g - g_n}{g_n} 100\% \quad (20)$$

$g$ -тажриба аниқланган эркин тушиш тезланиши ( $м/с^2$ );

$g_n$ - назарий ҳисобланган эркин тушиш тезланиши ( $м/с^2$ ).

Тажриба хатоликлари 5% дан ошмаслиги керак.

1-жадвал.

№	$l$	$A$	$T$	$g$	$g_{ypt}$	$\Delta g$	$\Delta g$ ўрт	$N = \frac{\Delta g_{ypt}}{g_{ypt}} \cdot 100\%$
1								



2								
3								
4								

2-жадвал.

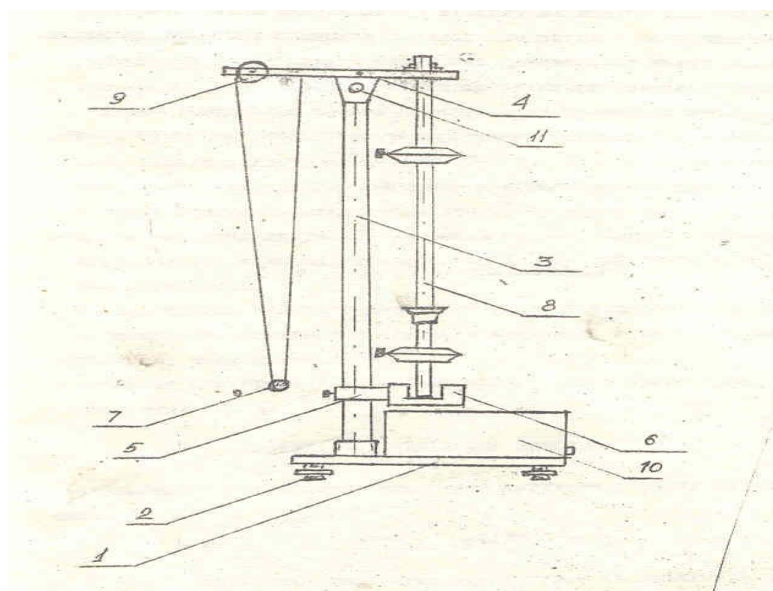
№	$a_1$	$a_2$	$T_1$	$T_2$	$g$	$g_{урт}$	$\Delta g$	$\Delta g_{урт}$	$N = \frac{\Delta g_{урт}}{g_{урт}} \cdot 100\%$
1									
2									

### Синов саволлари

1. Ишнинг бажарилиши ва тажриба натижаларини солиштириш.
2. Математик ва оғдарма маятниклар, уларнинг тебраниш даврлари.
3. Эркин тушиш тезланишини аниқлашда математик ва оғдарма маятникларнинг афзаллик ва камчиликлари.
4. Тебраниш даврининг амплитуда ва масофага боғлиқлиги.
5. Эркин тушиш тезланишининг Ернинг географик кенглигига боғлиқлиги.
6. Маятникнинг келтирилган узунлиги.

### Адабиётлар

1. Матвеев А.Н. «Механика и теория относительности» Москва: «Высшая школа» 1990.
2. Хайкин С.Э. «Физические основы механики» Москва: Наука 1971.
3. Савельев И.В. «Умумий физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1978.
4. Сивухин Д. В. «Умумий физика курси». Механика. Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1981.
5. Стрельков С.П. «Механика» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
6. Фриш. С.Э. Тиморева. А.В. «Умумий физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1965.



5-расм

### 16-МАВЗУ: НОИНЕРЦИАЛ САНОҚ СИСТЕМАЛАРИ.

#### Маърузанинг режаси :

1. Ноинерциал бошланғич системаси. Инерция кучлари.
2. Марказдан қочма инерция кучи. Кариолис кучи.
3. Кеплер қонунлари.
4. Бутун олам тортишиш қонуни .
5. Гравитацион ва инерт масса.
6. Космик тезликлар.

### Таянч суз ва иборалар.

Инерциал	бурчак тезлик	ноинерциал	планета
Санок системаси	фокус	инерция кучлари	эллипс
Тезланиш	радиус-вектор	масса	айланиш даври
Куч	орбита	инерт масса	космик тезлик
Гравитацион масса	оғир лик кучи	гравитация доимийси	иш.

### Мавзуга оид муаммолар

1. Ноинерциал санок системаси. Инерция кучи.
2. Текис айланувчи санок системалари. Марказга интилма куч ва Кориолис кучи.

#### 1-асосий савол : Ноинерциал санок системаси. Инерция кучлар.

##### 1-асосий саволнинг мақсади:

1. Ноинерциал бошланғич системасини тушунтириш.
2. Инерция кучларини тушунтириш.

##### Идентив ўқув мақсадлари.

1. Инерциал бошланғич системасини билади.
2. Ноинерциал бошланғич системасини билади.
3. Инерция кучларини тушунади.

##### 1-асосий саволнинг баёни :

Юкорида баён килингандек, Ньютон қонунлари фақат инерциал бошланғич системалардагина тўғри ҳолос. Барча инерциал системаларга нисбатан берилган жисим бир хил  $\vec{W}$  тезланишга эга бўлади. Исталган ноинерциал бошланғич система инерциал бошланғич системаларга нисбатан бирор тезланиш билан ҳаракатланганлиги сабабли жисимнинг ноинерциал бошланғич системасидаги тезланиши  $\vec{W}$  дан фарқли бўлади.

$$\vec{W} - \vec{W}^1 = \vec{a} \quad (1)$$

Агар ноинерциал система инерциал системага нисбатан илгариланма ҳаракатланса, у ҳолда  $\vec{a}$  ноинерциал бошланғич системасининг тезланишига тенг бўлади. Айланма ҳаракат вақтида ноинерциал системанинг турли нуқталарнинг тезланишлари турлича бўлади.

Фараз қилайлик, бошқа жисмлар томонидан берилган жисмга кўрсатилаётган барча кучларнинг умумий таъсир таъсирини тенг бўлсин. У ҳолда Ньютоннинг 2-қонунига асосан

$$\vec{W} = \frac{1}{m} \vec{F}$$

Ноинерциал бошланғич системага нисбатан тезланиш эса (1) га мос равишда қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

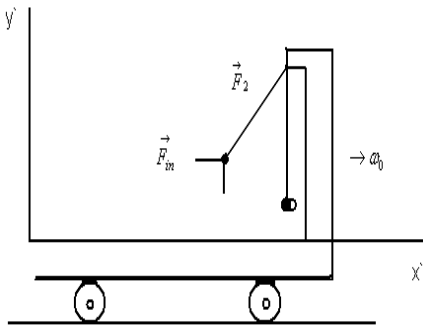
$$\vec{W}^1 = \vec{W} - \vec{a} = \frac{1}{m} \vec{F} - \vec{a}$$

Шундай қилиб, агар жисмга қуйилган барча кучларнинг таъсирини тенг бўлса ҳам жисм ноинерциал бошланғич системага нисбатан  $-\vec{a}$  тезланиш билан. Яъни унга  $m\vec{a}$  га тенг куч таъсир этаётгандек ҳаракатланади. Агар жисмларнинг бир-бирига таъсири туфайли юзага чиқадиган кучлар билан бир қаторда инерция кучлари деб аталувчи  $\vec{F}_{in}$  кучлар ҳам ҳисобга олинса динамика тенгликларидан фойдаланиш мумкин.

$$\vec{F}_{in} = -m(\vec{W} - \vec{W}^1) = -m\vec{a} \quad (2)$$

У холда Ньютоннинг 2-қонуни тенгламаси ноинерциал бошланғич системасидан куйидаги кўринишга эга бўлади.

$$m\vec{W}^1 = \vec{F} + \vec{F}_{in} \quad (3)$$



Аравача тинч ҳолатда турибди ёки  $\omega_0 = 0$  ҳаракат қилаётган бўлсин. Бунда  $\vec{F}_2 = \vec{p}$

У  $\omega_0$  тезланиш билан илгариланма ҳаркат қилсин.

$$\vec{F}_{in} = -m\vec{W}_0 \quad (4)$$

ч билан таъсир ўшқилади.

### Муҳокама учун саволлар

1. Инерциал санок системалари деб нимага айтилади?
2. Ноинерциал санок системаси деб қандай системага айтилади?
3. Ньютон қонунлари қандай системалар учун уринли?
4. Инерция кучларини тушунтиринг?
5. Марказдан қочма инерция кучини ҳосил бўлишини тушунтиринг.
6. Кориолис кучлари қандай ҳосил бўлади?
7. Ноинерциал санок системасида сакланиш қонунлари нима учун бажарилмайди?

### Назорат топшириқлари Б. Блўм тақсamonияси. Категория.

1. Инерциал бошланғич системасини таърифланг.
2. Ноинерциал бошланғич системаси деганда қандай системани тушунаси.
3. Инерциал кучлар қандай кучлар.
4. Куч деб нимага айтилади.
5. Айлануш даврига таъриф беринг.
6. Гравитация доимийси нимага тенг.

### 1-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Ноинерциал бошланғич системаси. Инерция кучлари.

### 2-асосий савол : Марказдан қочма инерция кучи. Кориолис кучи.

#### 2-асосий саволнинг мақсади:

- А. Айланувчи ноинерциал бошланғич системасидан инерция кучларини тушунтириш.
- Б. Кориолис кучини тушунтириш.

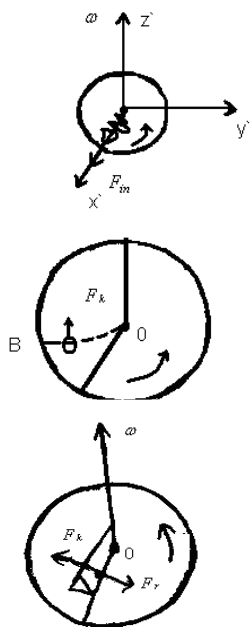
#### Идентив ўқув мақсадлари :

1. Инерция кучини билади.
2. Марказдан қочма инерция кучини билади.
3. Кориолис кучини тушунади.
4. Кориолис тезланишини билади.

#### 2-асосий саволнинг баёни :

Узига перпендикуляр ўтган  $z^1$  ўққа нисбатан  $\omega$  бурчак тезлик билан айланувчи дискни текширайлик. Диск айланганда шарча шундай вазиятни эгаллайдиган унда пружинанинг таранглиниш кучи шарга массасининг марказга интилма тезланишга кўпайтмасига  $\omega^2 R$  га тенг бўлади.

$$F_{in} = m\omega^2 \vec{k} \quad (1)$$



(1) куч-марказдан қочма инерция кучи дейилади. Жисмларнинг ер сиртига нисбатан ҳаракатига дойр масалаларни аниқ ечганда инерция кучини ҳисобга олиш керак. Жисм айланаётган бошланғич системасига нисбатан ҳаракатланганда марказдан қочма инерция кучидан ташқари Кариолис кучи ёки Кариолис инерция кучи деб аталувчи яна битта куч юзага келади. Бу ерда ОА йўналишда  $V^1$  тезлик билан шарчани юмалатамиз ва диск қўзғалмас деб қараймиз. Сўнг дискни айлантурсак, у вақтда шарча ОВ пунктир бўйлаб думалайди, шу билан бирга бунда унинг дискка нисбатан тезлиги  $V^1$  уз йўналишини узгартиради. Демак, айланаётган бошланғич системага нисбатан шарга гўё унга унинг  $\vec{V}^1$  тезлигига тик йўналган  $\vec{F}_k$  куч таъсир кўрсатгандай бўлади.

Кариолис тезланишининг вектор формаси қуйидагича

$$\vec{W}_k = a\vec{k} = 2[\vec{\omega}\vec{V}] \quad (2)$$

ёки модули

$$a_k = 2\omega v^1$$

$$(2) \text{ ни } m \text{ га купайтириб } F_k = 2m[\vec{V} \cdot \vec{\omega}] \quad (3)$$

жимсларнинг ер сиртига нисбатан ҳаракати билан боғлиқ бўлган ходисаларни тушунтираётганда куп ҳолларда Кариолис кучларини

ҳисобга олишга туғри келади. Масалан, жисмлар эркине тушаётганда уларга Кариолис кучи таъсир қилиб, уларни осилиш чизиғидан шарққа қарб оғдиради. Бу куч экваторда максимум бўлиб, қутбларда нолга айланади.

**Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Инерция кучини тушунтириб беринг.
2. Марказдан қочма инерция кучининг тенгламасини ёзинг.
3. Кариолис кучини тушунтиринг.
4. Кариолис тезланиши ифодасини ёзинг.
5. Инерция нима?
6. Кариолис кучи Ернинг турли нуқталарида қандай?
7. Кариолис кучи географик кенгликка боғлиқми?
8. Марказга интилма тезланиш ифодасини ёзинг.

**2-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Марказдан қочма кучи. Кариолис кучи.
- (1)
- (2)
- (3)

**3-асосий савол : Кеплер қонун лари.**

**3-асосий саволнинг мақсади:**

- А. Кеплер қонун лар и бутун олам тортишиш қонунининг асоси эканлигини тушунтириш.
- Б. Кеплер қонунларини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари :**

1. Кеплер қонунидан бутун олам тортишиш қонуни келиб чиқишини билади.
2. Кеплер қонунларини билади.
3. Кеплер қонунларини таҳлил қила олади.

**3-асосий саволнинг баёни :**

Ньютоннинг бутун олам тортишиш қонунини кашф қилишга планеталар ҳаракати учун Кеплер томонидан очилган учта қонуни асос булди.

1. Барча планеталар фокусларидан бирида Қуёш жойлашган эллипслар бўйлаб ҳаракатланади
2. Планетанинг радиус вектори тенг вақтлар ичида тенг юзалар чизади.
3. Планеталарнинг Қуёш атрофида айланиш давларининг квадратлари, улар орбиталарининг катта ярим ўқлари кубларининг нисбатига тенг.

Кеплернинг биринчи қонуни планеталар марказий кучлар майдонида ҳаракатланишини кўрсатади.

Соддалаштириш учун орбиталар эллипс эмас, айланаларидан иборат деб олиб планетанинг ҳаракат тезланишини куйидаги курунишда езиш мумкин:

$$a = \frac{V^2}{r}$$

V-планетанинг ҳаракат тезлиги, r-орбитанинг радиуси. Тезликни  $V=2\pi r/T$  билан алмаштирайлик. (T - планетанинг Куёш атрофида айланиш даври).

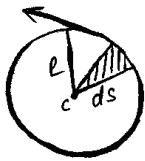
$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

Сўнгги ифодада асосан планеталарга Куёш томонидан кўрсатиладиган таъсир кучларининг нисбати куйидагича ёзилади.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 a_1}{m_2 a_2} = \frac{m_1 r_1 T_2^2}{m_2 r_2 T_1^2}$$

Кеплернинг учинчи қонунига биноан айланиш давлари квадратларининг нисбатини орбиталар радиусларининг кублари нисбати билан алмаштириб куйидагини топамиз.

Шундай қилиб, Кеплернинг 3- қонунидан планетанинг Куёшга тортишиш кучи планетанинг массасига тугри пропорционал.



Расмдан куруниб турибдики, dt вақт ичида радиус вектор чизган ds юз  $Vdt$  асоснинг учбурчак баландлиги купайтмасининг ярмига тенг. (L-планетанинг импульсмоменти)

ds/dt-секторная тезлик дейилади ва у  $ds/dt=L/2m$  га тенг.

$$dS = \frac{1}{2} l V dt = \frac{L}{2m} dt$$

Кучларнинг марказий майдонида импульс моменти узгармайди. Демак, планетанинг секториал тезлиги ҳам уз гармаслиги керак. Бу вақтнинг тенг ораликлари ичида радиус вектор тенг юзалар чизишини билдиради.

**Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Кеплернинг қонунлари Ньютоннинг қайси қонунини яратишга олиб келди.
2. Кеплер қонунлари нечта эканлигини айтинг.
3. Кеплер қонунларига таъриф беринг.
4. Кеплер доимийси нималарга боғлиқ.
5. Айланиш даврига таъриф беринг.
6. Секториал тезлик ифодасини ёзинг.
7. Марказий куч майдонидаги ҳаракат қандай ҳаракат?

**3-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар .**

1. Кеплер қонунлари.

(1) 303-304 бетлар

(2)

(3)

2. Кеплер доимийси.

(1) 304 бет

**4-асосий савол : Бутун олам тортишиш қонуни.**

**4-асосий саволнинг мақсади:**

А. Бутун олам тортишиш қонунини тушунтириш.

Б. Гравитацион доимийсини аниқлаш тажрибаларини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари :**

1. Бутун олам тортишиш қонуни Кеплер қонунининг махсули эканлигини билади.
2. Бутун олам тортишиш қонунини билади.
3. Гравитация доимийсини аниқлаш тажрибаларини билади.
4. Гравитация доимийсининг сон қиймати ва бирлигини билади.

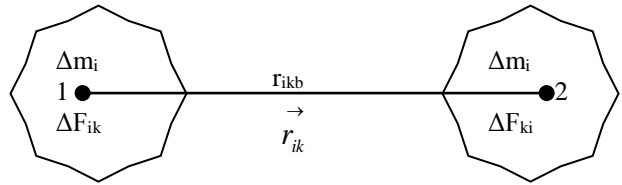
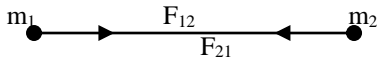
**4-асосий саволнинг баёни :**

Табиатда ҳамма жисмлар узаро бир-бирига тортишини Ньютон кашф қилган бўлиб, бутун олам тортишиш қонуни деб аталади. Бу қонунга биноан иккита жисмнинг бир-бирига тортишиш кучи бу жисмларнинг массаларига тугри пропорционал ва улар орасидаги масофанинг квадратига тескари

пропорционалдир.

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1)$$

бу ерда  $\gamma$ - гравитацион доимий деб аталулувчи пропорционалик коэффциенти  $\gamma = 6.6710^{-11} \text{m}^3/\text{kgc}^2$

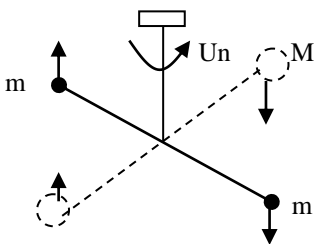


$$\Delta F_{ik} = \gamma \frac{\Delta m_i \Delta m_k}{r_{ik}^2} r_{ik} \text{ бур} \quad (2)$$

$$\Delta F_{12} = \sum_{12} \gamma \frac{\Delta m_i \Delta m_k}{r_{ik}^2} \vec{r}_{ik} \text{ бур} \quad (3)$$

2-чи жисм томонидан 1-чи жисмга тегишли элементар таъсир этувчиси.

массага таъсир курсатувчи кучларнинг тенг



$$\vec{F}_{12} = \sum_i \sum_k \gamma \frac{\Delta m_i \Delta m_k}{r_{ik}^2} \vec{r}_{ik} \quad (4)$$

$\gamma$ -ни аниқлаш борасидаги биринчи мувафакятли иш Кавендиш (1798 и ) амалга оширган тажрибадан иборат.

Кавендиш бу тажрибада кучни ўлчаш учун жуда сезгир бўлган бурама тарози услидан фойдаланди.

### Назорат топшириқлари Б. Блум таканомияси. Категория.

Кеплер қонунларидан бутун олам тортишиш қонуни келиб чиқишини тушунтиринг.

2. Бутун олам тортишиш қонунини таърифланг.

3. Бутун олам тортишиш кучини ёзинг.

4. Ер ва Ой бир бири билан қандай куч билан тортишади. Тегишли катталикларни жадвалдан олинг.

5. Гравитация доимийси ким томонидан аниқланган.

6. Гравитация доимийсининг сон қиймати нечага тенг.

7. Гравитация доимийси қандай бирликларда улчанади.

8. Марказий куч майдонидаги ҳаракат қандай ҳаракат?

### 4-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Бутун олам тортишиш қонуни.

(1) 304-305 бетлар

2. Гравитация доимийси.

(1) 305-309 бетлар

### 5-асосий савол : Гравитацион ва инерт масса

#### 5-асосий саволнинг мақсади:

А. Гравитация ва инерт массани тушунтириш

#### Идентив ўқув мақсадлари :

1. Бутун олам тортишиш қонунини билади.

2. Ньютонинг 2-қонуни билади.

3. Гравитацион масса қандай масса эканлигини тушунади.

4. Инерт масса қандай масса эканлигини билади

#### 5-асосий саволнинг баёни :

Масса икки хил қонунда: Ньютоннинг 2-қонунида ва бутун олам тортишиш қонунида иштирок этади. Биринчи холда у жисмнинг инерт хоссаларини ҳарактерласа, иккинчидан эса Гравитацион хоссаларининг яъни жисмларнинг бир-бирини тортиш хоссаларини ҳаракт-ерлайди.

Гелиоцентрик санок системасида жисмнинг эркин тушишни қараб чикайлик. Ҳар қандай жисмга ҳам ер сиртининг якинида ернинг тортишиш кучи таъсир кўрсатади. Бу куч

$$F = \gamma \frac{m_g M_{er}}{R_{er}^2}$$

Бу ерда  $m_g$  -берилган жисмнинг гравитацией массаси,  $M_{er}$  -ернинг гравитацион массаси,  $R_{er}$  Ер шарининг радиуси.

Бу куч таъсирида жисм а тезланиш олади ва бу тезланиш  $F$  кучнинг  $m_{in}$ -инерт массага бўлган нисбатига тенг.

$$a = \frac{F}{m_{in}} = \gamma \frac{M_{er} m_g}{R_{er}^2 m_{in}} \quad (1)$$

Тажрибадан топилган фактларнинг ҳаммаси жисмларнинг инерт ва гравитацион массалари катъиан бир-бирига пропорционал эканлигини кўрсатади. Бу шуни англатадики, улчов бирликларини тегишлича танлаб олинса, гравитацион ва инерт массалар бир-бирига айнан тенг бўлиб қолади. Шунинг учун ҳам физикада туғридан туғри масса ҳақида гап юритилади.

$$a = \gamma \frac{M_{er}}{R_{er}^2}$$

$$M_{er} = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad (2)$$

$R_{er}$  – Ер орбитасининг радиуси ва Ернинг Қуёш атрофида тўла айланиш вақти  $T$  маълум бўлса, Қуёшнинг  $M_k$  массасини топиш мумкин. Ернинг  $a = \omega R_{er}$  ( $\omega = 2\pi/T$  га тенг тезланиши Ернинг Қуёшга тортишиш кучи таъсирида юзага келади. Демак,

$$M_{er} \omega^2 R_{er} = \gamma \frac{M_{er} M_q}{R_{or}^2}$$

бўлади. Бундан Қуёшнинг массасини ҳисоблаб топиш мумкин.

#### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Бутун олам тортишиш қонуни ифодасини ёзинг.

A.  $F=ma$       B.  $F_1 = -F_2$       C.  $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$       Д.  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$       E.  $F=qVB$

2. Нютоннинг 2- қонуни ифодасини курсатинг.

A.  $F=ma$       B.  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$       C.  $F=qVB$       Д.  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$       E.  $F_1 = -F_2$

3. Гравитацион массани тушунтиринг.

4. Инерт массани тушунтиринг.

#### 5-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Гравитацион ва инерт масса.

(1) 303-309 бетлар

(2)

(3)

#### 6-асосий савол : Космик тезликлар.

#### 6-асосий саволнинг мақсади:

A. Космик тезликларни тушунтириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари :

1. Космик тезликларни қандай келтириб чиқаришни билади.

2. Биринчи космик тезликнинг ҳаракат траекториясини билади.

3. Финит ва инфинит ҳаракатни билади.

#### 6-асосий саволнинг баёни :

Жисм Ер атрофида радиуси Ер радиуси  $R_{er}$  дан кам фарқ қиладиган айлана орбита буйлаб

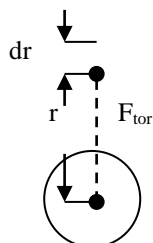
ҳаракатланиши учун у аниқ бир тезликка эга булиши керак. Бу  $V_1$  тезлиكنинг катталигини жисм массасининг марказга интилма тезланишига кўпайтмаси жисмга таъсир этувчи оғирлик кучига тенг эканлиги шартидан топиш мумкин:

$$m \frac{V_1^2}{R_{er}} = mg \quad \text{бундан} \quad V_1 = \sqrt{g R_{er}} \quad (1)$$

$$V_1 = \sqrt{9.81 \cdot 6.4 \cdot 10^6} = 8 \cdot 10^3 \text{ м/с} = \text{км/с}$$

Бундай тезликка эга бўлган жисм Ерга тушиб кетмайди, бироқ бу тезлик Ернинг тортишиш сферасидан чикиб кетиши учун етарли эмас. Бунинг учун зарур бўлган тезлик 2-чи космик тезлик дейилади.

Иккинчи космик тезликни ҳисоблаш учун жисмнинг Ер сиртидан чексизликда уз оклаштириш учун Ернинг тортишиш кучига қарши мажбуран бажариладиган ишни ҳисоблаш керак



$$dA = F dr = \gamma \frac{m M_{er}}{r^2} dr$$

$$\left. \begin{array}{l} r = R_{er} \\ r = \infty \end{array} \right\} \text{оралиқда бажарилган ишни интегралаймиз.}$$



$$A = \int_{R_{er}}^{\infty} dA = \int_{R_{er}}^{\infty} \gamma \frac{mM_{er}}{r^2} dr = \gamma \frac{mM_{er}}{R_{er}} \quad (2)$$

Оғирлик кучини Ерга тортишиш кучига тенглаб қуйдагини ёзиш мумкин.

$$mg = \gamma \frac{mM_{er}}{R_{er}^2} \quad \text{бундан} \quad \gamma \frac{mM_{er}}{R_{er}} = mgR_{er}$$

$$A = mg R_{er} \quad (3)$$

Жисм ернинг тортишиш кучи доирасидан чиқиб кетиши учун (3) ишни бажариш учун жисм етарли энергияга эга бўлиши керак.

$$\frac{mV_2^2}{2} = mgR_{er} \\ V_2 = \sqrt{2gR_{er}} \quad (4)$$

$V_2 = 11 \text{ km/c}$  га тенг. 2-чи космик тезлик.

Жисмнинг Қуёш системаси доирасидан абадий чиқиб кетиши учун унга Ерга нисбатан берилиши лозим бўлган тезлик учинчи космик тезлик деб аталади ва у  $V_3 = 16.7 \text{ km/c} \div 72.7 \text{ km/c}$

#### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Космик тезликларнинг ифодасини ва сон қийматини ёзинг.
2. Биринчи, иккинчи ва учинчи космик тезлик билан ҳаракатланаётган жисмнинг траекториялари қандай бўлади.
3. Финит ва инфинит ҳаракатни тушунтиринг.
4. Оғирлик кучи ифодасини ёзинг.

#### 6-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар .

1. Космик тезликлар.
- (1) 327-330 бетлар
- (2)
- (3)

#### Адабиетлар:

1. Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981 и
2. С.П.Стрелков. Общй курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основѣ Механики. Москва. Наука. 1971 г.

#### Ноинерциал санок системалари мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> 1. Ноинерциал бошланғич системасини тушунтириш. 2. Инерция кучларини тушунтириш <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Инерциал бошланғич системасини билади. 2. Ноинерциал бошланғич системасини билади. 3. Инерция кучларини тушунади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Инерциал, бурчак тезлик, ноинерциал, планета, Санок системаси, фокус, инерция кучлари, эллипс, Тезланиш, радиус-вектор, масса, айланиш даври, Куч, орбита, инерт масса, космик тезлик <b>Дарс шакли:</b> Маъруза	Ўқитувчи талаба	

	<b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.		
<b>3-босқич</b>	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзуни қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида қўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	<b>Ўқитувчи</b>	
<b>4-босқич</b>	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Инерциал бошланғич системасини таърифланг. 2. Ноинерциал бошланғич системаси деганда қандай системани тушунаси. 3. Инерциал кучлар қандай кучлар. 4. Куч деб нимага айтилади. 5. Айланиш даврига таъриф беринг. 6. Гравитация доимийси нимага тенг.	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>5-босқич</b>	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 17-МАВЗУ: СУЮҚЛИКЛАР ВА ГАЗЛАР МЕХАНИКАСИ.

### Маърузанинг режаси:

- Босим ҳақида тушунча.
- Тинч ҳолатдаги суюқлик ва газга босим тақсимооти.
- Итариб чиқарувчи кучлар. Архимед қонуни.

### Таянч суз ва иборалар:

Қаттиқ	эркин сирт	статик
Суюк	ташқи таъсир	атмосфера
Газ	цилиндр	босим
Модда	поршень	зичлик
Молекула	ички таъсир	солиштирма оғирлик
Хаотик ҳаракат	кучланиш	ҳарорат
Хажм	уринма	Кельвин шкаласи
Деформация	нормаль	босим кучи
Паскаль	куч	барометрик

### Мавзуга оид муаммолар

- Суюқликдаги босим. Паскаль қонуни.
- Архимед кучи.
- Суюқликнинг оқими. Узилмаслик тенгламаси.

### 1-асосий савол : Босим ҳақида тушунча.

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

- Суюқликлар ва газлар Механикаси нима билан шугулланишини тушунтириш.
- Босим ва унинг бирликлари тушунтириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари :

- Суюқликларда ва газларда босим кучини тушунади.
- Босимнинг таърифини ва қандай бирликларда улчанишини билади.
- Паскаль қонунини билади.

#### 1-асосий саволнинг баёни :

Механиканинг суюқлик ва газларни ўрганиш билан шугулланадиган булими гидромеханика ва

аэромеханика дейилади. Улар уз навбатида гидростатика ва аэростатикага (улар суюқликлар ва газларнинг мувозанатини урганади) ҳамда гидродинамика ва аэродинамика (улар суюқлик ва газларнинг ҳаракатини урганади) булинади.

Суюқлик ва газсимон жисмлар шу билан характерланадики, улар силжишга қаршилиқ курсатишмайди ва шу сабабли истаганча кичик кучлар таъсирида ҳам уз шаклини узгартира олади. Суюқлик ёки газнинг ҳажмини узгартириш учун, аксинча, анча катта чекли ташқи кучлар зарур. Ташқи таъсирлар натижасида суюқликлар ва газларнинг ҳажми узгарганда уларда нихоят бориб ташқи кучларнинг таъсирини мувозанатловчи элстик кучлар юзага келади.



Мувозанатда турган суюқликни текширайлик. Мувозанатда турибди деган суз, унинг алоҳида қисмлари бир-бирига ёки улар билан чегарадош жисмларга нисбатан кўчмаслигини билдиради. Суюқликда фикран  $\Delta S$  юзача ажратамиз. Суюқликнинг шу юзача буйлаб бир-бирига тегиб турган қисмлари бир-бирига катталиқ жихатдан тенг ва йуналишлари қарама-қарши бўлган кучлар билан таъсир кўрсатади.

Суюқликнинг  $\Delta S$  юзача кўрсатадиган таъсир кучларининг  $\Delta F$  тенг таъсир этувчиси ҳам шу юзача ўтказилган нормал буйлаб йуналган. Юзача сиртининг бирлигига тугри келувчи куч суюқликдаги босим дейилади. Яъни

$$P = \frac{\Delta F}{\Delta S} \quad (1)$$

Агар суюқликнинг  $\Delta S$  юзача кўрсатадиган таъсир кучи у буйлаб Теки с таксимланса, у ҳолда (1) ифода уртача босимни ифодалайди. Берилган нуқтадаги босимни топиш учун  $\Delta S$  нолга интилтирмок керак. Демак нуқтадаги босим қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$P = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S} = \frac{dF}{dS} \quad (2)$$

Газдаги босим ҳам худди шу йул билан топилади.

Босим бирликлари қуйидагича :

- 1) СИ системасида - Н/м<sup>2</sup>
- 2) СГС системасида - дина/см<sup>2</sup>

Ундан ташкари босимни улчаш учун купинча қуйидаги бирликлардан ҳам фойдаланилади.

- 1) техник атмосфера (атм) у 1 кгк/см га тенг.
- 2) физик ёки нормал атмосфера (атм) у баландлиги 760 мм бўлган симоб устуни босимига тенг.

Физикада босим купинча миллиметрларда улчанган симоб устуни билан ўлчанади. Босимнинг турли бирликлари орасида қуйидагича муносабат ўринли

$$1 \text{ мм симб устуни} = 0.001 \text{ м} \cdot 13.6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9.81 \text{ м/с}^2 = 133 \text{ Н/м}^2$$

$$1 \text{ атм} = 760 \cdot 133 = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 = 1.033 \text{ атм}$$

$$1 \text{ ат} = 9.81 \cdot 10^4 = 0.981 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 = 0.968 \text{ атм}$$

$$1 \text{ кг/м}^2 = 9.81 \text{ Н/м}^2$$

### Муҳокама учун саволлар

1. Суюқликни мувозанатланиш шартларини айтинг?
2. Босим деб нимага айтилади ?
3. Паскаль конунини таърифланг ?
4. Архимед конунини тушунтиринг ?
5. Стационар оким деб нимага айтилади ?
6. Оким чизиклари деб нимага айтилади ?

### Назорат топшириқлари. Б. Блум таксамонияси. Категория

1. Босим кучи деб нимага айтилади
2. Босим кучи таъсирининг натижаси қандай катталикларга боғлиқ
3. Босим деб нимага айтилади
4. Босимнинг бирликларини ва улар орасидаги боғланишни айтинг.

5. Паскаль қонуни таърифланг.
6. Паскаль қонунини тушунтиринг.

### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Суюқликларда ва газларда босим тушунчаси.

- (1) 444-449 бетлар
- (2) 343-347 бетлар
- (3) 497-503 бетлар.

### 2-Асосий савол. Тинч ҳолатда суюқлик ва газда босим тақсимоти.

#### 2-Асосий саволнинг мақсади:

А. Тинч турган суюқликда босимтақсимотини тушунтириш.

Б. Газда босим тақсимотини тушунтириш.

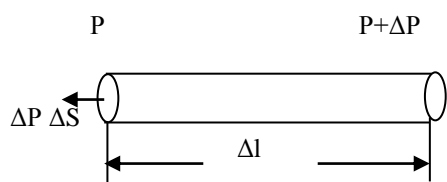
#### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Суюқликларда горизонтал бўйлаб босимнинг бир хил булишини билади.
2. Суюқликда вертикал бўйлаб босимнинг уз гаришини билади.
3. Газларда босим тақсимотини билади.

#### 2-асосий саволнинг баёни:

Агар суюқликда (ёки газда) ҳажм кучлари булмаса, у ҳолда бутун ҳажмда босимнинг узгармай қолиши мувозанат шартидан иборат бўлган бўлар эди. (Паскаль қонуни)

Ҳақиқатан ҳам, суюқликда ихтиёрий ориентирланган баландлиги  $\Delta l$  га тенг ва асоси  $\Delta S$  га тенг цилиндрик ҳажм ажратайлик.

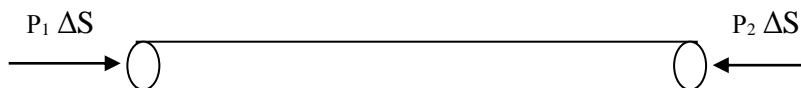


Агар бир-биридан  $\Delta l$  – масофада ётган нукталарда босим  $\Delta P$  га фарқ қилса, у вақтда цилиндрнинг ўқи бўйлаб  $\Delta P$   $\Delta S$  куч таъсир курсатаётган бўлади ва бунинг натижасида суюқлик ҳаракатга келиб мувозанат бузилган бўлар эди. Демак, ҳажм кучлари булмаган шароитда мувозанат ҳолатдаги суюқликнинг исталган жойи учун  $\Delta P / \Delta l = 0$  шарт қаноатлантирилиши зарур.

Бунда  $P = \text{const}$  деган хулоса чиқади.

Ҳажм кучлари бор бўлганда босим қандай тақсимланишини текширайлик.

Суюқликда горизонтал жойлашган кичик  $\Delta S$  кесимли цилиндрик шаклдаги "қотган" ҳажм ажратамиз.



Ҳажм кучлари вертикал йуналганлиги учун цилиндр ўқи бўйлаб иккита  $P_1 \Delta S$  ва  $P_2 \Delta S$  кучлар таъсир этади. Мувозанат шартидан  $P_1 = P_2$  эканлиги келиб чиқади. Демак, суюқликнинг бир хил баландликда (яъни битта горизонтал Теки сликда) ётган барча нукталарида босим бир хил қийматга эга бўлар экан.

Энди қотган цилиндрик ҳажмни шундай танлаб олайликки, унинг ўқи вертикал йуналган бўлсин.

Бу ҳолда цилиндр остига унинг ўқи бўйлаб курсатиладиган босим кучидан ташқари ҳажм кучи  $\rho g h \Delta S$  таъсир кўрсатади.

Бунда  $\rho$  суюқлик зичлиги,  $h$  цилиндрнинг, баландлиги. Бунда мувозанат шарти қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$P_2 \Delta S = P_1 \Delta S + \rho g h \Delta S$$

$\Delta S$  га қисқартириб қуйидагини топамиз.

$$P_2 = P_1 + \rho g h$$

Шундай қилиб иккита турли баландликлардаги босимлар бир-биридан шу баландликлар орасида ётган кўндаланг кесими бирга тенг бўлган суюқлик вертикал устунининг оғирлигига тенг қийматга фарқ қилар экан.

### Назорат топшириқлари Б. Блум тақсamonияси. Категория.

1. Суюқликларда горизонтал бўйлаб босим тақсимои қандай бўлади.
2. Горизонтал бўйлаб босим тақсимои учун мувозанат шартини ёзинг.

3. Вертикал бўйлаб босим тақсимотида қандай кучлар таъсир этади.
4. Вертикал ҳол учун мувозанат шартини ифодаланг.
5. Газларда босим тақсимотини тушунтиринг.
6. Барометрик формулаларнинг физик маъносини тушунтиринг.

## 2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Тинч турган суюқликда ва газда босим тақсимоти.

(1) 348-351 бетлар

(2)

(3)

## 3-асосий савол: Архимед қонуни.

### 3-асосий саволнинг мақсади:

А. Итариб чиқарувчи кучларни тушунтириш

Б. Архимед қонунини тушунтириш.

### Идентив ўқув мақсадлари :

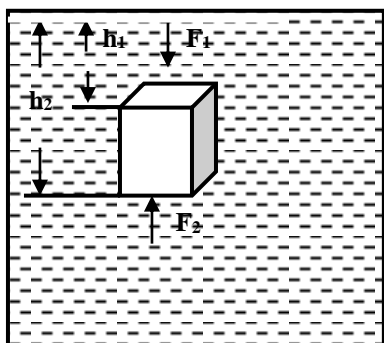
1. Суюқликка ботирилган жисмга қандай кучлар таъсир қилишини билади.
2. Архимед қонунини таърифини билади.
3. Архимед кучи қандай катталикларга боғлиқ эканлигини билади.

### 3-асосий саволнинг баёни :

Турли баландликлардаги босимлар ҳар хил бўлганлиги натижасида суюқлик газ ичида турган жисмларга таъсир этувчи итариб чиқариш кучлари юзага келади.

### Архимед қонуни:

Суюқлик узига ботирилган жисмга юқорига тик йуналган ва жисмнинг ботирилган қисми ҳажмдаги сўқжликнинг оғирлигига тенг куч билан таъсир этади.



Параллелепипеднинг ён томонларига узаро тенг ва қарам-қарши йуналган босим кучлари таъсир қилади. Параллелепипеднинг юқори ва пастки томонларига босимнинг таъсиркучлари миқдорига тенг эмас, чунки параллелепипеднинг устки томони  $h_1$  чуқурликда, пастки томони эса суюқликдан  $h_2$  чуқурликда турибди.

Шу сабабли

$$F_1 = \rho g h_1 S \quad \text{ва} \quad F_2 = \rho g h_2 S$$

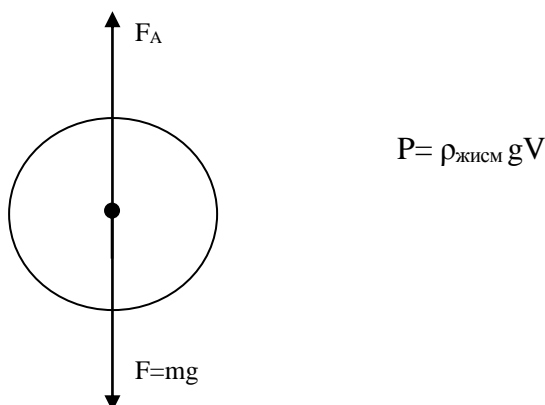
$F_1$  ва  $F_2$  кучларнинг тенг таъсир этувчиси Архимед кучидир.  $F_2$  нинг қиймати  $F_1$  дан катта бўлганлиги туфайли (чунки) Архимед кучининг ( $F_A$ ) ҳйуналиши  $F_2$  кучнинг йуналиши билан аниқланади.

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho g h_2 S - \rho g h_1 S = \rho g (h_2 - h_1) S = \rho g V$$

Умуман суюқликка ботирилган жисмга икки куч таъсир этади:

- 1) жисмнинг оғирлик кучи (тик равишда пастга йуналган)
- 2) Архимед кучи (тик равишда юқорига йуналган)

Суюқликка ботирилган зичлиги  $\rho_{\text{жисм}}$ , ҳажм  $V$  бўлган жисмнинг оғирлик кучи



Агар  $P > F_A$  яъни  $\rho_{\text{жисм}} > \rho$  бўлса, жисм чўқ ади.

Агар  $P = F_A$  яъни  $\rho_{\text{жисм}} = \rho$  бўлса, жисм суюқлик ичида қалқийди, яъни мувозанатда бўлади.

Агар  $P < F_A$  яъни  $\rho_{\text{жисм}} < \rho$  бўлса, жисм суюқликда чўқмайди.

#### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Суюқликка ботирилган жисмга қандай кучлар таъсир қилишини айтиб беринг.
2. Оғирлик кучи билан Архимед кучининг йуналиши бир-бирига нисбатан қандай.
3. Архимед қонунини таърифлаб беринг.
4. Архимед қонунини газларга қўллаб буладими.
5. Архимед кучи қандай куч.
6. Архимед кучи қандай катталикларга боғлиқ.
7. Суюқликка ботирилган жисмнинг оғирлиги Архимед кучидан катта.

Тенг ва кичик бўлганида жисм суюқликда ўзини қандай тутати.

#### 3-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар .

1. Архимед қонуни.
- (1) 453-458 бетлар
- (2) 352-354 бетлар

#### Адабиетлар:

1. КД.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981 и
2. С.П.Стрелков. Общй курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основѣ Механики. Москва. Наука. 1971 г.

## ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Суюқликлар ва газлар Механикаси нима билан шугулланишини тушунтириш. Б. Босим ва унинг бирликлари тушунтириш. <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Суюқликларда ва газларда босим кучини тушунади. 2. Босимнинг таърифини ва қандай бирликларда улчанишини билади. 3. Паскаль қонунини билади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Қаттиқ, эркин сирт, статик, Суюқ ташқи таъсир, атмосфера, Газ, цилиндр босим, Мода, поршень, зичлик, Молекула, ички таъсир, солиштирма огирлик <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунинг қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштирилишини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Босим кучи деб нимага айтилади 2. Босим кучи таъсирининг натижаси қандай катталикларга боғлиқ 3. Босим деб нимага айтилади 4. Босимнинг бирликларини ва улар орасидаги боғланишни айтинг. 5. Паскаль қонуни таърифланг.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

### 7-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

**7.1.** Кемада сув сатҳидан  $h = 3$  м пастанда  $S = 5 \text{ см}^2$  юзали тешик ҳосил бўлган. Тешикни беркитувчи ямоқни ушлаб туриш учун кеманинг ички томонидан қандай минимал  $F$  куч қўйиш талаб қилинади? Сувнинг зичлиги  $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

Берилган:  $h = 3 \text{ м}$ ;  $S = 5 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ;  $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ;  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

Топиш керак:  $F = ?$

Ечилиши: Сув устунининг гидростатик босими  $p = \rho gh$  бўлганлиги учун, сув сатҳидан  $h$  чуқурликдаги  $S$  юзага таъсир қилувчи босим кучи  $F$  қуйидагига тенг бўлади:

$$F = \rho S = \rho ghS$$

Бунда  $\rho$  – сувнинг зичлиги,  $g$  – эркин тушиш тезланиши.

Бинобарин,

$$F = \rho ghS = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ м} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 14,7 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 14,7 \text{ Н}$$

**Жавоб:**  $F = 14,7H$

7.2. Цилиндрик идишга массалари миқдори жиҳатдан тенг бўлган симоб ва сув қуйилган. Иккала суюқлик қатламининг умумий баландлиги  $h_0 = 50$  см га тенг. Суюқликлар идиш тубига кўрсатадиган босим  $\rho$  топилсин. Симоб ва сувнинг зичликларига мос равишда  $\rho_1 = 13,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_2 = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**Берилган:**  $h_0 = 50$  см = 0,5 м;  $\rho_1 = 13,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_2 = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>

**Топиш керак:**  $\rho = ?$

**Ечилиши:** Иишдаги суюқликларнинг умумий баландлиги  $h_0$  симоб ва сув баландликларининг йиғиндисига тенг  $h_0 = h_1 + h_2$  бўлиб, уларнинг массалари тенг бўлганлиги туфайли  $\rho_1 h_1 S = \rho_2 h_2 S$  бўлади. бинобарин, қуйидаги муносабатга эга бўламиз:

$$h_0 = h_1 + h_2; \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \quad (1)$$

Бунда  $\rho_1$  ва  $\rho_2$  мос равишда симоб ва сувнинг зичликлари.

Кейинги ифодадан  $h_1$  нинг қийматини топиб, уни биринчи тенгламага қўйсак:

$$h_0 = h_2 \frac{\rho_2}{\rho_1} + h_2 = h_2 \left( \frac{\rho_2}{\rho_1} + 1 \right) = h_2 \frac{\rho_2 + \rho_1}{\rho_1}$$

Бундан

$$h_2 = h_0 \frac{\rho_1}{\rho_1 + \rho_2}$$

Иккала суюқликнинг идишнинг тубига кўрсатадиган умумий босими уларнинг алоҳида босимларининг йиғиндисига тенг:

$$\rho = 2\rho_1 g h_1 = 2\rho_2 g h_2$$

Бу ифодага (2) дан  $h_2$  нинг қиймати қўйилса:

$$\begin{aligned} \rho &= 2\rho_2 g h_2 = 2\rho_2 g h_0 \frac{\rho_1}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{2\rho_1 \cdot 2\rho_2 g h_2}{\rho_1 + \rho_2} = \\ &= \frac{2 \cdot 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ м}}{13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 + 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \approx 9,13 \cdot 10^3 \text{ Па} \end{aligned}$$

**Жавоб:**  $\rho \approx 9,13 \cdot 10^3 \text{ Па}$

## 18-МАВЗУ: ГИДРОДИНАМИКА. ОҚИМНИНГ УЗЛУКСИЗЛИК ТЕНГЛАМАСИ. БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ.

**Маърузанинг режаси:**

1. Оқимнинг уз лүксизлик тенгламаси.
2. Бернулли тенгламаси.
3. Торичелли'формуласи.
4. Оқаётган суюқликда босимни ўлчаш.
5. Ички ишқаланиш кучлари.
6. Ломинар ва турбулент оқим.

**Таянч суз ва иборалар:**

Тезлик вектори	ҳажм	уринма
Балантлик	вектор	бажарилган иш
Оқим чизиклари	уз лўқсизлик	оқим найлари
Қовушқоқлик	стационар Оқим	динамик босим
Идиал суюқлик	статик босим	ишқаланиш кучлари
Монометр	энергия	пуаз
Зичлик	ломинар Оқим	турбулент оқим.

**1-асосий савол. Оқимнинг узлуксизлик тенгламаси.**

**1-асосий саволнинг мақсади.**

А. Оқим чизиклари ва найларини тушунтириш.



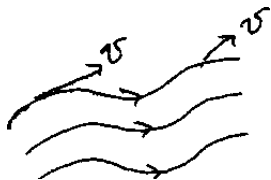
Б. Оқимнинг узлуксизлик тенгламасининг мохиятини тушунтиринг.

### Идентив ўқув мақсадлари.

1. Оқим чизиклари ва найларини билади.
2. Стационар оқимни тушунади.
3. Оқимнинг узлуксиз тенгламасини тушунади.

### 1-асосий саволнинг баёни:

Суюқликнинг ҳаракатини тушунтириш учун суюқликнинг ҳар бир зарраси учун траектория билан тезликни вақтнинг функцияси сифатида ёзиш керак.



Суюқликнинг ҳаракат ҳолатини фазонинг ҳар бир нуқтаси учун тезлик векторини вақтнинг функцияси сифатида ёзиш орқали ҳам аниқласа бўлади. Буни қуйидагича тасвирлаш мумкин. Ҳаракатланаётган суюқликда шундай чизиклар ўтказишни, уларнинг уринмалар ҳар бир

нуқтада йуналиши  $\vec{V}$  вектор йуналиши устма-уст тушсин.

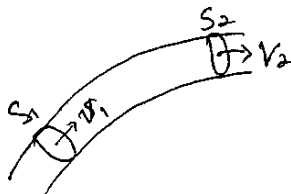
Бу чизиклар оқим чизиклари дейилади: Оқим чизикларининг шундай ўтказишига келишиб оламизки, уларнинг қуюқлиги (у чизиклар сони  $\Delta N$  улар кесиб ўтаётган, уларга перпендикуляр  $\Delta S$  юзанинг катталигига нисбати билан ҳарактерланади) берилган жойдаги тезликнинг катталигига пропорционал бўлсин. Тезлик каттарок бўлган жойда оқим чизиклари зичроқ ва аксинча, тезлик кичикроқ бўлган жойда оқим чизиклари сийрақроқ бўлади.

$V$  векторнинг катталиги ва йуналиши ҳар бир нуқтада вақт ўтиши билан узгариши мумкин бўлганлиги учун оқим чизикларнинг манзараси ҳам узлуксиз узгариши мумкин.

Агар тезлик вектори фазонинг ҳар бир нуқтасида бирдек қолса, у ҳолда оқим қарор топган ёки стационар дейилади. Стационар оқим вақтида оқим чизикларнинг манзараси узгармайди ва бу ҳолда оқим чизиклари зарраларнинг траекториялари билан устма-уст тушади. Суюқликнинг оқим чизиклари билан чегараланган қисми оқим найи деб аталади. Оқим найининг тезлик йуналишига перпендикуляр  $S$  кесимини олайлик фараз қилайлик, суюқлик зарраларининг ҳаракат тезлиги бу кесимнинг ҳамма нуқталарида бир хил бўлсин.



$\Delta t$  вақт ичида  $S$  кесим орқали бошланғич моментда  $S$  дан  $V \Delta t$  масофадан катта бўлмаган масофада ётган барча зарралар ўтади. Демак  $\Delta t$  вақт ичида  $S$  кесим орқали  $S \cdot V$  га тенг суюқлик ҳажми, вақт бирлиги ичида эса кесим орқали тенг суюқлик ҳажми ўтар экан. Оқим найини унинг ҳар бир кесимида тезликни доимий деб ҳисоблаб бўладиган даражада ингичка қилиб оламиз. Агар суюқликнинг зичлиги ҳамма ерда бир хил бўлса, у ҳолда



$S_1$  ва  $S_2$  кесимлар орасид а суюқлик микдори узгармайди. Демак, вақт бирлиги ичида  $S_1$  ва  $S_2$  кесимлар орқали оқиб ўтувчи суюқлик ҳажмлари бир хил бўлиши керак.

$$S_1 V_1 = S_2 V_2$$

Демак сиқилмас суюқлик учун берилган найнинг исталган қисмида  $S \cdot V$  катталики бир хил бўлиши керак экан.

$$S \cdot V = \text{const}$$

Бу олинган натижа оқимнинг узлуксизлиги ҳақидаги теореманинг мазмунини намоён қилади.

### Назорат топшириқлари Б. Блум. Таксамонияси. Категория.

1. Оқим чизикларини тушунтиринг.
2. Оқим найларини тушунтиринг.

3. Стационар оқим деб нимага айтилади.
4. Ностационар оқим деб нимага айтилади.
5. Оқимнинг узлуксиз тенгламасини тушунтиринг.
6. Оқимнинг узлуксизлиги деганда нимани тушунаси.

### 1-асосий сваолни ўзлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Оқимнинг узлуксизлик тенгламаси. оқим чизиклари ва найлари.

(1) 464-465 бетлар.

(2) 354-358 бетлар.

(3) 520-523 бетлар.

### 2-асосий савол : Бернулли тенгламаси.

#### 2-асосий саволнинг мақсади.

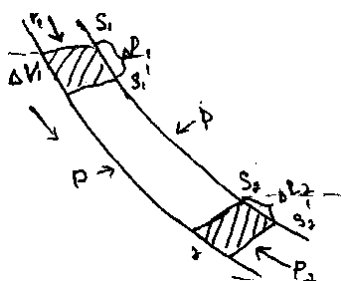
А. Сикилмайдиган суюқлик учун Бернулли тенгламасини тушунтириш.

#### Идентиф ўқв мақсадлари:

1. Сикилмайдиган суюқликни тушунади.
2. Сикилмайдиган суюқлик учун Бернулли тенгламасини тушунади.
3. Бернулли тенгламасининг физик мохиятини тушунади.

#### 2-асосий саволнинг баёни:

Суюқликларнинг ҳаракатини текшираётганда куп холларда суюқликнинг бир кисмини бошқа кисмларига нисбатан ҳаракати вақтида ишқаланиш кучлари юзага чикмайди деб ҳисоблаш мумкин. Ички ишқаланиш батамом йўқ бўлган суюқлик идеал суюқлик дейилади.



Стационар оқаётган идеал суюқликда кичик кесимни оқим найини ажратиб олайлик. Оқим найининг деворлари ва оқим чизикларига перпендикуляр  $S_1$  ва  $S_2$  кесимлар билан чегараланган суюқликнинг ҳажмини кўрайлик  $\Delta t$  вақт ичида бу ҳажм оқим найи бўйлаб кўчади, бунда  $S_1$  кесим  $\Delta l_1$  йўл ўтиб  $S_1^1$  ҳолатга кўчади,  $S_2$  кесим эса  $\Delta l_2$  йўл ўтиб  $S_2^1$  ҳолатга ўтади. Оқим узлуксиз бўлганлигидан штрихланган жисмлар бир хил  $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$  бўлади.

Суюқликнинг ҳар бир заррасининг унинг кинетик энфргияси билан ернинг торайиш кучи майдонидаги потенциал энергиясидан ташкил топади.

Оқим найининг кесимини ва  $\Delta l$  кесмаларнинг шу қадар кичик қилиб олампизки, штрихланган жисмларнинг ҳажмларнинг ҳар бирининг барча нуқталарида  $V$  тезлик,  $P$  босим ва  $h$  баландлик бир хил деб ҳисоблаш мумкин бўлсин. У вақтда энергиянинг орттирмаси қуйидагича ёзилади:

$$\Delta E = \left( \frac{\rho \Delta V V_2^2}{2} \right) - \left( \frac{\rho \Delta V V_1^2}{2} + \rho \Delta V G h_1 \right) \quad (1)$$

$S_1$  ва  $S_2$  кесимларга қўйилган кучларнинг бажарган иши

$$A = P_1 S_1 \Delta l_1 - P_2 S_2 \Delta l_2 = (P_1 - P_2) \Delta V \quad (2)$$

(1) ва (2) ни бир-бирига тенглаштириб,  $\Delta V$  га қисқартириб ва бир хил индексли ҳадларни бараварнинг бир томонига ўтказиб қуйидагини топамиз.

$$\frac{\rho V_1^2}{2} + \rho g h_1 + P_1 = \frac{\rho V_2^2}{2} + \rho g h_2 + P_2 \quad (3)$$

$S_1$  ва  $S_2$  кесимлар ихтиёрий таълаб олинган эди, шунинг учун оқим найининг исталган кесимида  $\frac{\rho V^2}{2} + \rho g h + P$  ифода бир хил қийматга эга бўлади, деб айтиш мумкин.  $\Delta S \rightarrow 0$  га интилганда яъни оқим найи, оқим чизигига айланганда (3) тенглама қуйидагича бўлади.

$$\frac{\rho V^2}{2} + \rho g h + P = \text{const} \quad (4)$$

бу тенглама Бернулли тенгламаси дейилади.

### Назораттопшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Сикилмайдиган суюқликни тушунтиринг.

- Идеал сууюқлик деб нимага айтилади.
- Сикилмайдиған сууюқлик учун Бернулли тенгламасини тушунтиринг.
- Стационар оқим учун Бернулли тенгламасини тушунтириб беринг.
- Бернулли тенгламасини ёзинг.
- Бернулли тенгламасидаги босимларни тушунтиринг.

## 2-асосий саволни ушлаштириш учун мустақил ишлар.

1. Бернулли тенгламаси.

(1) 466-468 бетлар.

(2) 363-365 бетлар.

(3) 523-525 бетлар.

## 3-асосий савол: Торричелли формуласи.

### 3-асосий саволнинг мақсади.

А. Бернулли тенгламасини сууюқликнинг идишдан окиб чиқишига тадбик қилиш.

Б. Торричелли формуласини тушунтириш.

### Идентив ўқув мақсадлари :

- Сууюқликнинг идишдан окиб чиқиш ходисасини тушунади.
- Сууюқликнинг идишдан окиб чиқишига Бернулли тенгламасини қўллай олади.
- Торричелли формуласини билдаи.

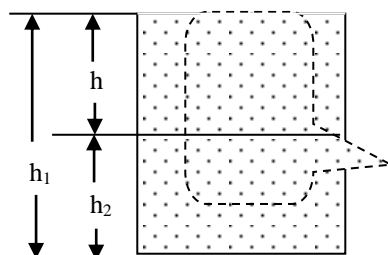
### 3-асосий саволнинг баёни :

Бернулли тенгламасидан келиб чиқадиган баъзи бир хулосаларнинг қараб чикайлик. Фараз қилайлик сууюқлик шундай оқаётган бўлсинки, тезлик барча нукталарда бир хил катталикларга эга бўлсин. У вақтда (3) тенгламага биноан исталган оқим чизигининг ихтиёрий икки нуктаси учун қуйидаги тенглик бажарилади.

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_2 - h_1)$$

Бундан бу ҳолда ҳам босим тақсимоти худди тинч ҳолатда турган сууюқликдан булади, деган хулоса келиб чиқади.

Горизонтал оқим чизиги учун (3) шарт қуйидаги кўринишга эга бўлади.



$$\frac{\rho V_1^2}{2} + P_1 = \frac{\rho V_2^2}{2} + P_2$$

яъни тезлик катта бўлган нукталарда босим кичикроқ бўлар экан.

Бернулли тенгламасини сууюқликнинг оғзи очик катта идиши тезлигидан окиб чиқиш ҳолига тадбик этайлик.

Сууюқликда бир томондаги кесими идишдаги сууюқликнинг очик сиртидан, иккинчи томондаги кесими эса

сууюқлик окиб чиқаётган тешиқдан иборат бўлган оқим найини ажратиб олайлик. Бунда ҳар бир юзадаги тезликни ва босимни бир хил деб олайлик. У ҳолда (3) тенгламанинг қуйидагича ёзиш мумкин.

$$\rho g h_1 = \frac{\rho V^2}{2} + \rho g h_2$$

Бу ерда  $V$ -тешиқдан окиб чиқиш тезлиги,  $\rho$  га қисқартириб ва  $h = h_1 - h_2$  эканлигини ҳисобга олиб

$$\frac{V^2}{2} = gh \quad \text{ва бунда} \quad V = \sqrt{2gh} \quad (5)$$

Торричелли формуласи дейилади. Шундай қилиб очик сирт остида  $h$  чуқурликда ётган тешиқ орқали сууюқликнинг окиб чиқиши тезлиги  $h$  баландликдан тушаётган исталган жисм оладиган тезликка тенг экан.

Бу ифода фақат сууюқликга тегишли. Реал сууюқликда  $V$ - сууюқликнинг қовушқоқлигига боғлиқ.

### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

- Сууюқлик идишидан окиб чиқаётганда қандай ходиса руй беришини тушунтиринг.
- Сууюқликнинг идишдан окиб чиқиши қандай параметрга боғлиқ.
- Окиб чиқаётган сууюқликга Бернулли тенгламасини қўланг.
- Бернулли тенгламасидан келиб чиқадиган баъзи бир хулосаларни айтинг.
- Идишдан окиб чиқаётган сууюқликнинг тезлиги қандай катталикларга боғлиқ.

6. Торричелли формуласини ёзинг.

**3-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Суюқликнинг идишдан оқиб чиқиши. Торричелли формуласи.

(1) 472-474 бетлар.

(2) 365-368 бетлар.

**4-асосий савол : Оқаётган суюқликда босимни ўлчаш.**

**4-асосий саволнинг мақсади.**

А. Оқаётган суюқликда босимни ўлчаш усуллари тушунтириш.

Б. Динамик ва статик босимни тушунтириш. Идентив ўқув мақсадлари :

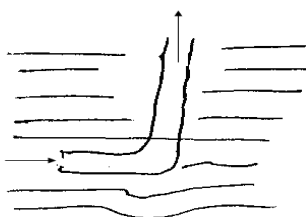
1. Оқаётган суюқликда босимни қандай ўлчашни билади.

2. Пито найини билади.

3. Динамик ва статик босимни тушунади.

**4-асосий саволнинг баёни :**

Суюқликларга унинг босимини ўлчайдиган асбоб киритсак, у суюқликнинг характерини бузиши, демак ўлчанаётган босимнинг катталигини ҳам ўзлаштириш мумкин. Суюқликга бўқилган манометрик найини тешигини оқимга қаратиб туширайлик. Бундай най *Пито найи* деб аталади.



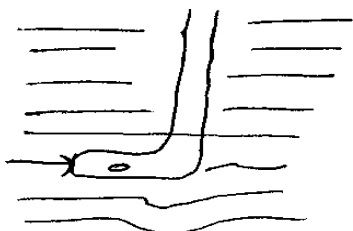
Учи билан тешигининг марказига такалувчи оқим чизиғини текширайлик.

Бернулли тенгламасига биноан тешик олдидаги босим қўшилган оқимдаги  $P$  босимдан  $\rho V^2/2$  га каттароқ бўлади. Демак Пито найи билан тушунтирилган манометр

$$P^1 = P + \frac{\rho V^2}{2} \quad (1)$$

босимни кўрсатади.

Ўлчамлиги босим ўлчамлигига тенг бўлган бу қўшилувчи *динамик босим* дейилади.  $P$  босимни эса одатда *статик босим* дейилади. Статик ва динамик босимларнинг йиғиндисидан иборат  $P^1$  босимни *тула босим* дейилади.



Агар суюқликнинг ичига ён томонларидан тешик очилган найини тушурсак, у ҳолда бундай тешиклар ёнидаги оқимнинг тезлиги тўлқин ланмаган оқимнинг тезлигидан кам фарқ қилади. Шунинг учун бундай найга уланган манометр *зонд* деб аталиб суюқликдаги статик  $P$  босимни кўрсатади. Тула ва статик босимлар маълум бўлса,  $\rho V^2/2$  динамик босимни ва демак,  $V$  оқим тезлигининг ҳам топиш мумкин. Манометрни  $V$  тезлик бирликларида даражаласак, суюқликнинг оқим тезлигини ўлчайдиган асбоб ҳосил қилишимиз мумкин.

**Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Босим қандай курилмада ўлчанади.

2. Оқаётган суюқликда босим қандай ўлчанади.

3. Пито найини тушунтиринг.

4. Пито найининг олдидаги босим нимага тенг.

5. Динамик босим деб нимага айтилади.

6. Статик босимни таърифланг.

7. Зонд суюқликда қандай босимни кўрсатади.

**4-асосий саволни узлаштириш учун мустақил ишлар.**

1. Оқаётган суюқликдаги босимни ўлчаш.

(1) 469-472 бетлар.

(2) 373-376 бетлар.

(3) 526-528 бетлар.

**5-асосий савол : Ички ишқаланиш кучлари.**

**5-асосий саволнинг мақсади.**

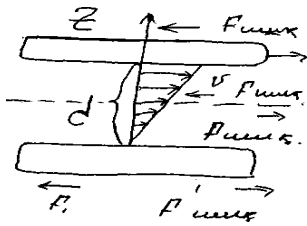
А. Ички ишқаланиш кучлари буйсинадиган қонуниятларни тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари :**

1. Суюқликларда ишқаланиш кучларини тушунади.

2. Суяқликларда ишқаланиш кучи қандай физик катталикларга боғлиқ эканлигини билади.
3. Қовушқоқлик коэффициентлари ва у қандай бирликларда ўлчанишини билади.

#### 5-асосий саволнинг баёни:



Ички ишқаланиш кучлари бўйсунадиган қонуниятларни аниқлаш учун қуйидаги тажрибани қараб чиқайлик. Суяқликка иккита бир-бирига паралел ва чизикли ўлчамлари ўлар орасидаги  $d$  масофадан анча катта бўлган пластинкала ботирилган бўлсин. Пластинкаларнинг  $V_0$  тезлигини пластинкаларнинг  $S$  юзасини ва ўлар орасидаги  $d$  масофани ўзгартириб бориб

$$F_{\text{ишқ}} = \eta S \frac{V_0}{d} \quad (1)$$

эканлигини топиш мумкин бу ерда  $\eta$  суяқликнинг табиатига ва ҳолатига боғлиқ бўлиб у ички ишқаланиш коэффициентини ёки қовушқоқлик коэффициентини дейилади. Юқоридаги пластинка ҳаракатланганда усткисига ҳам  $F_{\text{ишқ}}$  га тенг бўлган  $F_{\text{ишқ}}^1$  куч таъсир этади. Остки пластинка қўзғалмасдан қолиши учун  $F_{\text{ишқ}}^1$  кучини  $F^1$  куч билан мувозанатлашиш керак. Шундай қилиб суяқликка ботирилган иккита пластинка бир-бирига нисбатан ҳаракатланганда ўлар орасида биринчи куч билан ҳаракатланувчи ўзаро таъсир юзага келади. Агар суяқликнинг турли катламлардаги зарраларни тезлигини текширсак, у ҳолда бу тезлик пластинкага перпендикуляр бўлган йўналиш бўйлаб чизикли

$$V(z) = \frac{V_0}{d} z \quad (2)$$

қонун билан ўзгаришни топамиз. (2) га ососан

$$\frac{dV}{dz} = \frac{V_0}{d} \quad (3)$$

Бундан фойдаланиб (1) ни қуйидагича ёзиш мумкин

$$F_{\text{ишқ}} = \eta S \frac{dV}{dz} \quad (4)$$

Бу ерда  $\frac{dV}{dz}$  -тезлик градиенти бўлиб у  $z$ -ўқи бўйлаб қанчалик тез ўзгараётганини кўрсатади.

СИ системасида  $\eta$  - бирлиги қилиб  $\frac{H \cdot C}{m^2}$  белгиланган.

СГС системасида  $\eta$  - бирлиги пуаз олинади.

#### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Суяқликларда ички ишқаланиш кучини тушунтиринг.
  2. Ички ишқаланиш кучини айтиб беринг.
  3. Ички ишқаланиш кучи қандай катталикларга боғлиқ.
  4. Суяқликларда ички ишқаланиш кучининг ифодасини ёзинг.
- А. В. С.

Д. Е.

5. Қовушқоқлик коэффициентини нима.
  6. Қовушқоқлик коэффициентининг СИ даги ўлчов бирлигини ёзинг.
  7. Қовушқоқлик коэффициентининг СГС ситемадаги ўлчов бирлигини айтинг.
- А.Н. М. В. С. пуаз. Д. Е.

#### 5-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил

- (1) 476-480 бетлар.
- (3) 534-540 бетлар.

#### 6-асосий савол : Ломинар ва турбулент оқим.

#### 6-асосий саволнинг мақсади.

- А. Ломинар ва трубулент Оқимни тушунтириш.
- Б. Рейнольдес сонини тушунтириш. Идентив ўқув мақсадлари :
  1. Оқим турларини билади.
  2. Ломинар ва турбулент оқимининг таърифини билади.

3. Ренольдес сонини билади.

**6-асосий саволнинг баёни :**

Сууюқликнинг икки хил оқиши куз атилади. Баъзи холларда сууюқлик гўёки аралашмасдан бирига нисбатан сирпанаётган қатламга ажралган ҳолда оқади. Бундай оқимни Ломинар қатлам-қатлам оқим дейилади. Агар Ломинар оқимга бўялган сууюқлик оқимини киритсак у оқимни бутун уз унлиги давомида ёйилмасдан оқади, чунки сууюқликнинг зарралари Ломинар оқимда бир қатламдан бошқа қатламга ўтмайди. Ломинар оқим стационардир. Оқимнинг тезлиги ёки кундаланг ўлчамлари узгарса, оқиш характери кескин узгаради. Сууюқлик интенсив равишда аралаша бошлайди.

Бундай оқим *турбулент оқим* дейилади. Турбулент оқим ностационар бўлади. Агар турбулент оқимга рангли сууюқлик қўшилса у холда сууюқлик қушилган жойдан уз оққа бормасдан оқимни бутун кесими бўйлаб Теки с тарқалиб кетади.

Инглиз олими Рейнольдес оқиш характери ўлчамсиз

$$R_e = \frac{\rho V l}{\eta} \quad (1)$$

катталиқнинг қийматига боғлиқ эканлигини аниқлади, бу ерда сууюқлик зичлиги,  $V$ - оқимни ўртача тезлиги,  $\eta$ - сууюқликнинг қовушқоқлик коэффиценти,  $l$ - кўндаланг кесим учун характерли бўлган ўлчам, масалан кесим квадрат бўлса, квадратни тамони думолок кесим бўлса, унинг радиуси ёки диаметри.

(1) Рейнольде сони дейилади. Рейнольде сони кичик бўлганда Ломинар оқим куз атилади. Ре нинг маълум қийматидан (у критик қиймат деб аталади) бошлаб, оқим турбулент характерига эга бўлади.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2)$$

нисбат кинетик қовушқоқлик дейилади.  $\nu$ - дан фаркли равишда  $\eta$  динамик (2) фойдаланиб

$$R_e = \frac{V \cdot l}{\nu} \quad (3)$$

**Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Сууюқликларда неча хил оқим куз атилади.
2. Ломинар оқимни таърифланг.
3. Турбулент оқимни таърифланг.
4. Ломинар оқим стационарми, ностационарми?
5. Ренольдес сонини формуласини ёзинг.
6. Кинематик қовушқоқлик ифодасини ёзинг.

A.  $R_e = \frac{\rho V}{\eta l}$     B.  $R_e = \frac{\rho}{\eta l}$     C.  $R_e = \frac{\rho V l}{\eta}$     D.  $R_e = \frac{\eta}{\rho V l}$     E.  $R_e = \frac{\nu V^2 l}{\eta}$

6. Кинематик қовушқоқлик ифодасини ёзинг.

A.  $\nu = \frac{1}{T}$     B.  $\nu = \frac{\eta}{\rho}$     C.  $\nu = \frac{\rho}{\eta}$     D.  $\nu = \frac{\eta^2}{\rho}$     E.  $\nu = \eta \rho$

**6-асосий саволни узлаштриш учун мустақил ишлар.**

1. Ломинар ва турбулент оқим.

(1) 483-496 бетлар.

(2) 389-391 бетлар.

**Адабиетлар:**

1. Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981 и
2. С.П.Стрелков. Общи́й курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука. 1971 г.

## ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Оқим чизиқлари ва найларини тушунтириш. Б. Оқимнинг узлуксизлик тенгламасининг мохиятини тушунтириш. <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Оқим чизиқлари ва найларини билади. 2. Стационар оқимни тушунади. 3. Оқимнинг узлуксиз тенгламасини тушунади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Тезлик вектори, ҳажм, уринма, Баланслик, вектор, бажарилган иш, Оқим чизиқлари, узлуксизлик, оқим найлари, Қовушқоқлик, стационар, Оқим, динамик босим, Идиал суюқлик, статик босим, ишқаланиш кучлари. <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунинг қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулот давомида кўпчилилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Оқим чизиқларини тушунтириш. 2. Оқим найларини тушунтириш. 3. Стационар оқим деб нимага айтилади. 4. Ностационар оқим деб нимага айтилади.	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Якуний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 19-МАВЗУ: ТЎЛҚИНЛАР

### Маърузанинг режаси:

1. Тўлқинларнинг тарқалиши.
2. Ясси ва сферик тўлқинлар тенгламаси.
3. Тўлқин тенгламаси.
4. Тўлқинларнинг интерференцияси ва дифракцияси.

### Таянч суз ва иборалар:

Тебраниш	кундаланг	сферик тўлқин
Фазо	тўлқин уз унлиги	тўлқин слни
Зарра	тезлик	тўлқин амплитудаси
Тебраниш даври	частота	когерент тўлқинлар
Тўлқин	тўлқин фронти	интерференция
Йуналиш	тўлқин сирти	дифракция
Буйлама	ясси тўлқин	

### Мавзуга оид муаммолар

1. Идеал суюкликнинг стационар оқими. Бернулли тенгламаси.
2. Торичелли формуласи.
3. Оқим реакцияси.

### **1-асосий савол : Тўлқинларнинг тарқалиши.**

#### **1-асосий саволнинг мақсади:**

А. Тўлқинларнинг эластик мухитда тарқалишини тушунтириш.

#### **Идентив ўқув мақсадлари :**

1. Тўлқин га таъриф бера олади.
2. Тўлқин турларини билади.
3. Тўлқинларнинг эластик мухитда тарқалишини тушунади.

#### **1-асосий саволнинг баёни:**

Агар эластик (қаттиқ, суюқ ёки газ) мухитда зарралар тебранирилса, у холда зарраларнинг узаро таъсирланиши натижасида бу тебранишлар мухитда бирор  $V$  тезлик билан заррадан заррага таркала бошлайди. Тебранишларнинг фазода тарқалиш процесси *тўлқин* деб аталади.

Тўлқин тарқалаётган мухитнинг зарралари тўлқин билан биргаликда кўчмайди, улар фақат уз мувозанат ҳолатлари атрофида тебраниб туради холос. Зарраларнинг тебраниши тўлқин тарқалаётган йуналишга нисбатан қандай йуналганлигига қараб тўлқинлар буйлама ва кундаланг тўлқинларга ажратилади. Буйлама тўлқин да зарралар тўлқин тарқалаётган йуналишда тебранади. Кундаланг тўлқин да мухитнинг зарралари тўлқинлар тарқалаётган йуналишга перпендикуляр йуналишда тебранади. Механик кундаланг тўлқинлар фақат силжиш қаршилигига эга бўлган мухитда вужудга келиши мумкин. Шунинг учун суюқ ва газ ҳолатдаги мухитларда фақат буйлама тўлқинлар вужудга келиши мумкин.

Тўлқин мавжуд экан мухитнинг зарралари уз ларининг мувозанат ҳолатидан атрофида доим тебраниб туради. Турли зарралар фаза бўйича силжиган холда тебранади.

Бир-биридан  $VT$  масофада турган зарралар бир-хил фазада тебранади. Бир - хил фазада тебранаётган узаро яқин зарралар орасидаги масофа *тўлқин уз унлиги* дейилади.

Тўлқин уз унлиги равшанки тўлқиннинг бир давр ичида тарқалган масофасига тенг.

$$\lambda = VT \quad (1)$$

Бунда  $T = \frac{1}{\nu}$  билан алмаштирсак,

$$\lambda \nu = V$$

Аслида фақат  $X$  ўқи буйлаб ётган зарраларгина тебранмасдан бирор ҳажмдаги зарралар тўплами тебранади. Тўлқин процесс тебраниш манбаидан тарқалиб фазонинг янги-янги қисмларини эгаллай боради. Тебранишлар вақтнинг  $t$  моментига етиб келган нуқталарнинг геометрик ўрни тўлқин фронти деб аталади.

Тўлқин фронти фазонинг тўлқин процесси тарқалган қисмидан тебранишлар хали юзага келмаган қисмини ажратиб турувчи сиртдан иборат.

Бир-хил фазода тебранувчи нуқталарнинг геометрик ўрни тўлқин сирти деб аталади. Тўлқин сиртини фазонинг тўлқин процесси булаётган иеталган нуқтаси орқали утказиш мумкин. Демак вақтнинг ҳар-бир моментига битта тўлқин фронти мос келса, тўлқин сиртлари кўп бўлар экан. Тўлқин сиртлари ҳаракатланмайди. Тўлқин фронти доим кучиб юради.

Тўлқин сиртлари иеталган шаклда булиши мумкин. Энг содда холда Теки слик ва сферик шаклда булиши мумкин. Бу ҳолларда мос равишда ёки сферик тўлқин дейилади. Ясси тўлқинда тўлқин сиртлари бир-бирига параллел тексликлардан, сферик тўлқинда эса концентрик сфералардан иборат бўлади.

### **Муҳокама учун саволлар**

1. Стационар оқим деб қандай оқимга айтилади ?
2. Бернулли тенгламаси нимани ифодалайди ?
3. Бернулли тенгламаси динамиканинг қандай қонунларини натижаси ?
4. Торичелли формуласи нимани курсатади ?



5. Статик босимларни қандай улчаш мумкин ?
6. Динамик ва тулик босимларни қандай улчаш мумкин ?
7. Оқим реакциясини юзага келиши қандай ?
8. Бернулли тенгламасини чиқаришда қандай чекланишларга амал қилинди ?
9. Бернулли тенгламаси реал суюкликлар учун ҳам туғрими?
10. Эгилган найдан чиқувчи суюклик реакцияси нимага тенг ?

#### Назорат топшириқлари Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Тўлқинни таърифлаб беринг.
2. Тўлқиннинг ҳосил бўлиш табиатини тушунтиринг.
3. Кундаланг тўлқин деб нимага айтилади.
4. Бўйлама тўлқинни таърифланг.
5. Тўлқин сирти ва тўлқин фронтини тушунтиринг.
6. Тўлқин тезлигининг тўлқин уз унлик қиймати ва даври (частота) га боғлиқ формуласини ёзинг.

#### 1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:

1. Тўлқинлар ва уларнинг тарқалиши.
- (1) 413-430 бетлар
- (2) 482-488 бетлар

#### 2-асосий савол: Ясси ва сферик тўлқинлар тенгламаси.

##### 2-асосий саволнинг мақсади:

- А. Ясси тўлқин тенгламасини тушунтириш.
- Б. Сферик тўлқин тенгламасини тушунтириш. Идентив ўқув мақсадлари:
1. Ясси тўлқин тенгламасини билади.
2. Сферик тўлқин тенгламасини тузинг.
3. Тўлқин сонини тушунади.

##### 2-асосий саволнинг баёни:

Тебранаётган нуқтанинг силжишининг унинг  $x, y, z$  координаталари ва  $t$  нинг функцияси сифатида ифодаловчи тенглама.

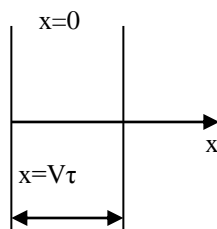
$$\xi = \xi(x, y, z, t) \quad (1)$$

тўлқин тенгламаси деб аталади. (1) функция  $t$  га нисбатан ҳам  $x, y, z$  даврий бўлиши керак.

Тебранишлар гармоник ҳарактерга эга деб фараз қилиб, ясси тўлқин учун  $\xi$  функциянинг кўринишини топайлик. Масалани соддалаштириш учун координата ўқларини  $X$  ўқи тўлқиннинг тарқалиш йуналиши билан устма-уст тушадиган қилиб йуналтирамиз. У вақтда тўлқин сиртлари ўққа перпендикуляр бўлади ва тўлқин сиртининг барча нуқта бир хил тебранганлиги учун  $\xi$  фақат  $x$  билан  $t$  га боғлиқ бўлади.

Фараз қилайлик  $x=0$  тексликда ётувчи нуқталарнинг тебраниши қуйдаги кўринишга эга бўлсин.

$$\xi = a \cos \omega t$$



Нуқталарнинг  $X$  ихтиёрий қийматига тегишли текисликдаги тебранишларини кўринишини топайлик. Тўлқин  $x=0$  текислик билан бу Теки слик орасидаги йулни ўтиши учун  $\tau$  вақт керак. Бу ерда  $V$ - тўлқиннинг тарқалиш тезлиги. Демак  $X$  Теки сликда ётувчи нуқталарнинг тебраниши  $x=0$  Теки сликда ётган зарраларнинг тебранишида вақт бўйича  $\tau$  га орқада қолади, яъни қуйдаги кўринишга эга бўлади.

$$\tau = \frac{x}{V}$$

$$\xi(x, t) = a \cos \omega(t - \tau) = a \cos \omega(t - \frac{x}{V}) \quad (2)$$

Шундай қилиб ясси тўлқин тенгламаси қуйдагича ёзилади.

$$\xi = a \cos \omega(t \pm \frac{x}{V})$$

Ясси тўлқин тенгламасига  $t$  ва  $x$  га нисбатан симметрик кўриниш бериш мумкин. Бунинг учун тўлқин сони деб аталувчи  $k$  катталикни киритамиз.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (3)$$

$\lambda = V \cdot T$  (3) дан тўлқин сони айланиш частотаси  $\omega$  ва тўлқиннинг фаза тезлиги  $V$  орасида қуйидаги муносабат бор деган хулоса чиқади.

$$V = \frac{\omega}{k} \quad (4)$$

(2) да  $V$  нинг унинг (4) қиймати билан алмаштириб ва қавс ичига  $\omega$  ни киритиб, ясси тўлқин учун қуйдаги кўринишдаги тенгламани топамиз.

Ҳар қандай реал тўлқин манбаи бирор чекли ўлчамга эга бўлади. Бироқ агар манбага нисбатан унинг ўлчамларидан анча катта масофаларда содир бўладиган тўлқин процессларни текшириш билан чегаралансак, у ҳолда манбани нуқтавий деб қаритишимиз мумкин.

Агар тўлқиннинг барча йуналишлар бўйлаб тарқалиш тезлиги бир хил бўлса, у ҳолда нуқтавий манба ҳосил қилаётган тўлқин сферик бўлади. Фараз қилайлик, манбанинг тебранишлари фазаси  $\omega t$  га тенг бўлсин. У вақтда  $r$  радиусли тўлқин сиртда ётувчи нуқталар  $\omega(t - \frac{r}{V})$  фаза билан

тебранади. Тўлқин  $r$  йўлни ўтиши учун  $\tau = \frac{r}{V}$  вақт керак бўлади.

Бу ҳолда тебранишлар амплитудаси, ҳатто тўлқин энергияси муҳит томонидан ютилмаса ҳам, ўзгаришсиз қолмайди. Манбадан узоқлашган сари  $\frac{1}{r}$  қонуният билан камай боради. Демак, сферик тўлқин тенгламаси қуйидагича кўринишга эга бўлар экан.

$$\xi = \frac{a}{r} \cos \omega(t - \frac{r}{V}) \quad (6)$$

Бу ерда  $a$  - ўзгармас катталик бўлиб, унинг қиймати манбадан бирлик масофадаги амплитудага тенг. Шунинг эслатиб ўтиш мумкин. (6) тенглама манбанинг ўлчамларидан анча катта бўлган  $r$  лар учунгина тўғри. Энди  $x, y, z$  координата ўқлари билан  $\alpha, \beta, \gamma$  бурчак ҳосил қилувчи йуналишда тарқалувчи ясси тўлқин тенгламасини топайлик.

Координата бошидан ўтувчи текисликдаги тебранишлар кўринишга эга.

$$\xi = a \cos \omega t \quad (7)$$

Координата бошидан  $l$  масофада ётган тўлқин сиртини курайлик.

Бу текисликдаги тебранишлар (7) даги тебранишлардан  $\tau = \frac{l}{V}$  фарқ қилади.

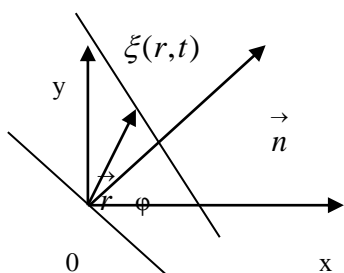
$$\xi = a \cos(\omega t - \frac{\omega}{V} \vec{n} \cdot \vec{r}) \quad (8)$$

$$\vec{n} \cdot \vec{r} = r \cos \varphi = l \quad (9)$$

$l$  нинг ифодасини (8) га қуйиб ва  $\omega$  ни қуйидагини топамиз.

$$\xi = a \cos \omega(t - \frac{l}{V}) \quad (10)$$

бу ерда  $\frac{\omega}{V} = k$  тенг. Модули  $k = 2\pi / \lambda$  тўлқин сонига тенг бўлган ва тўлқин сиртининг нормали



бўйлаб йуналган

$$\vec{k} = k \vec{n} \quad (11)$$

вектор тўлқин вектори дейилади.  
У ҳолда (10)

$$\xi = a \cos(\omega t - \vec{k} \vec{r}) \quad (12)$$

$$\vec{k} \vec{r} = k_x x + k_y y + k_z z$$

У вақтда ясси тўлқин тенгламаси қуйидаги кўринишга келади.

$$\xi = a \cos(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z) \quad (13)$$

Бу ерда  $k_x = \frac{2\pi}{\lambda} \cos \alpha$   $k_y = \frac{2\pi}{\lambda} \cos \beta$   $k_z = \frac{2\pi}{\lambda} \cos \gamma$

**Назорат топшириқлари. Б. Блум таксономияси. Категория.**

1. Ясси тўлқинни тушунтиринг.
2. Ясси тўлқин тенгламасини ёзинг.
3. Сферик тўлқинни тушунтиринг.
4. Сферик тўлқин тенгламасини ёзинг.
5. Тўлқин сони нима.
6. Тўлқин векторни тушунтиринг.

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Ясси ва сферик тўлқин тенгламаси.
- (2) 489-491 бетлар.
- (3) 676-687 бетлар.

**3-Асосий савол. Тўлқин тенгламаси:**

**3-асосий саволнинг мақсади:**

А. Тўлқин тенгламасини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Тўлқин тенгламасини билади.
2. Лаплас операторини тушунади.
3. Тўлқин тенгламасини келтириб чиқара олади.

**3-асосий саволнинг баёни:**

Тўлқин тенгламасини топиш учун ясси тўлқин ни ифодаловчи

$\xi(r, t) = a \cos(\omega t - \vec{k} \vec{r})$  ва  $\xi(x, y, z, t) = a \cos(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z)$  функциянинг координаталар ва вақт бўйича иккинчи тартибли хусусий ҳосилаларни таққослаймиз.

$$\frac{d^2 \xi}{dt^2} = -\omega^2 a \cos(\omega t - \vec{k} \vec{r}) = -\omega^2 \xi \quad (1)$$

$$\frac{d^2 \xi}{dx^2} = -k_x^2 a \cos(\omega t - \vec{k} \vec{r}) = -k_x^2 \xi$$

$$\frac{d^2 \xi}{dy^2} = -k_y^2 a \cos(\omega t - \vec{k} \vec{r}) = -k_y^2 \xi \quad (2)$$

$$\frac{d^2 \xi}{dz^2} = -k_z^2 a \cos(\omega t - \vec{k} \vec{r}) = -k_z^2 \xi$$

(2) ни узаро қўшамиз

$$\frac{d^2 \xi}{dx^2} + \frac{d^2 \xi}{dy^2} + \frac{d^2 \xi}{dz^2} = -(k_x^2 + k_y^2 + k_z^2) \xi = -k^2 \xi \quad (3)$$

(1) ва (3) ни таққосласак

$$\frac{d^2 \xi}{dx^2} + \frac{d^2 \xi}{dy^2} + \frac{d^2 \xi}{dz^2} = \frac{k^2}{\omega^2} \frac{d^2 \xi}{dt^2}$$

$V = \frac{\omega}{k}$  эканлигидан  $\frac{k^2}{\omega^2} = \frac{1}{V^2}$  эканлигини этиборга олсак

$$\frac{d^2 \xi}{dx^2} + \frac{d^2 \xi}{dy^2} + \frac{d^2 \xi}{dz^2} = \frac{1}{V^2} \frac{d^2 \xi}{dt^2} \quad (4)$$

ёки

$$\Delta \xi = \frac{1}{V^2} \frac{d^2 \xi}{dt^2} \quad (4a)$$

бу ерда  $\Delta = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}$  -Лаплас оператори дейилади.

Шундай қилиб (4) ифода биз қидираётган тўлқин тенгламасининг ўзгинасидир.

### Назорат топшириқлари. Б. Блум таксономияси. Категория.

1. Тўлқин тенгламасини ёзинг.

2. Денгиздан тўлқин дунгликлари орасидаги масофа 5 м, Катернинг тўлқинга қарши ҳаракатида 1 с да катер корпусига 4 марта тўлқин урилди. Тўлқин билан бир йуналишда ҳаракатланганда эса 2 марта урилди. Катернинг ва тўлқиннинг тезликларини топинг.

3. Товуш тўлқинининг иккита нуқтасидан манбагача бўлган масофалар айирмаси 25 см тебранишлар частотаси 680 Гц. Бу икки нуқта қўллай тебранишлари фазаларининг айирмасини аниқланг. Товуш тезлигини 340 м/с деб олинг.

4. Лаплас операторини ёзинг.

### 3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:

1. Тўлқин тенгламаси.

(2) 495-498 бетлар.

### 4-Асосий савол: Тўлқинлар интерференцияси ва дифракцияси.

#### 4-асосий саволнинг мақсади:

Тўлқинлар интерференцияси ва дифракциясини тушунтириш.

#### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Тўлқинларнинг кушилиши супер позиция принципини тушунади.

2. Интерференция ва дифракция ходисасини тушунади.

3. Интерференциянинг максимум ва минимум шартларини билади.

#### 4-Асосий саволнинг баёни:

Агар мухитда бир вақтда бир нечта тўлқин тарқалаётган бўлса, у ҳолда мухит зарраларининг тебраниши зарраларнинг ҳар бир тўлқин алохида-алохида тарқалган вақтдаги тебранишларнинг геометрик йигиндисидан иборат бўлар экан. Бундай кушилиш супер позиция принципи дейилади.

Агар мухитнинг ҳар бир нуқтасидаги айрим-айрим тўлқинлар юзага келтирган тебранишларнинг фазалари фарқи узгармас ва бир хил частотага эга бўлса бундай тўлқинлар когерент тўлқинлар деб аталади. Когерент тўлқинлар кушилган вақтда интерференция ходисаси юз беради. Бу ходиса шундан иборатки, тебранишларнинг баъзи нуқталарида бир-бирини кучайтурса, бошқа нуқталарда заифлаштиради. Фазалар фарқи ўзгармас бўлган  $O_1$  ва  $O_2$  нуқтавий манбалар тарқатаётган иккита тўлқинни текширайлик. Тўлқинларнинг ҳар бири ҳосил қилаётган тебранишларнинг иккаласи ҳам бир хил йуналишга эга (бунинг учун тўлқин манбалари орасидаги масофа манбалардан берилган нуқтагача бўлган масофадан анча кичик бўлиши ёки тебранишларнинг йуналиши манба билан берилган нуқтада ётган текисликка перпендикуляр бўлиши керак) деган шарт билан мухитнинг бирор нуқтасидаги натижавий тебранишни топайлик.

$$\xi_1 = a_1 \cos(\omega t + \alpha_1 - kr_1)$$

$$\xi_2 = a_2 \cos(\omega t + \alpha_2 - kr_2)$$

Бу ерда  $a_1$  ва  $a_2$  тўлқинларнинг текширилаётган нуқтадаги амплитудалари,  $k$  -тўлқин сони,  $r_1$  ва  $r_2$  -тўлқин манбаларидан берилган нуқтагача бўлган масофа.

Қуйидаги шарт билан аниқланадиган тебранишлар бир-бирини кучайтиради.

$$k(r_1 - r_2) - (\alpha_1 - \alpha_2) = \pm 2\pi (n = 0.1.2...) \quad (1)$$

ва натижави ҳаракат  $\omega$  частотали ва  $(a_1+a_2)$  амплитудали гармоник тебранишдан иборат бўлмайди. Қуйидаги

$$k(r_1 - r_2) - (\alpha_1 - \alpha_2) = \pm 2\pi(n + \frac{1}{2}) (n = 0.1.2...) \quad (2)$$

шартни қаноатлантирадиган нуқталарда эса тебранишлар бир-бирини заифлаштиради. Тўлқинлар ўз йулида тўсиққа учраса уни айланиб ўтади. Бу ҳодиса дифракция дейилади.

**Назораттопшириқлари. Б. Блум таксономияси. Категория.**

1. Суперпозиция принципини тушунтиринг.
2. Когерент тўлқинларни таърифланг.
3. Интерференция ҳодисасини тушунтиринг.
4. Дифракция ҳодисасини тушунтиринг.
5. Интерференциянинг максимум шартини айтинг.
6. Интерференциянинг минимум шартини айтинг.

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Тўлқинларнинг интерференцияси ва дифракцияси.
- (2) 499-502 бетлар.
- (3) 709-718 бетлар.

**Адабиетлар:**

1. Д.В.Сивухин. Умумий физика курси. Механика. Тошкент. Ўқитувчи. 1981 и
2. С. П.Стрелков. Общ. курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С.Э.Хайкин. Физические основы Механики. Москва. Наука. 1971 г.

**Тўлқинлар мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг  
ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ**

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
<b>1-босқич</b>	<b>Дарс мақсади:</b> А. Тўлқинларнинг эластик муҳитда тарқалишини тушунтириш <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Тўлқин га таъриф бера олади. 2. Тўлқин турларини билади. 3. Тўлқинларнинг эластик муҳитда тарқалишини тушунади.	<b>Ўқитувчи</b>	
<b>2-босқич</b>	<b>Асосий тушунчалар</b> Тебраниш, кундаланг, сферик тўлқин, Фазо, тўлқин узунлиги, тўлқин спини, Зарра, тезлик, тўлқин амплитудаси, Тебраниш даври, частота, когерент тўлқинлар, Тўлқин, тўлқин фронти, интерференция <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	<b>Ўқитувчи талаба</b>	
<b>3-босқич</b>	<b>Гуруҳда ишлаш</b> 1. Мавзунини қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштиришини йўлга қўйиш. 2. Талаларнинг фаоллигини ошириш. 3. Бир машғулоти давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш. 4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш. 5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.	<b>Ўқитувчи</b>	
<b>4-босқич</b>	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> 1. Тўлқинни таърифлаб беринг. 2. Тўлқиннинг ҳосил бўлиш табиатини тушунтиринг.	<b>Ўқитувчи талаба</b>	

	3. Кундаланг тўлқин деб нимага айтилади. 4. Буйлама тўлқинни таърифланг. 5. Тўлқин сирти ва тўлқин фронтини тушунтиринг.		
<b>5-босқич</b>	<b>Якуний хулосалар чикариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>• Ўз фикрини равон баён қилаолади.</li> <li>• Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

## 20-МАВЗУ: ТОВУШ ТЎЛҚИНЛАРИ. ДОППЛЕР САМАРАСИ.

### Маърузанинг режаси:

1. Товуш тўлқинлари. Товуш тезлиги.
2. Товушнинг баландлиги, катталиги ва босими.
3. Ультратовуш.
4. Допплер самараси.

### Таянч суз ва иборалар:

Товуш	акустик спектр	чизиқли акустик спектр
Товуш тўлқинлари	туташ спектр	товушнинг баландлиги
Товуш тезлиги	мусликий тон	товушнинг қаттиқлиги
Товуш частотаси	инфратовуш	товушнинг босими
Ультратовуш	акустика	товушнинг утказувчанлиги
Эластик мухит	вакуум	магнитострикция
Обертонлар	пьезоэффект	

### 1-асосий савол: Товуш тўлқинлари. Товуш тезлиги.

#### 1-асосий саволнинг мақсади:

- А. Товуш тўлқинларини тушунтириш.
- Б. Товуш тезлигини тушунтириш.

### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Товуш тўлқинларини билади.
2. Товушнинг хавода тарқалишини тушунади.
3. Товушнинг тезлигини билади.

### 1-асосий саволнинг баёни:

Агар мухитда тарқалаётган тўлқинларнинг частотаси 20 Гц дан 20000 Гц оралигида бўлса, бундай тўлқинларни инсон кулоғи эшитади. Шунинг учун частотаси ана шу кўрсатилган чегарада ётган исталган мухитдаги эластик тўлқинлар товуш тўлқинлари ёки товуш деб аталади.

Частотаси 20 Гц дан кичик бўлган тўлқинларни инфратовуш частотаси 20 000 Гц дан катта бўлган тўлқинларни эса ультратовуш деб аталади. Инфра ва ультратовуш деб аталади. Инфра ва ультратовушларни инсон кулоғи эшитмайди. Физиканинг товуш ходисаларини урганадиган булимга *акустика* дейилади.

Ҳар қандай тебранувчи жисм товуш манбаи булиши мумкин. Товуш тебранишлари эластик мухит орқали уз атилади. Буни қуйидаги тажриба орқали исботлаш мумкин.

Хаво насоси копкоғи остита электр кунгирогини урнатиб, уни ҳаракатга келтирайлик. Қопқоқ остида хаво бўлганда кунгирокдан чиқаётган товуш аниқ эшитилади. Қопқоқ остидаги хавони аста-секин суриб олинган сари товуш заифлашади ва хаво батомом сийаклашганда (вакуум бўлганда) гарчи кўнғирок ишлаб турса ҳам, ҳеч қандай товуш эшитилмай қолади. Бундан товуш тўлқинлари мухитда тарқалади, вакуумда эса тарқалмайди деган хулосага келамиз. Шундай қилиб, биз товушни эшитишимиз учун

1. Товуш манбаи булиши;
2. Товуш манбаи билан кулоқ орасида эластик мухит мавжуд булиши ;
3. Товуш манбаининг частотаси 20-20 000 Гц оралигида булиши керак.

Ҳар қандай моддада товуш маълум тезлик билан тарқалади, унинг тарқалиш тезлиги  $V = \frac{S}{t}$  формула билан аниқланади, бу ерда  $S$  товушнинг  $t$  вақт оралиғида ўтган масофаси.

Товушнинг тарқалиш тезлиги муҳитнинг хоссаларига ва температурага боғлиқ бўлади. Муҳитнинг эластиклиги ва зичлиги қанча катта бўлса, товушнинг тарқалиш тезлиги шунча катта бўлади. Ўлчашлар  $0^\circ \text{C}$  ( $273^\circ \text{K}$ ) температура ва атмосфера босимида ҳавода товушнинг тарқалиш тезлигига тенг  $332 \text{ м/с}$  га эканлигини кўрсатади. Товуш тезлиги температура ортиши билан орта боради.

Суюқликларда товушнинг тарқалиш тезлиги газлардагидан катта, қаттиқ жисмларда эса суюқликлардагидан катта бўлади. Масалан сувдаги тезлиги  $1450 \text{ м/с}$  га, пулатда эса  $5000 \text{ м/с}$  га тенг.

### **Назорат топшириқлари. Б. Блум таксономияси. Категория.**

1. Товуш деб нимага айтилади.
2. Товуш турларини айтиб беринг.
3. Акустик тебранишлар деб нимага айтилади.
4. Товуш тўлқинлари ҳавода қандай тарқалади.
5. Товуш вакуумда нима учун тарқалмайди.
6. Товушнинг тарқалиш тезлиги нимага боғлиқ.
7. Товушнинг ҳавода тезлиги нечага тенг.
8. Товушнинг пулатда тезлиги нимага тенг.

### **1-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Товуш тўлқинлари ва тезлиги.
- (2) 514-518 бетлар.

### **2-асосий савол: Товушнинг баландлиги, Қаттиқлиги ва босими.**

#### **2-асосий саволнинг мақсади:**

- А. Товушнинг баландлигини тушунтириш.
- Б. Товушнинг Қаттиқлиги ва босими ва босими нимага боғлиқ эканлигини тушунтириш.

#### **Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Товушнинг баландлигини тушунади.
2. Товушнинг акустик спектрини билади.
3. Товушнинг Қаттиқлиги ва босимини билади.

### **2-асосий саволнинг баёни:**

Ҳар қандай реал товуш оддий гармоник тебраниш эмас, балки маълум частоталар тўпламига эга бўлади. Берилган товушда иштирок этувчи тебранишлар частоталари тўплами товушнинг *акустик спектри* деб аталади. Агар товушда  $\nu_1$  дан  $\nu_2$  гача интервалдаги барча частотага эга бўлган тебранишлар иштирок этаса, у ҳолда спектр *тўтаиш спектр* дейилади.

Агар товуш  $\nu_1 \nu_2 \nu_3 \nu_4$  ва х. к. дискрет, яъни бир-биридан чекли интерваллар билан ажратилган частотали тебранишлардан ташкил топган бўлса, *чизиqli акустик спектр* дейилади.

Тайинли бир частотали товуш *тон* деб аталади. Товушлар бир-биридан қаттиқлиги ва баландлиги билан фарқ қилади.

Товушларнинг қаттиқлиги тебраниш амплитудасига боғлиқ бўлади. Тебраниш амплитудаси қанча катта бўлса товуш шунча қаттиқ бўлади. Масалан камертон шохига болгача билан қанча лик кучли зарба берилса, камертон шунчалик қаттиқ овоз чиқаришини эшитамиз, чунки кучли зарба таъсирида катта амплитудали тебранишлар юзага келади.

Товушнинг баландлиги тебраниш частотасига боғлиқ. Тебраниш частотаси қанча лик юқори бўлса, товуш шунчалик баланд ҳисобланади. Энг кичик  $\nu_1$  частотали гармоник тебраниш асосий тондан ташқари юқори  $\nu_1$  ва  $\nu_3$  ҳаказо частотали гармоник тебранишлар *обертонлар* деб аталади.

Турли манбалардан чиқаётган товушларнинг туси турлича бўлади, яъни товушлар бир-биридан тембри билан фарқ қилади. Товушнинг тембри обертонларининг бўлиши ва уларнинг қаттиқлигига боғлиқ бўлади.

**Назорат топшириқлари. Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Товушнинг баландлиги нималарга боғлиқ.
2. Товушнинг акустик спектрини айтиб беринг.
3. Туташ спектр деганда нимани тушунаси.
4. Товушнинг чизик ли спектрини тушунтиринг.
5. Товушнинг қаттиқ лиги нимага боғлиқ.
6. Товушнинг босимини тушунтиринг ва у қандай бирликларда улчанади.

**2-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**

1. Товушнинг баландлиги, қаттиқлиги ва босими.  
(2) 519-521 "бетлар.

**3-асосий савол: Ультратовуш.****3-асосий саволнинг мақсади:**

Ультратовушни ва унинг қўлланилишини тушунтириш.

**Идентив ўқув мақсадлари:**

1. Ультратовушни таърифлай олади.
2. Пьезоэффектни тушунади.
3. Магнитостракцияни билади.

**3-асосий саволнинг баёни:**

Ультратовуш тўлқинларининг частотаси 20 кГц дан юкори бўлгани туфайли бу тўлқинлар товуш тўлқинларига нисбатан қисқадир. Масалан частотаси 350 кГц бўлганда хавода ультратовуш тўлқининг уз унлиги 1 мм чамасида, частота 3 мГц бўлганда эса тўлқин уз унлиги 0, 1 мм чамасида бўлади. Хавода товуш тўлқинларининг уз унлиги 15 м дан 15 мм гача ораликда ётади. Суюқлик ва қаттиқ мухитларда тўлқин уз унлиги яна ҳам катта.

Хозирги вақтда ультратовуш тўлқинларини яратиш учун асосан иккита ходиса, тескари пьезоэлектрик эффект ва магнитострикция ходисаларидан фойдаланилади. Тескари пьезоэлектрик эффект шундан иборатки, баъзи бир кристалларда маълум усул билан кесиб линган пластинка электр майдон таъсирида деформацияланади. Ана шундай ластинкали згарувчан кучланиш берилган металл копламалари орасига ойлаштирсак, пластинканинг мажбурий Механик тебранишлари юзага келади. Агар электр кучланишининг ўзгариш частотаси пластинканинг уз гарувчан кучланиш берилган металл копламалари орасига жойлаштирсак, пластинканинг мажбурий Механик тебранишлари юзага келади. Агар электр кучланишининг уз гариш частотаси пластиканинг хусусий тебранишлари частотасига мос келса, тебранишлар интенсивлашади. Шундай пластинка туташ мухитда жойлаштирилган бўлса тебранишлар мухитга берилиб, унда ультратовуш тўлқинларни уйғотади. Магнитостракция эса магнит майдон таъсири ферромагнит моддаларда юз берадиган шунга ўхшаш ходисадир. Ультратовуш тўлқинлари инсон фаолиятининг турли-туман сохаларида кенг ишлатилади. Масалан ультратовуш тўлқинлари илмий тадқиқот ишларида, модданинг хоссаларини ўрганиш мақсадида, сувда лакация ишлари олиб боришда, яъни предметларни топиш ва уларгача бўлган масофани аниқлашда ва бошқа купгина мақсадларда кулланилади. Ультратовушнинг биологик ва физиологик таъсирлари ҳам бор. Бунда медицинада даволаш мақсадида сут махсулотларини ва дори дармонларни стерилизация қилишда кишлоқ хужалигида богда усимликларнинг уруглари тез ундириб олиш ва хосилдорлигини оширишда ва х. к. мақсадларда кенг фойдаланилади.

**Назорат топшириқлари. Б. Блум таксамонияси. Категория.**

1. Ультратовушни таърифланг.
2. Ультратовуш бошқа товушдан қандай фарқланади.
3. Пьезоэффектни тушунтиринг.
4. Магнитостракцияни тушунтиринг.
5. Ультратовуш каерларда кулланилади.
6. Улўрачовуш медицина ва кишлоқ хужалигида қандай мақсадларда кулланилади.

**3-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:**



Ультратовуш ва унинг кулланилиши.  
(2) 522-523 бетлар.

#### 4-асосий савол: Доплер эффекти.

##### 4-асосий шолшиг мақсади:

Доплер эффектни тушунтириш.

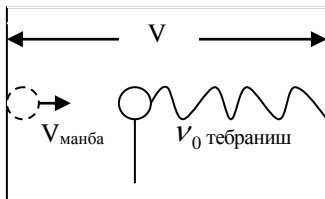
##### Идентив ўқув мақсадлари:

1. Доплер эффектни тушунади.
2. Манба ҳаракатланганда унинг тўлқин узунлиги қандай бўлишини билади.
3. Приёмник ҳаракатланганда тўлқин узунлиги нимага боғлиқ эканлигини тушунади.

##### 4-асосий саволнинг босни:

Фараз қилайлик, эластик мухитда тўлқин манбадан бирор масофадан мухитнинг тебранишларини сезувчи курилма жойлаштирилган бўлсин. Биз уни приёмник деб атаймиз. Тўлқин манба билан приёмник тўлқин таркатаётган мухитга нисбатан қўзғалмас, у ҳолда приёмник қабул қилаётган тўлқиннинг частотаси манбанинг  $\nu_0$  тебраниш частотасига тенг бўлади. Агар манба ёки приёмник, бўлмаса иккаласи ҳам мухитга нисбатан ҳаракатланаётган бўлса у вақтда приёмник қабул қилаётган частота  $\nu_0$  дан фарқ қилиши мумкин. Бу ҳолда Доплер эффекти деб юритилади. Агар манба қўзғалмасдан  $\nu_0$  частота билан тебранаётган бўлса у ҳолда манба  $\nu_1$  тебраниш бажараётган моментда биринчи тебраниш яратган тўлқинни қирраси мухитда  $V t$  йўл ўтишга улгиради ( $V$  - тўлқиннинг мухитга нисбатан тарқалиш тезлиги). Демак манба бир секунд ичида яратган  $\nu_0$  "қирра" билан "чуқурчалар"  $V t$  узунликда жойлашади.

Бордию, манба мухитга нисбатан  $V_M$  тезлик билан ҳаракатланса у вақтда манба  $\nu_0$  тебранишнинг бажараётган моментга келиб биринчи тебраниш яратган "қирра" манбадан  $V - V_M$  масофада бўлади.



Демак узунликда  $\nu_0$ -дона қирра Чуқурчалар жойлашади. Шунинг учун тўлқиннинг ўз узлиги қуйидагига тенг бўлади. Агар приёмник  $V_{np}$  тезлик билан ҳаракатланса, у ҳолда бир секундга тенг вақт оралиғи охирига келиб, у шу вақт оралиғининг бошида унинг ҳозирги ҳолатидан  $V$  масофада турган "чуқурчани" қабул қилади. Шундай қилиб, приёмник бир секундда  $V + V_{np}$  узунликка сиғадиган «қирралар» ва чуқурчаларга тегишли сондаги тебранишларни қабул қила олади. Ва қуйидагича частота билан тебранади.

$$\lambda = \frac{V - V_M}{\nu_0} \quad (1)$$

$$\nu = \frac{V + V_{np}}{\lambda} \quad (2)$$

(2) га  $\lambda$  нинг (1) ифодасини қўйиб қуйидагини топамиз.

$$\nu = \nu_0 \frac{V + V_{np}}{V - V_M} \quad (3)$$

(3) га биноан приёмник билан манба улар орасидаги масофа кискардиган қилиб ҳаракатланганда приёмник қабул қиладиган частота у манбанинг  $\nu_0$  частотасидан катта бўлади. Агар манба билан приёмник орасидаги масофа ортса,  $\nu$  частота  $\nu_0$  дан кичик бўлади.

##### Назорат топшириқлари. Б. Блум таксамонияси. Категория.

1. Доплер эффектни таърифлаш.
2. Доплер эффектни тушунтириш.
3. Манба ҳаракатида тўлқин узунлиги нимага боғлиқ бўлади.
4. Приёмник тўлқин узунлигининг ҳаракатланаётган ифодасини ёзинг.
5. Манба билан приёмник орасидаги масофалар кискарса частоталар қандай ўзгаради.

##### 4-асосий саволни ўзлаштириш учун мустақил ишлар:

(3) 731-733 бетлар.

### Адабиётлар:

1. Д. В. Сивухин. Умумий физика курси. Механка. Тошкент. Ўқитувчи. 1981
2. С. П. Стрелков. Общий курс физики. Механика. Москва. Наука. 1975 г.
3. С. Э. Хайкин. Физические основы механики. Москва. Наука. 1971 г.

## Товуш тўлқинлари. Допплер самараси мавзуси бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	<b>Дарс мақсади:</b> А. Товуш тўлқинларини тушунтириш. Б. Товуш тезлигини тушунтириш. <b>Идентив ўқув мақсадлари:</b> 1. Товуш тўлқинларини билади. 2. Товушнинг ҳавода тарқалишини тушунади. 3. Товушнинг тезлигини билади.	Ўқитувчи	
2-босқич	<b>Асосий тушунчалар</b> Товуш, акустик спектр, чизикли акустик спектр, Товуш тўлқинлари, туташ спектр, товушнинг баландлиги, Товуш тезлиги, мусикий тон, товушнинг қаттиқлиги, Товуш частотаси, инфратовуш, товушнинг босими, Ультратовуш, акустика, товушнинг утказувчанлиги <b>Дарс шакли:</b> Маъруза <b>Воситалар</b> Намойиш воситалари, электроскоп, электрометр, плакатлар, тақдимотлар <b>Метод ва усуллар</b> Оғзаки баён, мунозара, тақдимот, муаммоли саволар, блиц сўров.	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	<b>Гуруҳда ишлаш</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мавзунинг қисқа вақт ичида талабалар томонидан ўзлаштирилиши йўлга қўйиш.</li> <li>2. Талаларнинг фаоллигини ошириш.</li> <li>3. Бир машғулот давомида кўпчилик талабаларни баҳолаш.</li> <li>4. Талабалар томонидан ёзма ахборотни мустақил ўрганиш уни хотирада сақлаш.</li> <li>5. Савол беришга ва унга жавоб беришга ўрганиш.</li> </ol>	Ўқитувчи	
4-босқич	<b>Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Товуш деб нимага айтилади.</li> <li>2. Товуш турларини айтиб беринг.</li> <li>3. Акустик тебранишлар деб нимага айтилади.</li> <li>4. Товуш тўлқинлари ҳавода қандай тарқалади.</li> <li>5. Товуш вакуумда нима учун тарқалмайди.</li> </ol>	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	<b>Яқиний хулосалар чиқариш.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Талаба матн билан дарсликдан мустақил ишлашни ўрганади.</li> <li>• Ўз фикрини раво баён қилаолади.</li> <li>• Ўз фикрини ва гуруҳ фикрини таҳлил қилиб бир ечимга келади.</li> </ul>		

### №9 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

**Мавзу:** Товушнинг ҳавода тарқалиш тезлигини, тўлқин узунлигини ва ҳаво устуннинг хусусий тебраниш частотасини аниқлаш.

**Ишнинг мақсади:** Тебранма ҳаракат ва товуш тўлқинлари ҳақидаги назарий билимлари мустахкамлаш ҳамда товушнинг тўлқин узунлигини ва тарқал иш тезлигини тажрибада аниқлаш.

**1-машқ.** Товушнинг ҳавода тарқалиш тезлигини ва ҳаво устуннинг хусусий тебраниш частотасини аниқлаш.

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Маълумки, тўлқин процесс деганда тебранишларнинг эластик муҳитда модданинг

тарқалиши тушунилади. Эластик муҳитга модданинг учала ҳолати, яъни қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатлари маълум даражада мисол бўла олади. Модданинг газ ҳолатида тебранишлар бўйлама тўлқинлар сифатида тарқалади. Товуш тўлқинлар шулар жумласидандир. Товуш тўлқинлари спектрида тебранишлар частотасига қараб, қуйидаги тўлқинларни фарқлаш мумкин:

1. Инфратовушлар  $0 \leq f \leq 20 \text{ Гц}$
2. Оддий товушлар  $2 \cdot 10^1 \leq f \leq 2 \cdot 10^4 \text{ Гц}$
3. Ультратовушлар  $2 \cdot 10^4 \leq f \leq 2 \cdot 10^9 \text{ Гц}$
4. Гипертовушлар  $10^9 \leq f \leq 10^{13} \text{ Гц}$

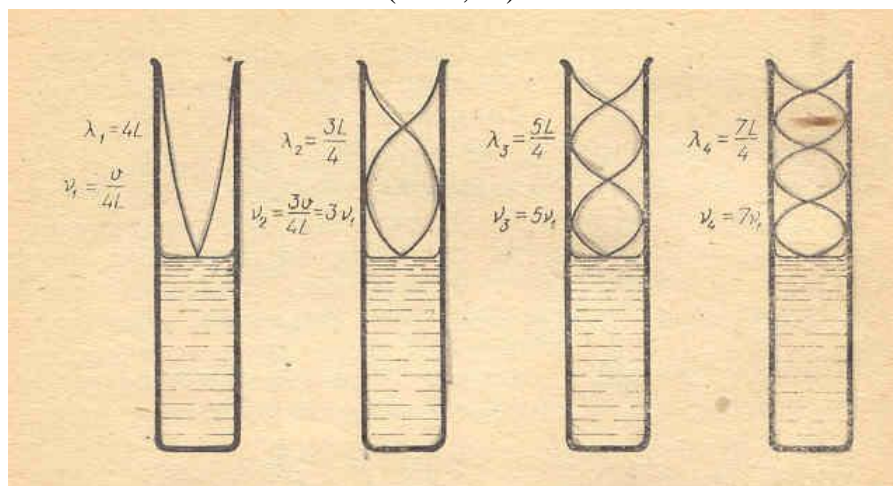
Одамнинг эшитиш органида частотаси  $20 \text{ Гц} - 2 \cdot 10^4 \text{ Гц}$  интервалдаги тебранишлар товуш сезгисини ҳосил қилади.

$\nu$  товуш тўлқини частотаси,  $\lambda$  тўлқин узунлиги ва  $v$  тўлқин тарқалиш тезлиги бир-бири билан қуйидагича боғланган:

$$v = \nu \lambda \quad (1)$$

Товушнинг тезлигини аниқлаш учун товушнинг частотаси ва шу частотага мос тўлқин узунлиги ўлчанса, кифоя. Товушнинг тўлқин узунлигини ўлчаш учун акустик резонанс ҳодисаларидан фойдаланиш мумкин. Айтайлик бир учи берк, иккинчи учи очик шиша най берилган бўлсин (1-расм). Агар бу найнинг очик учига товуш манбаини келтириб, унинг ичига товуш тўлқинлари тарқатилса, найдаги ҳаво устуни ҳам товуш частотасига мос частотада тебрана бошлайди. Натижада, товуш частотасига ҳаво устуни тебранишининг  $\nu_n$  хусусий частотаси ҳаво устуни узунлиги ( $L$ ) ва товушнинг ҳавода тарқал иш тезлиги ( $v$ ) орқали аниқланади. Ҳаво устуни тебранишларнинг хусусий частотаси қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\nu_n = \frac{vn}{4(L + 0,8R)} \quad (2)$$



1-расм.

Бу ерда  $n=1, 3, 5 \dots$   $L$  – ҳаво устуннинг узунлиги,  $R$  – ҳаво устуннинг радиуси (найнинг радиуси). Агар  $L \gg R$  бўлса, у ҳолда (12-2) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\nu_n = \frac{v}{4L} \cdot n \quad (2')$$

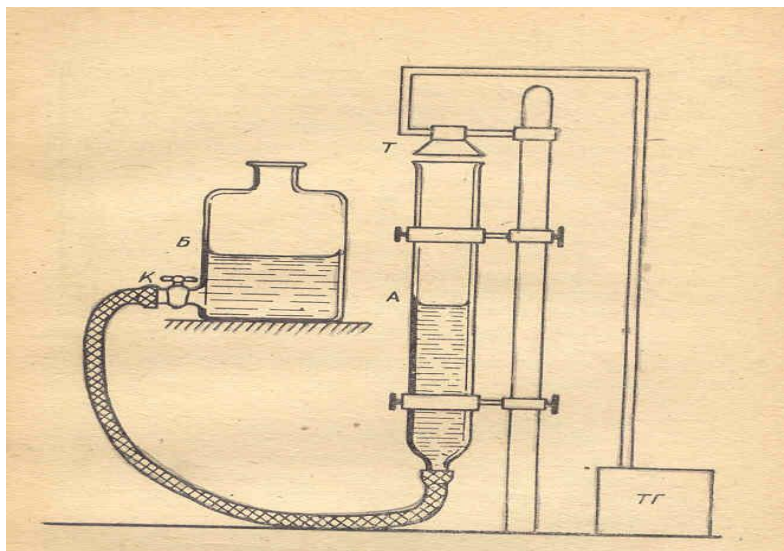
Ҳаво устуни узунлигида (аниқроғи  $L + 0,8R$  узунликда) резонанс ҳодисаси юз берган пайтда бу узунликда тўлқин узунлигининг тоқ сондаги чорак қисми жойлашади, яъни

$$n \frac{\lambda}{4} = L + 0,8R \quad (3)$$

У ҳолда товуш тебранишлари частотасининг берилган қийматида ҳаво устуни узунлигининг бир текисда ўзгар иши билан резонанс ҳодисасини кузатиш мумкин. Резонанс ҳодисаси кузатилаётган пайтда ҳаво устунлари узунликларнинг энг кичик фарқи (айирмаси) тўлқин узунлигининг ярмига тенг бўлади. Худди шу ҳодисадан товуш тебранишларнинг тўлқин узунлигини ўлчашда фойдаланилади. Яъни (3) ни  $\lambda$  га нисбатан ечамиз:

$$\lambda = \frac{4(L + 0,8R)}{n} \quad (4)$$

**Керакли асбоб ва материаллар:** 1) товуш генератори , 2) цилиндрик шиша най, 3) колба, 4) столча (таглик), 5) штатив, 6) резина найчалар, 7) телефон.



2-расм.

**Асбобнинг тавсифи ва ўлчаш методикаси.** ТГ товуш генераторининг клеммаларига Т телефон симлари уланган. Т телефон эса А шиша найнинг очик учига 2-расмда кўрсатилгандек штатив ёрдамида ўрнатилади. А найнинг остки асоси резинка найча ёрдамида сув қуйиладиган Т идиш билан туташтирилади. Б идишни юқорига кўтариш ёки пастга тушириш билан А шиша найдаги ҳаво устуни баландлигини ўзгартириш мумкин. ТГ товуш генератори товуш частотасидаги электромагнит тебранишлари ҳосил қилиб беради. Т телефон эса уни механикавий тебранишларга айлантиради. Т телефон мембронасидан тарқалаётган товуш тўлқини ва А шиша най ичидаги сув сиртидан қайтган тўлқин сув устидаги ҳаво устунида интерференцияланади. Агар шу ҳаво устунида тўлқин узунлигининг тоқ сондаги чорак қисми жойлашса, сувнинг сиртида турғун тўлқин ҳамда цилиндрик шиша найнинг очик учига дўнглик ҳосил бўлади (1-расмга қара нг). Б упайтда шиша най ичидаги ҳаво устуни интенсив товуш чиқаради.

Шиша найдаги суюқлик устуни яна ҳам ўзгартирилса, товуш сусаяди ва бу ўзгаришни давом эттирилса, суюқлик сатҳи ярим тўлқин узунлигига тенг масофага силжиганда товуш яна кучайиб, максимум қийматга эришади. Бу ҳолда яна ҳаво устунида яна тўлқин узунлигининг тоқ сондаги чорак қисм и жойлашади. Товуш манбаининг частотасини билган ҳолда ва иккита кетма-кет максимумлар (товуш кучайишлари) орасини, яъни  $\frac{\lambda}{2}$  ярим тўлқин узунлигини ўлчаган ҳолда товушнинг ҳавода тарқалиш тезлигини ҳисоблаш мумкин.

#### Ишни бажариш тартиби

1. 2-расмдаги қурилма йиғилади.
2. Б идишга сув қўйиб, уни юқорига кўтариш ёрдамида шиша найдаги суюқлик устуннинг баландлиги ўзгартирилади.
3. ТГ товуш генератори ёрдамида  $\nu = 300$  Гц частотали товуш тебранишлари ҳосил қилинади.
4. А идишдаги суюқлик устунини ўзгартириш билан  $L_1$  биринчи максимум (товуш кучайган жой) аниқланади ва яна суюқлик устунини ўзгартира бориб  $L_2$  иккинчи максимум аниқланади.
5. Сўнгра  $L_2 - L_1 = \Delta L = \frac{\lambda}{2}$  ҳисобланади
6. Шундан кейин  $\nu = 2\Delta L\lambda$  формула  $\nu$  нинг қиймати ҳисобланади. Сўнгра ( $2'$ ) формула ёрдамида ҳаво устуни тебранишларининг хусусий частотаси  $\nu_n$  топилади.
7. Товуш частотасини 400 Гц, 500 Гц, 600 Гц га ўзгартириб, ҳар бир ҳол учун 4,5,6,- пунктларда айtilган ишлар бажарилади.
8. Ҳар бир тажриба камида 5 марта такрорланади.

9. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари 1-жадвалга ёзилади.

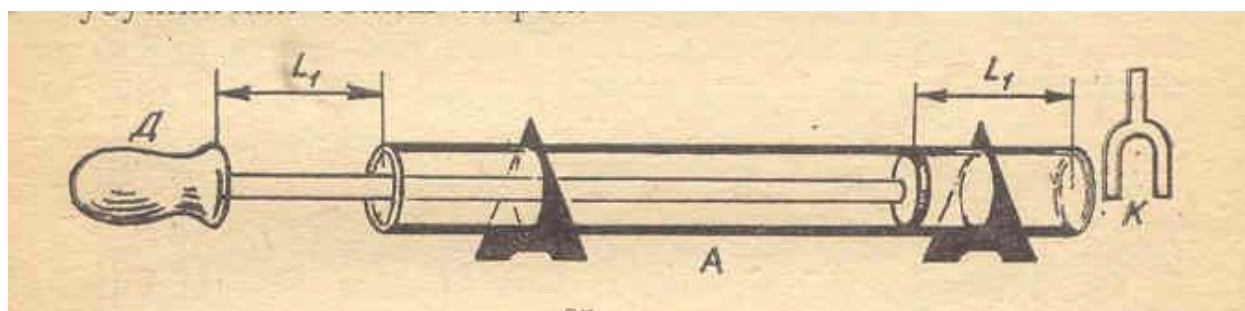
1-жадвал.

№	$\nu_n$ , Гц	$L_1$ , м	$L_2$ , м	$\Delta L$ , м	$v$ , м/с	$\Delta v$ , м/с	$E = \frac{\Delta v}{v} \cdot 100\%$
1							
2							
3							
Ўрт.							

## 2-машқ. Товушнинг ҳавода тарқалиш тезлигини ва тўлқин узунлигини резонанс усулда аниқлаш

### Иш тўғрисида назарий тушунча

Товуш тезлигини мазкур усул билан аниқлаш учун, айтайлик, бизга поршенли бир учи очик А-най ва К товуш манбаи (камертон) берилган бўлсин (3-расм). Шунингдек, товуш манбаининг  $\nu$  частотаси ҳам бизга маълум бўлсин. У ҳолда  $\nu = v/\lambda$  формула ёрдамида товушнинг ҳавода тарқал иш тезлигини аниқлаш учун товушнинг  $\lambda$  тўлқин узунлигини топиш кифоя.



3-рам.

Фараз қилайлик, К тебраниш манбаидан  $\nu$  частотали товуш тарқалаётган бўлсин. Камертондан тарқалаётган товуш тўлқинлари атрофидаги ҳаво зарралари орқали ҳам  $\nu$  частотали тебранма ҳаракатга келтирилади; товуш частотасидаги тебранма ҳаракат ҳаво зарралари орқали атрофга узатилади. Агар D дастани бир текис суриб борсак, найдаги ҳаво устунида турғун тўлқинлар ҳосил бўлиб, интерференция ходисаси юз беради, оқибатда товушнинг кучайиши ёки сусайиши содир бўлади (3-расмга қаранг). Шу ҳолатда поршень сиртида найнинг очик учигача бўлган ҳаво устуни узунлигини  $L_1$  билан белгилаб ва шунингдек, D дастани бир текис сура бориб, иккинчи товуш кучайган нуқтадан то трубканинг очик учигача бўлган ҳаво устунини  $L_2$  билан белгилаб олайлик. Бу аниқланган  $L_1$  турғун тўлқин узунлигининг ярмига,  $L_2$  эса турғун тўлқин узунлигининг  $3/2$  қисм ига тенг бўлади. Аммо товуш тезлигини аниқлаш учун бир турғун тўлқин узунлигини эмас, балки иккита турғун тўлқин узунлигига тенг бўлган тўлқин узунлиги маълум, бундан фойдаланиб ўткинчи тўлқин узунлигини ёза оламиз, яъни:

$$\lambda = 2(L_2 - L_1) \quad (5)$$

ёки

$$\lambda = L_1 + L_2 \quad (6)$$

Ўткинчи тўлқин узунлиги  $\lambda$  ни яна ҳам аниқроқ ҳисоблаш учун (5) ва (6) дан фойдаланиб

$$\lambda = \frac{3L_2 - L_1}{2} \quad (7)$$

тенгликни ҳосил қиламиз. (7) ни (1) га қўйиб қуйидаги

$$\nu = \frac{3L_2 - L_1}{2} \nu \quad (8)$$

формулани оламиз. Бизнинг бу мулоҳазаларимиз  $0^\circ\text{C} < t^\circ\text{C}$  бўлган температуралар учун ўринли. Товушнинг  $0^\circ\text{C}$  даги тезлигини аниқлаш учун эса формуладан фойдаланилади:

$$v_0 = \frac{v_t}{\sqrt{1 + \alpha t}}$$

$$(9) \text{ бу ерда } \alpha = \frac{2}{273} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, v_t - \text{товушнинг } t^0\text{C}$$

даги тезлиги.

**Керакли асбобва материаллар:** 1) поршенли резонанс найи, 2)  $\nu = 440 \text{ Гц}$  частотали каметрон, 3) каметронни тебрантириш учун резинка болғача, 4) узунлиги 1 м бўлган масштабли чизғич.

**Асбобнинг тавсифи.** Асбоб диаметри 40-50 мм ва узунлиги 900 мм бўлган бир учи очик, юпқа металл деворли цилиндрик А резонанс найидан иборат (3-расмга қаранг). Бу цилиндрик ичида D дастали ҳаракатланувчи П поршень жойлашган.

#### Ишни бажариш тартиби

1. Резонанс найини олиб, унинг очик учи олдида штативга маҳкамланган  $\nu_1$  частотали камертон келтирилиб, у шохчалари учи поршень ўқида ётадиган ҳолда ўрнатилади.
2. D дастани 15 см чамасида суриб, А найда ҳаво устуни ҳосил қилинади ва каметронни резинка болғача билан тебрантирилгач, D даста бир текис сурилади. Натижада товуш сусайиб, сўнгра яна кучаяди, яъни резонанс ҳодисаси юз беради. Товуш кучайган жойда поршень тўхта тилади ва  $L_1$  ҳаво устуни узунлиги ўлчаб олинади.
3. Поршень ҳолатини кўриб бўлмаганлиги учун ҳаво устунини ўлчашда 3-расмда кўрсатилгандек цилиндрик найнинг берк учидан D дастагача бўлган оралик ўлчанади ва  $L_1$  билан белгиланади.
4.  $L_2$  ни ҳам, яъни иккинчи товуш кучаядиган нуқтадан найнинг очик учигача бўлган ҳаво устунининг узунлигини 2,3 –пунктларда айтилган тартибда аниқланади.
5. Товуш манбаи-камертоннинг частотаси сиртида ёзилган бўлади.  $\nu_2 = 740 \text{ Гц}$  частотали камертон олиб, 1-5-пунктларда айтилган ишлар яна такрорланади.
6. Ниҳоят, (8) ва (9) формулалар ёрдамида товушнинг  $t^0\text{C}$  даги ва  $0^0\text{C}$  даги тезликлари ҳисобланади.
7. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари 2-жадвалга ёзилади.

№	$v_n$ , сек	$L_1$ , м	$L_2$ , м	$v_t$ м/с	$\Delta v_t$ м/с	$\frac{\Delta v}{v} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
Ўрт.						

#### Синов саволлари

1. Товуш тезлиги билан температура орасида қандай муносабат бор?
2. Қандай тўлқиннинг турғун тўлқинлар деб аталади?
3. Асбоб билан ишлашни тушунтиринг.

#### Адабиётлар

1. Стрельков С.П. «Механика» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
2. Муминов М.М. Хайдаров. Х.Х «Физикадан лаборатория ишлари учун қўлланма» Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1977.
3. Фриш. С.Э. Тиморева. А.В. «Умумий физика курси» 1-том Тошкент: Ўқитувчи нашриёти, 1965.
4. К.Г. Парпиев ва бошқалар «Механика ва молекуляр физикадан практикум» Тошкент 1978.
5. М.Муминов ва бошқалар «Механика ва молекуляр физика» Самарқанд 1959.
6. Турсунметов К.А. ва бошқалар «Умумий физикадан практикум» Механика. Университет Т. 1977

**Информацион методик таъминот**  
**Асосий адабиётлар:**

1. Стрелков С.П. Механика-Тошкент, Ўқитувчи, 1977.
2. Сивухин Д.П. Умумий физика курси. 1-том. Механика. Тошкент, Ўқитувчи, 1981 й.
3. Стрелков С.П. ва бошқалар. Умумий физика курсидан масалалар тўплами.
4. Чертов А. Умумий физика курсидан масалалар тўплами. Тошкент, Ўзбекистон, 1988 й.
5. Турсунметов К.А. ва б. Умумий физикадан практикум. Механика. Университет Т. 1977 й.
6. Назиров Э.Н. ва бошқалар. Механика ва молекуляр физикадан практикум. Ўқитувчи. Тошкент-1979.
7. Иверонова В.И. Физикадан практикум. Механика ва молекуляр физика. Ўқитувчи. Тошкент 1979.

**Қўшимча адабиётлар:**

1. Аҳмаджонов О.И. Физика курси. Механика ва молекуляр физика. Тошкент, Ўқитувчи, 1985.
2. Рейф Ф. Статистическая физика. М., Наука 1977.
3. Ўлмасова М.Х. ва бошқалар. Физикадан практикум. Механика ва молекуляр физика. Ўқитувчи. Тошкент 1966.
4. Зайдель И. Элементарные оценки ошибок измерений М., 1959.
5. Турсунметов К.А., Далиев Х. С. Механика. Т. Университет – 2000.
6. Савельев Н.В. Курс общей физики . Кн.1., Механика.Из-во. Москва.2004
7. 14. Д.В. Сивухин Курс общей физики. Том-1. Механика.М.,физмат.лит 2002г,
8. <http://www.gduportal.uz>
9. <http://www.ZiyoNet.uz>
10. <http://FFnrd.pnpi.spb.ru/Fnr2Fopiad.html>
11. [www.ufn.ru/archive/russian/abstracts/abst4085.html](http://www.ufn.ru/archive/russian/abstracts/abst4085.html)
12. [www.unf.ufn72/ufn72 5/Russian/r7251.pdf](http://www.unf.ufn72/ufn72%205/Russian/r7251.pdf)
13. Анимацион роликлар (<http://faraday.utoronto.ca>, <http://ticat.ua.es/>,  
<http://www.hardwareanalysis.com/>).
14. Физика “Физикон”
15. ‘Phusics on lian’
16. Физикадан ўқув кинофильмлари (Э.Г.Хасановлар ва бошқалар)
17. Кўргазмали рангли расмлар (<http://www.hordwareandlysis.com/>)

**Тест топшириқлари**

**1. Механика нимани ургатади?**

- а) жисмларни электр хусусиятларини ургатади
- б) моддаларнинг атом тузилиши ва улар билан боғлиқ бўлган процессларни ургатади
- в) жисмларни ёки уларнинг қисмларининг бир-бирига нисбатан қўқишидан иборат бўлган энг содда ҳаракат турларини ургатади
- г) химиявий реакциялар билан боғлиқ маълумотларни ўргатади.

**2. Механика қандай бўлимларга бўлинади?**

- а) электростатистика, электродинамика, магнетизм
- б) каттик жисмлар физикаси, молекуляр физика, термодинамика
- в) фотометрия, геометрик, оптика, квант механикаси
- г) кинематика, динамика, статика, тебранишлар ва тулқинлар, газлар ва суюқликлар механикаси



**3. Моддий нукта тушунчасини беринг.**

- а) молекула, атом, ионлар, моддий нукта деб каралади
- б) хар кандай шароитда жисмлар моддий нукта деб хисобланади
- в) муайян масалада улчамларини эътиборга олмаса, хам буладиган жисмни моддий нукта деб аталади
- г) абсолют каттик жисм модда деб аталади

**4. Харакатнинг асосий турларини тушунтиринг.**

- а) текис харакат, тезланувчан харакат
- б) илгариланма, айланма ва тебранма харакат
- в) эгри чизикли харакат, нотекис харакат ва х.к
- г) даврий ва даврий булмаган харакат

**5. Харакатланаётган моддий нуктанинг тезлик формуласини ёзинг.**

а)  $s = st$  ,  $s = s_0 + \frac{at^2}{2}$

б)  $s = \frac{s}{t}$  ,  $s = \frac{ds}{dt}$

в)  $s = \frac{t}{s}$  ,  $s = st + \frac{at^2}{2}$

г)  $s = \frac{a}{t} + c$  ,  $s = \frac{t}{a} + st$

**6. Моддий нуктанинг тезланиш формуласини ёзинг.**

а)  $a = m s$  ,  $m = \frac{a}{s}$

б)  $a = st$  ,  $a = \frac{s}{t}$

в)  $a = s t$  ,  $a = \frac{s s}{t}$

г)  $a = \frac{s}{t}$  ,  $a = \frac{ds}{dt}$

**7. Вектор тушунчасини таърифланг.**

- а) факат сон киймати билан характерланалдиган катталиклар вектор дейилади
- б) йуналиши ва сон киймата билан характерланалдиган катталик вектор дейилади
- в) хамма физик катталиклар вектор деб хисобланади
- г) чизикли боғланишга эга булган катталиклар вектор деб аталади

**8. Ньютон конунлари ифодасини кўрсатинг.**

а)  $v = const, F = 0$  ,  $a = \frac{F}{m}$  ,  $F_{1,2} = -F_{2,1}$  ,

б)  $F = \frac{dp}{dt}$  ,  $F = -fx$

в)  $p = mg$  ,  $p = ma$

г)  $F = eE$  ,  $F = eB$

**9. Харакат микдори (импульс) ни тушунтиринг.**

а)  $p = mg$  ,  $s = \frac{s}{t}$  ,  $a = st$

б)  $F = ma$  ,  $F = m \frac{ds}{dt}$



$$\text{в) } p = mgh, \quad p = \frac{m\vartheta^2}{2}$$

$$\text{г) } F = \frac{d(m\vartheta)}{dt} = \frac{dp}{dt}, \quad p = m\vartheta$$

**10. Инерция моменти ва куч моментини ёзинг.**

$$\text{а) } F = P + T, \quad F = ma, \quad p = mg$$

$$\text{б) } F = \frac{dp}{dt}, \quad F = \omega R, \quad E = mgh$$

$$\text{в) } \mathfrak{I} = mr^2, \quad M = F \cdot r$$

$$\text{г) } \mathfrak{I} = \frac{\vartheta^2}{r}, \quad M = F \cdot S$$

**11. Механик, кинетик ва потенциал энергияларни ифодасини ёзинг.**

$$\text{а) } E = F \cdot \vartheta, \quad A = F \cdot S \cos \alpha$$

$$\text{б) } E = -\frac{fx^2}{2}, \quad E = \frac{A}{t}$$

$$\text{в) } E = mc^2, \quad E = h\nu$$

$$\text{г) } E = \frac{m\vartheta^2}{2}, \quad E = mgh$$

**12. Механик иш ва қувватни формуласини ёзинг.**

$$\text{а) } P = pvg, \quad p = mg, \quad A = \mu\varepsilon$$

$$\text{б) } F = f \frac{f}{m}, \quad F = fma$$

$$\text{в) } A = pdv, \quad A = (u_1 - u_2)q$$

$$\text{г) } A = F \cdot S, \quad A = F \cdot S \cos \alpha, \quad N = \frac{A}{t}$$

**13. Айланма ҳаракатда бурчак тезлик, тезланиш ва айланиш даври ҳамда частотасини ёзинг.**

$$\text{а) } \omega = -\varphi t, \quad \varepsilon = \omega t, \quad T = 2\pi\omega, \quad \nu = -T\omega$$

$$\text{б) } \omega = \frac{\varphi}{t}, \quad \varepsilon = \frac{2\pi}{t}, \quad T = 2\pi\nu, \quad \nu = \frac{\varepsilon}{t}$$

$$\text{в) } \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad \varepsilon = \frac{\omega}{t}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega}, \quad \nu = \frac{1}{T}$$

$$\text{г) } \vartheta = \frac{2\pi R}{T}, \quad \varepsilon = \frac{\omega t}{R}, \quad T = \frac{2\pi\nu}{R}, \quad \nu = \omega^2 R$$

**14. Айланма ва чизикли ҳаракат катталикларини узаро боғланиш формуласини ёзинг.**

$$\text{а) } a_t = \varepsilon R, \quad a_n = \omega^2 R, \quad a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

$$\text{б) } \vartheta = \vartheta_0 + at, \quad \omega = \omega_0 + \varepsilon t, \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\text{в) } \vartheta = \omega R, \quad a_n = \frac{\vartheta^2}{R}, \quad a_t = \frac{d\vartheta}{dt}$$

$$\text{г) } S = \vartheta \cdot t + \frac{at^2}{2}, \quad \alpha = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

**15. Тебранма ҳаракатни таърифланг.**

а) Ипга осиб қуйилган жисм ҳаракати тебранма ҳаракат бўлади

б) гоҳ бир томонга, гоҳ иккинчи томонга ҳаракат тебранма ҳаракат бўлади

в) тезлиги узгармас булган ҳаракат тебранма ҳаракат дейилади

г) даврий равишда такрорланиб  $t = \text{радиған}$  ҳаракат тебранма ҳаракат дейилади

**16. Гармоник тебранма ҳаракат қандай таърифланади?**

- а) тебраниш катталиклари бир хил узгарувчан булса, бу гармоник тебранишлар дейилади
- б) тебраниш частотаси, даври ва бошка катталиклар булса, бундай тебранишлар гармоник булади
- в) тебраниш катталикларидан бири (масалан: силжиш) вақт буйича синус ёки косинус буйича узгарса, бундай тебраниш гармоник дейилади
- г) Хамма тебранма ҳаракат гармоник булади

**17. Тебранма ҳаракат тезлиги, тезланиши ва энергияси формуласини ёзинг.**

- а)  $s = at$ ,  $a = \frac{s}{t}$ ,  $E = \frac{ms^2}{2}$
- б)  $s = a_0 \sin(\omega t + \varphi)$ ,  $a = a_0 \omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$ ,  $E = \frac{fx^2}{2}$
- в)  $s = -a_0 \omega \sin(\omega t + \varphi)$ ,  $a = a_0 \omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$ ,  $E = \frac{ma_0^2 \omega^2}{2}$
- г)  $s = \frac{x}{t}$ ,  $a = \frac{s}{t}$ ,  $E = \frac{ms^2}{2} + mgh$

**18. Математик ва физик маятникларни тебраниш даври бир-биридан фарқ қиладими?**

- а) тебраниш давлари фарқ қилмайди
- б) тебраниш давлари массасига боғлиқ бўлганлиги учун фарқ қилади
- в) узунликлари  $l_{\text{кеp}} = \frac{J}{ml}$  бўлган математик ва физик маятникларнинг тебраниш даври бир хил булади
- г) математик ва физик маятниклар тебраниш даври бир хил булади

**19. Механик тулқин деб нимага айтилади?**

- а) тебраниш частотаси, даври ва амплитудаси узгармас булса, бундай тебраниш тулқин дейилади
- б) товуш билан боғлиқ бўлган тебранишлар тулқин дейилади
- в) тебранишлар фазо тарқалиш процесси тулқин деб аталади
- г) гармоник тебранишлар тулқин булади

**20. Бўйлама ва кундаланг тулқинларни таърифланг.**

- а) муҳитнинг зарралари бир пайтда бир хил частота билан тебранса, бундай тулқин бўлинма булади. Акс ҳолда кундаланг тулқин дейилади
- б) муҳит зарралари тулқин тарқалиш йуналиши бўйлаб тебранса тулқин бўйлама тулқин дейилади
- в) Агар муҳит зарралари тулқин тарқалиш йуналишига перпендикуляр йуналишда тебранса, бундай тулқин кундаланг тулқин дейилади
- г) тулқин частотаси 20 МГц бўлган ҳолда, бўйлама тулқин дейилади

**21. Тулқин фронт ива тулқин сиртини таърифланг.**

- а) тулқин манбаидан фазода қаралаётган нуқтагача бўлган масофа тулқин фронти дейилади
- б) тулқинни чегараловчи сирттулқин сирти дейилади
- в) тебранишларнинг вақтнинг бирор моментида етиб келган нукталарнинг геометрик урни тулқин фронти дейилади
- г) бир хил фазода тебранувчи нукталарнинг геометрик урни тулқин сирти деб аталади

**22. Ясси ва сферик тулқинларнинг фарқини айтинг.**

- а) уларнинг фарқи йуқ
- б) ясси тулқин фазода, сферик тулқин эса суюқлик ва каттик жисмларда тарқалади
- в) бир-биридан частотаси ва даври билан фарқ қилади
- г) тулқин сиртлари бир-бирига параллел текислардан иборат булади.

**23. Тулқинлар тарқалаётганда энергия фазода узатиладими?**

- а) йук, узатилмайди
- б) факат суюкликларда ва каттик жисмларда тулкин энергия таркалади
- в) энергия узатиш мумкин эмас
- г) ха узатилади

**24. Когерент тулкинларини таърифланг.**

- а) кушилаётган тулкинлар бир-биридан тулкин узунлиги билан фарк килади, бундай тулкинлар когерент дейилади
- б) тулкинлар амплитудаси бир хил булган тулкинлар когерент дейилади
- в) агар мухитнинг хар бир нуктасидаги айрим тулкинлар юзага келтирган тебранишларнинг фазалари фарки узгармас булса, тулкин когерент дейилади
- г) бир-бирига перпендикуляр екикликларда таркаланаётган хар кандай тулкинлар когерент дейилади

**25. Интерференция ва дифракция ходисаси кандай хосил булади?**

- а) буйланма тулкинлар интерференция ходисасини хосил килади
- б) кундаланг тулкинлар дифракция ходисасини хосил килади
- в) буйланма ва кундаланг тулкинлар кушилганда интерференция айрилганда дифракция ходисалари юз беради
- г) конгерен тулкинлар кушилган вақтда интерференция ходисаси юзага келади

**26. Доплер эффектини тушунтиринг.**

- а) доплер эффекти тулкинларнинг уз-уздан суниши ёки кучланиши билан боғлиқ ходисалар
- б) доплер эффекти тулкинларни фазода сочилиши ва ютилиш каби ходисасини ургатади
- в) доплер эффекти тулкинлар манбасининг хоссаларини узгаришини ургатади
- г) доплер эффекти тулкин таркаланаётган мухитнинг узгаришига караб унинг частотаси узгаришини ургатади

**27. Деформация ходисасини тушунтиринг.**

- а) ташки кучлар таъсири натижасида жисмлар уз шаклини узгартирмайди, яъни деформацияланмайди
- б) каттик жисмга кайси йуналишда куч таъсир қилишидан катъий назар у факат битта йуналишда шаклини узгартиради
- в) ташки куч таъсирида жисмлар бир канча булакларга булиниб кетади
- г) ташки куч таъсирида жисмни ташкил қилган зарралар бир-бирига нисбатан силжийди, жисмнинг улчамлари ва шакли узгаради, яъни деформацияланади

**28. Гук қонуни формуласини ёзинг.**

- а)  $F = ma$ ,  $F = eB$ ,  $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$
- б)  $F = f \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ,  $F = \frac{dp}{dt}$
- в)  $F = -f\Delta l$ ,  $F = -f\Delta x$
- г)  $F = -\frac{fx^2}{2}$ ,  $F = \frac{m g_0}{\pi r^2}$

**29. Суюкликлар ва газлар механикаси кандай булимларга булинади?**

- а) суюкликлар ва газлар механикаси ҳаракатидаги ва тинч ҳолатдаги булимларга булинади
- б) механиканинг суюклик ва газларни урганадиган булими гидромеханика ва аэромеханика деб юритилади
- в) гидромеханика ва аэродинамикадан бошқа булимлар йук
- г) гидромеханика ва аэромеханика, гидростатика ва аэростатика ҳамда гидродинамика ва аэродинамика

**30. Суюклик ва газнинг босим формуласини ёзинг.**

- а)  $P = F \cdot S$ ,  $P = \frac{S}{F}$ ,  $P = m g$
- б)  $P = p V d$ ,  $p = \frac{m}{v} g h$

в)  $p = ma, p = mg$

г)  $p = \frac{\Delta F}{\Delta S}, p = \frac{F}{S}$

**31. Босимни бирликларини СИ ва СГС системаларида ёзинг.**

а)  $\text{кг} \frac{\text{м}}{\text{сек}^2}, 2 \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}, \text{н} \cdot \text{м}^2, \text{дина} \cdot \text{см}^2$

б)  $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}, 2 \cdot \text{сек} \cdot \text{см}$

в)  $A \cdot \text{сек}, \frac{B}{\Phi}, \frac{H}{K}$

г)  $\frac{\text{н}}{\text{м}^2}, \text{па}, \frac{\text{дина}}{\text{см}^2}$

**32. Тинч ҳолатда суюклик ва газларда босим таксимотини тушунтиринг.**

а) тинч ҳолатда суюклик ва газларда босим мавжуд бўлмайди

б) тинч ҳолатда суюклик ва газларда турли нукталарда босим турлича бўлади

в) суюклик ва газларнинг тинч ҳолатида босим хақида гапириш тугри бўлмайди

г) суюклик ва газларни тинч ҳолатида горизонтал йуналишда босим

нолга тенг, векрикал йуналишда нолга тенг бўлмайди

**33. Итариб чиқарувчи кучни тушунтиринг.**

а) итариб чиқарувчи куч баъзи суюклик ва газларда юзага келади, бунга сабаб уларнинг таркибинга боғлиқ

б) итариб чиқарувчи куч суюклик ва газларга тушурилган жисмларнинг хоссаларига боғлиқ

в) итариб чиқарувчи куч суюклик ва газларда мувозанат бузилганда юзага келади

г) турли баландликларда босимлар ҳар хил бўлганлиги натижасида суюклик ва газга тушурилган жисмлар итариб чиқарувчи куч юзага келади

**34. Стационарокимни таърифланг.**

а) суюклик ва газлар ташки таъсирисиз окса, бундай оким стационар дейилади

б) суюклик ва газларнинг оким тезлиги вақтнинг исталган моментида узғариб туради

в) оким вақтида суюклик ва газларнинг кайламлари аралашиб турса, бундай оким стационар бўлади

г) агар суюклик ва газларнинг тезлик вектори фазонинг ҳар бир нуктасида узгармасдан қолса, бундай оким стационар бўлади

**35. Окимнинг узлуксизлик тенгламасини ёзинг.**

а)  $S_1 \mathcal{Q}_1 = S_2 \mathcal{Q}_2, S \cdot \mathcal{Q} = \text{const}$

б)  $F + mg + T = 0, F + mg + T \neq 0$

в)  $p_2 - p_1 = p_1 - p_2 = \text{const}$

г)  $\Delta A_1 = p_1 s_1 \mathcal{Q}_1 \Delta t = \Delta A_2 = \text{const}$

**36. Торричелли формуласини ёзинг.**

а)  $\mathcal{Q} = \sqrt{2gh}, \mathcal{Q} = \sqrt{2g(h_0 - h)}$

б)  $f = -ps \mathcal{Q}V$

в)  $F = 2ghps$

г)  $F = \eta \frac{\mathcal{Q}_0}{d} s$

**37. Бернулли тенгламасини ёзинг.**

а)  $\frac{p \mathcal{Q}_1}{2} + pgh_1 + p_1 \neq \frac{p \mathcal{Q}_2^2}{2} + pgh_2 + P_2$

б)  $\frac{\mathcal{Q}^2}{2} = gh, \mathcal{Q} = \sqrt{2gh}$

- в)  $p_1 + pgh_1 \neq p_2 + pgh_2$   
 г)  $\frac{p\vartheta}{2} + pgh + p \neq const$

**38. Ламинар ва турбулент окими тушунтиринг.**

- а) суюклик ва газларнинг катта босим остида окиши ламинар окими дейилади  
 б) суюклик ва газларнинг ташки таъсирсиз, уз-уздан окиши турбулент окими дейилади  
 в) ламинар ва турбулент оким каналларда ва трубаларда кузатилади  
 г) суюклик ва газларнинг аралашмасдан бир-бирига нисбатан сипранаётган катламларига ажралган холда окса, бундай оким ламинар (катлам-катлам) дейилади

**39. Рейнольдс сони ифодасини ёзинг.**

- а)  $R = p \frac{\ell}{s}, R = \frac{U}{J}$   
 б)  $R = \frac{p\vartheta^2}{2} s, R = \frac{\vartheta\ell}{s}$   
 в)  $Re = \frac{p\vartheta\ell}{\eta}, \vartheta \frac{\eta}{\rho}, Re = \frac{\vartheta\ell}{\nu}$   
 г)  $R = 8\pi M\ell\vartheta, R = J^2 rt$

**40. Галилей нисбийлик принципида координаталарни алмаштириш ифодасини ёзинг.**

- а)  $x = x^1, y = y^1, z = z^1, t = t^1$   
 б)  $x^1 = x + y^1 + z^1, y = y^1 + z^1, t = t^1$   
 в)  $x^1 = x + \vartheta t, y = y^1, z = z^1, t = t^1$   
 г)  $x^1 = \frac{x}{2} - xt, y = \frac{y^1}{2}, z = z^1, t = \frac{t^1}{2}$

**41. Инвариант ва вариант катталикларни тушунтиринг.**

- а) инерциал санок системаларида бир хил узгарадиган катталиклар инвариант ва узгармайдиган катталиклар вариант деб аталади  
 б) вақт буйича узгарадиган катталиклар инвариант ва аксинча узгармайдиган катталиклар вариант деб юритилади  
 в) умуман бир системадан иккинчисига ўтганда узгарадиган катталиклар инвариант, узгармайдиган катталиклар вариант ҳисобланади  
 г) галилей алмаштиришларида узгармайдиган катталиклар инвариант дейилади

**42. Инвариант ва вариант катталикларга мисол келтиринг.**

- а) кинетик энергия, импульс, координата, тезлик-инвариант катталиклар ҳисобланади  
 б) куч, потенциал энергия, масса ва икки нукта орасидаги масофа-вариант катталик ҳисобланади  
 в) вақтга боғлиқ катталиклар инвариант, қолган катталиклар вариант ҳисобланади  
 г) инвариант катталикларга – куч, потенциал энергия, масса, вақт, қиради

**43. Қандай шартларда Галилей алмаштиришларида вақтнинг узгармаслиги ва инвариантлиги бажарилади?**

- а) иккита санок система бир-бирига нисбатан тезланиш билан ҳаракатланганда  
 б)  $c \approx \vartheta$  ( $c$ -ёруғлик тезлиги,  $\vartheta$ -жисм тезлиги) бўлган ҳолларда

в) ҳар қандай ҳолатда вақт бир хил бўлади

г)  $c \gg g$  берилганда

**44. Галилей алмаштиришларида тезлик ва тезланишни узгаришини ёзинг.**

а)  $u = u^1 + g, j = j^1$

б)  $a = \frac{g - g_0}{t}, g = \frac{s}{t}$

в)  $g = u + u^1, j^1 = a + j$

г)  $j = \frac{p}{m}, g = \frac{p}{m}$

**45. Галилей нисбийлик принципида сакланиш қонунлари.**

а) Галилей нисбийлик принципида асосан энергия ва импульс турли инерциал санок системаларида турлича бўлади

б) Инерциал санок системаларида энергия ва импульс қисман сакланади

в) Берқ системалар учун импульснинг сакланиш қонуни барча инерциал системаларда уринли бўлади

г) Энергиянинг сакланиш қонуни барча инерциал системаларда уринли бўлади

**46. Ёруғлик тезлигини улчаш натижалари.**

а) Ёруғлик тезлиги ерга нисбатан узгармасдан бошқа санок системаларда узгарувчан бўлади

б) Ремер, Физо, Майкельсон-Морли тажрибалари ёруғлик тезлиги узгарувчан эканлигини исботлади

в) Ёруғлик тезлигини аниқ улчаш мумкин эмас, чунки унинг тезлиги «Эфир» билан боғлиқ

г) Ёруғлик тезлиги  $c = 299792,5 \text{ км/сек}$  узгармас катталиқдир

**47. Нисбийлик принципи ва ёруғлик тезлигининг доимийлик постулати.**

а) бир санок системадан иккинчисига ўтганда вақт узгармас бўлади, шу сабабли ёруғлик тезлиги узгармасдир

б) ёруғлик тезлиги барча йуналишларда бир хил бўлмайди

в) бир-бирига нисбатан тугри чизикли текис ҳаракатда бўлган координата системаларда барча физикавий ҳодисалар бир хилда ўтади

г) вакуумда ёруғликнинг тезлиги барча йуналишларда бир хил бўлиб, ёруғлик манбаи ҳамда кузатувчининг ҳаракатига боғлиқ бўлмайди

**48. Лоренц алмаштириш ифодаларини ёзинг.**

а)  $x^1 = x - gt, y^1 = y, z^1 = z, t^1 = t$

б)  $x^1 = \frac{x - gt}{t}, y^1 = y + x, z^1 = z + y, t^1 = t$

в)  $x^1 = x, y = \frac{y - gt}{t}, z^1 = z, t^1 = t$

г)  $x^1 = x, y^1 = y, z = \frac{z - gt}{t}, t^1 = t_0 + t$

**49. Қандай шартларда бажарилганда Лоренц алмаштиришлари Галилей алмаштиришларига ўтади?**

а) жисм тезлиги ёруғлик тезлигидан катта бўлганда

б)  $\frac{g^2}{c^2} = 1, \frac{g_x}{c^2} = t$  шартлар бажарилганда

в)  $\frac{g^2}{c^2} \gg 1, \frac{g_x}{c^2} \gg t$  шартлар бажарилганда

г)  $\frac{g^2}{c^2} \ll 1, \frac{g_x}{c^2} \ll t$  шартлар бажарилганда

## Глоссарий

1. Айланма тебрангич-эркин тушиш тезланишни амалда аниқлаш асбоби.
2. Айланма ҳаракат-қаттиқ жисмнинг ҳаракати вақтида у билан қаттиқ боғланган икки ёки бир нуқтаси ҳаракатсиз қоладиган ҳаракат.
3. Айланма ҳаракат динамикасини асосий қонуни-механик тизим импульси моментининг вақт бўйича ўзгаришини тизимга қўйилган кучларнинг моменти билан боғловчи қонун.
4. Балистик тебрангич-ўқ ёки снарядлар тезлигини ўлчашда ишлатиладиган тебрангич.
5. Босим-бирор жисмнинг бошқа жисм сиртига тик таъсири кучларини тавсифловчи физикавий катталиқ.
6. Бурчак тезланиш-бурчак тезлик ўзгаришининг шу ўзгариш содир бўлагн вақт оралиғига нисбати билан ўлчанадиган бурчак тезлик сураъти.
7. Вазинсизлик-механик тизимга таъсир қилувчи гравитациявий майдон тизим қисмларининг бир-бирига нисбатан ҳаракатни юзага келтирмайдиган ҳолат.
8. Вақт-физикадаги асосий тушунчалардан бири, унинг ёрдамида воқеаларнинг давомийлиги ва кетма-кетлиги тавсифланади.
9. Гармоник тебранишлар-ҳолат ўзгаришлари синус ёки косинус қонуни бўйича юз бериувчи тебранишлар.
10. Гидростатик босим-ҳаракатсиз суюқлик ёки газ оғирлик кучларининг уларга нисбатан тинч турган жисмларга кўрсатадиган таъсири.
11. Гераскоп-1) ўзи билан бириктирилган санок тизимининг айланишини ошкор қилиш асбоби, 2) айланиш ўқи йўналишини фазода ўзгартира оладиган тез айланувчи симметрик қаттиқ жисм.
12. Гираскоп прецессияси-гираскоп ўқининг кўзгалмас ўқ атрофида айланиши.
13. Гираскопик тебрангич-таянч нуқтаси массалар марказидан юқорида жойлашган симметрик гираскоп.
14. Динамика-жисмларга қўйилган кучлар таъсирида уларнинг ҳаракатлари қонуниятларини ўрганувчи механика бўлими; динамиканинг асосини Ньютон қонунлари ташкил қилади.
15. Динамометр-кучни ёки куч моментини ўлчаш асбоби.
16. Жисм-ўлчовлари тизимни ташкил қилувчи молекулалар орасидаги масофадан кўп марта ортиқ бўлган макроскопик тизим.
17. Жисм оғирлиги-оғирлик кучи майдонидаги жисмнинг осмага ёки жисмнинг эркин тушишига ҳалакит берувчи таянчга кўрсатадиган таъсир кучи.
18. Импульс-зарба, туртки.
19. Импульс моментининг сақланиш қонуни-агар тизимга қўйилган кучларнинг ҳаракатсиз нуқтага нисбатан бош моменти айнан нолга тенг бўлса, механик тизимнинг шу нуқтага нисбатан импульс моменти ўзгаришсиз қолади.
20. Кинематика-жисмларнинг массаларини ва уларга таъсир қилувчи кучларни ҳисобга олмаган ҳолда уларнинг диаметр ҳоссаларини ўрганувчи механика бўлими.
21. Кинетик энергия-механик тизимни унинг нуқталари тезлигига боғлиқ бўлган энергияси; моддий нуқта учун шу нуқта массасини унинг тезлиги квадратига кўпайтмасининг ярмига тенг бўлган механик ҳаракат ўлчови.
22. Консерватив куч-бажарадиган иши куч қўйилиш нуқтасининг бошланғич ҳолатдан охириги ҳолатга ўтиш йўлига боғлиқ бўлмайдиган куч.
23. Консерватив тизим-барча ташқи кучлар турғун ва потенциал, буарча ички кучлар эса потенциал бўлган ҳолдаги механик тизим.
24. Куч-моддий нуқтага ёки жисмга бошқа жисмлар ёки майдонлар томонидан механик таъсир меёри.
25. Куч елкаси-куч моменти ҳисобланаётган нуқтадан куч таъсири йўналган тўғри чизикқа тушўирилган тик чизик узунлиги.
26. Куч импульси-кучнинг таъсир ўлчови; куч ўртача қийматининг унинг таъсир вақтига кўпайтмаси билан ўлчанади.
27. Куч майдони-фазонинг унга киритилган қисмларига кучлар таъсир қилувчи бир қисм.

28. Ламинар оқиш-суюқлик ёки газнинг оқиш йўналишига параллел қатламланиб тартибли оқиши.
29. Магнус кучи-ўзига рўпара келаётган суюқлик ёки газ оқимида айланаётган жисмга, оқимга ва айланиш ўқиға тик таъсир қилувчи куч.
30. Магнус самараси-келиб урилаётган суюқлик ёки газ оқими таъсирида айланаётган жисмга таъсир қилувчи қўндаланг кучнинг юзаға келиши.
31. Марказға интилма куч-нуктаға таъсир қилувчи барча кучлар умумий ташкил қилувчининг нукта траекторияси эгрилик маркази томон йўналган ташкил этувчиси.
32. Марказға интилма тезланиш-айлан бўйлаб ҳаракатланаётган нукта тезланишининг айлана радиуси бўйлаб унинг маркази томон йўналган ташкил этувчиси.
33. Ноэластик тўқнашувлар-зарраларнинг йиғинди кинетик энергияси ўзгармайдиган тўқнашувлар.
34. Потенциал майдон-ихтиёрий ёпиқ контур бўйича циркуляцияси нолға тенг бўлган вектор майдон.
35. Пуржинали тебраниш-пуржинанинг эластик кучи таъсирида тўғри чизиқ бўйлаб тебранувчи жисм.
36. Ричаг-кичик куч билан катта куч билан мувозантлаш имоконини берувчи оддий механизм.
37. Статик босим-ҳаракатланаётган суюқликлар ёки газлар ичидаги тўла босим.
38. Статика-берилган кучлар тўплами таъсиридаги моддий жисмларнинг мувозанати шартларини ўрганувчи механика бўлими.
39. Тебрангич, маятник-қўйилган кучлар таъсирида қўзғалмас нукта атрофида тебранадиған каттик жисм.
40. Тебарниш амплитудаси-гармоник тебранишлар бажараётган катталикининг ўртача қийматидан энг катта четлашиши.
41. Тебарниш даври-тебранаётган катталикни қиймати такрорланадиган энг кичик вақт оралиғи.
42. Трубулент оқиш-суюқлик ёки газнинг тартибсиз оқиши.
43. Физикавий тебрангич-қўзғалмас горизонтал ўқ атрофида оғирилик кучи таъсирида тебранувчи нукта қаттик жисм.
44. Физикавий тебрангичнинг келтирилган узунлиги-физикавий тебрангич билан бирдай тебарниш давриға эға бўлган математик тебрангич узунлиги.
45. Эластик кучлар-1) деформацияланувчи жисмларда вужудға келувчи ички кучлар, 2) деформацияланган жисмлар томонидан улар билан тегишиб турган жисмларға таъсир қилувчи куч.