

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

ГУЛИСТОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

«ФИЗИКА» КАФЕДРАСИ

А. АБДУЛЛАЕВ, Б.А. АБДУЛЛАЕВ

ФИЗИКАДАН МАСАЛАЛАР ТЎПЛАМИ

1-ҚИСМ

**(Механика, молекуляр физика,
электростатика ва ўзгармас ток)**

Гулистон – 2019 йил

Муаллифлар: А. Абдуллаев, Б. Абдуллаев

Ушбу ўқув қўлланмада умумий физика курсининг механика, молекуляр физика, электростатика ва ўзгармас ток бўлимлари бўйича талабаларнинг амалий машғулотларда фойдаланиши учун масалалар келтирилган. Ўқув қўлланманинг асосий мақсади бакалавр йўналишлари бўйича таълим олаётган талабаларнинг физика курсини чуқур ўзлаштириши, малакасини ошириши, илмий фаоллигини ривожлантириш ва уларнинг мустақил фикрлаш жараёнини такомиллаштиришга қаратилган. Шу билан бирга ўқув қўлланмада ҳар бир мавзу бўйича физик тушунча ва қонунларга қисқача назарий маълумот ва алоҳида масалалар ечишга оид намуналар берилган.

Мазкур қўлланма техника олий ўқув юртлари, жумладан математика йўналиши бўйича таълим олувчи бакалаврлар учун мўлжалланган

Тақризчи:

**Гулистон давлат университети
Физика кафедраси доц. ф-м.ф.н. Элмуродов Р.**

Ушбу ўқув қўлланма «Физика» кафедрасининг мажлисида чоп этишга тавсия қилинган (___-сонли баённома, “___” _____ 201__ йил). Факультет Илмий-услубий Кенгаши мажлисида (___-сонли баённома, “___” _____. 201__ йил) тасдиқланган.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРДА МАСАЛА ЕЧИШНИНГ ҚОИДАЛАРИ

Физикадан амалий машғулотларда маъруза дарсларида тингланган назарий билимларни мавзуга оид турли масалалар ечиш орқали мустаҳкамланади. Ҳар бир масалани ечишда қуйидаги қоидаларга риоя қилиниши мақсадга мувофиқдир.

1. Умумий ҳолда қўйилган масала шартларига яхши тушуниб ва уларни ёзиб олмақ керак. Масала шартига қараб унинг физик моҳиятини аниқлаш, қаралаётган ҳодисани ёки жисм ҳолатини яққол тасаввур қилиш мақсадида масала мазмунини таҳлил қилиш.

2. Масала шартдаги физик катталикларни уларнинг рамзий белгилари ёрдамида белгилаб олиш ва уларнинг бирликларини фақат СИ га ўтказиш лозим. Агар физик тушунчаларнинг сон қийматлари бир хил система бирликларида олинмаган бўлса, ҳисоблаш натижаси нотўғри натижага олиб келади.

3. Шундан кейин масала ечишга ўтиш керак. Масала мазмунини янада тўлароқ очиш учун зарур бўлган тақдирда қўшимча чизма, схема ёки схематик расмлар чизиш зарур бўлади.

4. Берилган масалага тегишли физик қонунларни ва тушунчаларни аниқлаш ва уларнинг формулаларини ёзиш.

5. Масалани изланаётган катталиққа нисбатан умумий кўринишда тўла-тўқис тушунтиришлар билан изоҳлаб ечиш керак. Бунинг учун масаладаги номаълумлар сонига тенг тенгламалар системаси тузилишига эътибор берилади.

6. Изланаётган физик катталиқни аниқлашда натижавий (ишчи) ифодага сон қийматлари қўйилади ва ҳисоблаш амалий бажарилади.

7. Ҳисоблаш натижасининг сон қиймати тўғрилигини албатта текшириш лозим. Қўпгина ҳолларда бундай текшириш олинган натижанинг хатосини топишда ёрдам беради. Масалан, иссиқлик машинасининг Ф.И.К. бирдан катта бўлмайди, энг оддий зарраларнинг ёки жисмларнинг тезлиги ёруғликнинг бўшлиқдаги тезлигидан катта бўла олмайди ва ҳоказо.

8. Изланаётган катталиқнинг бирлиги ишчи ифода ёрдамида келтириб чиқарилади ва унинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилинади.

1-бoб

Механиканинг физик асослари

1-§. Кинематика

Асосий формулалар. Тўғри чизикли текис ҳаракатда босиб ўтилган s – йўл қиймати қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$S = v \cdot t$$

Тезлик қиймати $v = \frac{S}{t}$ ифода ёрдамида топилади.

Текис ҳаракатда $v = const$. Тўғри чизикли текис ўзгарувчан ҳаракатда босиб ўтилган S йўл қиймати

$$S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

формула орқали, тезлик эса $v = v_0 \pm at$ ифодага кўра топилади.

Бу тенгламаларда a – тезланиш, ҳаракат текис тезланувчан бўлса мусбат ва текис секинланувчан бўлса манфий бўлади.

Умумий ҳолда тўғри чизикли ҳаракатда тезлик $v = \frac{dS}{dt}$, тезланиш эса

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 S}{dt^2}$$
 ифодалар орқали аниқланади.

Эгри чизикли текис ҳаракатда тўла тезланиш қиймати қуйидагига тенг.

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

бу ерда a – тўла тезланиш, a_t - тангенциал тезланиш, a_n - нормал (марказга интилма) тезланиш.

$$a_t = \frac{dv}{dt} \quad \text{ва} \quad a_n = \frac{v^2}{R}$$
 ифодалар орқали аниқланади.

бу ерда v - ҳаракатланувчи жисм тезлиги, R - траекториянинг берилган нуктадаги эгрилик радиуси.

Айланма ҳаракат учун бурчак тезлиги: $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$ ифодага эга,

бу ерда ω - бурчак тезлик, T - айланиш даври, n - айланиш частотаси.

Текис айланма ҳаракатда бурилиш бурчаги φ - қуйидаги формула орқали аниқланади

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t,$$

бу ерда φ_0 - бошланғич бурчаги, $\varphi - t$ вақтдан сўнг бурилиш бурчаги.

Айланма ҳаракат текис ўзгарувчан бўлса, бурилиш бурчаги φ

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

ифодага эга, бунда ω_0 - бошланғич бурчак тезлик, ε - бурчак тезланиш.

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$$

бу ерда $\varepsilon = const$

Умумий ҳолда айланма ҳаракатда бурчак тезлик

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

бурчак тезланиш эса

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

кўринишга эга.

Бурчак тезлик ω , чизиқли тезлик v билан қуйидаги муносабат орқали боғланган

$$v = \omega R$$

Айланма ҳаракатда тангенциал ва нормал тезланишларни қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$a_t = \varepsilon R, \quad a_n = \omega^2 R$$

Масала ечиш намуналари

1–масала. Жисмнинг босиб ўтган йўли S нинг t вақтга боғлиқлиги $S = A + Bt + Ct^3$ тенглама орқали берилган, бунда $A=4$ м, $B=2$ м/с ва $C=0,5$ м/с³. 1) тезлик v нинг ва тезланиш a нинг t вақтга боғлиқлиги, 2) ҳаракат бошланишидан 2 сек ўтгандан кейин жисмнинг босиб ўтган йўли, тезлиги ва тезланиши топилсин.

Берилган

$$S = A + Bt + Ct^3$$

$$A=4 \text{ м}, B=2 \text{ м/с}$$

$$C=0,5 \text{ м/с}^3$$

$$\underline{t=2 \text{ сек}}$$

Ечиш: Тезлик v нинг ва тезланиш a нинг t вақтга

боғлиқлигини аниқлаш учун $S = A + Bt + Ct^3$ тенгламани дифференциаллаш керак.

$$v = \frac{dS}{dt} = (A + Bt + Ct^3)'_t \quad v = B + 3Ct^2 \quad \text{тезлик формуласи}$$

$$S-?, v-?, a-? \quad a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2} = (B + 3Ct^2)'_t \quad \text{тезланиш формуласи} \quad a = 6Ct$$

Босиб ўтган йўли S ни, тезлик v ни ва тезланиш a ни ҳисоблаш учун $t=2$ с вақтни формулаларга қўйиб ечилади.

$$S = A + Bt + Ct^3 = 4 + 2 \cdot 2 + 0,5 \cdot 8 = 12 \text{ м}$$

$$v = 2 + 3 \cdot 0,5 \cdot 4 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = 6 \cdot 0,5 \cdot 2 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2-масала: Бошланғич айланиш частотаси $n_0 = 5 \text{ с}^{-1}$ бўлган ғилдирак тормозланиш натижасида $t=1$ мин давомида айланиш частотаси $n=3 \text{ с}^{-1}$ гача камайган. Шу вақт оралиғидаги ғилдиракнинг бурчак тезланиши ва айланишлар сони топилсин.

Берилган

$$n_0 = 5 \text{ c}^{-1}$$

$$n = 3 \text{ c}^{-1}$$

$$t = 1 \text{ мин}$$

$$\varepsilon - ?, \quad N - ?$$

Ечиш: Текис ўзгарувчан айланма ҳаракат қилаётган ғилдирак учун қуйидаги тенгламалар ўринлидир.

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad (1)$$

$$\omega = \omega_0 - \varepsilon t \quad (2)$$

$\varphi = 2\pi N$ ва $\omega = 2\pi n$ га тенглигини эътиборга олсак (2) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин $2\pi n = 2\pi n_0 - \varepsilon t$ бундан

$$\varepsilon = \frac{2\pi(n_0 - n)}{t}; \quad \varepsilon = \frac{2 \cdot 3,14(5 - 3)}{60} \frac{\text{рад}}{\text{с}^2} = 0,21 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$$

(1) ва (2) тенгламаларни таққослаб, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади.

$$N = n_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{4\pi}; \quad N = 5 \cdot 60 - \frac{0,21 \cdot 60^2}{4 \cdot 3,14} = 240$$

Масалалар

1.1. Автомобиль йўлнинг биринчи ярмини $v_1 = 22 \text{ м/с}$ тезлик билан иккинчи ярмини эса $v_2 = 11 \text{ м/с}$ тезлик билан босиб ўтган. Автомобиль ҳаракатининг ўртача тезлиги топилсин.

1.2. Автомобиль ўз ҳаракати давомида вақтнинг биринчи ярмида $v_1 = 11 \text{ м/с}$ тезлик билан, қолган вақтида эса $v_2 = 22 \text{ м/с}$ тезлик билан ҳаракатланган. Автомобиль ҳаракатининг ўртача тезлиги топилсин.

1.3. Пароход дарёда A манзилдан B манзилга $v_1 = 10 \text{ км/соат}$ тезлик билан, қайтишда эса $v_2 = 16 \text{ км/соат}$ тезлик билан ҳаракат қилади. Пароходнинг ўртача тезлиги ва дарё оқимининг тезлиги топилсин.

1.4. Вертикал юқорига тик отилган копток $t = 3 \text{ с}$ дан кейин ерга қайтиб тушади. Копток қандай бошланғич тезлик билан отилган, ва қандай баландликка кўтарилган? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

1.5. $H = 300 \text{ м}$ баландликдаги вертолётдан жисм ташланган. Жисм қанча вақтдан кейин ерга тушади, агарда вертолёт 1) 5 м/с тезлик билан юқорига кўтарилаётганда, 2) 5 м/с тезлик билан пастга тушаётганда, 3) бир жойда турганда (қўзғалмас бўлганда).

1.6. Жисмнинг ҳаракатланиш қонуни $S = 15t + 0,4t^2$ тенглама билан ифодаланади. Жисмнинг бошланғич тезлиги ва тезланиши топилсин.

1.7. Темир йўл станциялари орасидаги масофа $S = 1,5 \text{ км}$. Поезд бу масофанинг биринчи ярмида текис тезланувчан, қолган иккинчи ярмида текис секинланувчан ҳаракат қилади. Поезднинг максимал тезлиги $v = 50 \text{ км/соат}$ га тенг. 1) Тезланувчан ва секинланувчан ҳаракатнинг тезланишларини миқдор

жиҳатдан тенг деб ҳисоблаб, унинг катталиги (қиймати), 2) поезднинг икки станция орасидаги ҳаракат вақти топилсин.

1.8 $v_0=36$ км/соат тезлик билан ҳаракат қилаётган поезд текис секинланувчан ҳаракат қилиб, $t=20$ с дан кейин тўхтайтиди. Поезднинг манфий тезланиши ва шу вақт давомида қанча масофани босиб ўтиши топилсин.

1.9. Тормозланган поезд текис секинланувчан ҳаракат қилиб $t=60$ секундда ўз тезлигини $v_1=40$ км/соат дан $v_2=28$ км/соат гача камайтирган. 1) поезднинг манфий тезланиши ва 2) тормозланиш вақтида ўтган йўли топилсин.

1.10. Вагон $a=-0,5$ м/с² манфий тезланиш билан текис секинланувчан ҳаракат қилмоқда. Вагоннинг бошланғич тезлиги $v_0=54$ км/соат. Вагон қанча вақтдан кейин ва бошланғич нуқтадан қанча ўзоқликда тўхтайтиди?

1.11. Жисмнинг босиб ўтган йўли S нинг t вақтга боғлиқлиги $S = At - Bt^2 + Ct^3$ тенглама орқали берилган, бунда $A = 2$ м/с, $B = 3$ м/с² ва $C = 4$ м/с³. 1) тезлик v нинг ва тезланиш a нинг вақт t га боғлиқлиги, 2) ҳаракат бошланишидан 2 сек ўтгандан кейин жисмнинг босиб ўтган йўли, тезлиги ва тезланиши топилсин. $0 \leq t \leq 3$ с интервалда 0,5 сек дан оралатиб йўл, тезлик ва тезланишнинг графиги чизилсин.

1.12. Жисмнинг босиб ўтган йўли S нинг t вақтга боғлиқлиги $S = A - Bt + Ct^2$ тенглама орқали берилган, бунда $A=6$ м, $B=3$ м/с ва $C=2$ м/с². Жисмнинг 1 с дан 4 с гача бўлган вақт чегарасидаги ўртача тезланиши топилсин. $0 \leq t \leq 5$ с интервалда 1 сек дан оралатиб йўл, тезлик ва тезланишнинг графиги чизилсин.

1.13. Жисмнинг босиб ўтган йўли S нинг t вақтга боғлиқлиги $S=A+Bt+Ct^2$ тенглама орқали берилган, бунда $A=3$ м, $B=2$ м/с, $C=1$ м/с². Жисм ҳаракатининг биринчи, иккинчи ва учинчи секунд оралиғидаги ўртача тезлиги ва ўртача тезланиши топилсин.

1.14. Моддий нуқта ҳаракати $x = At + Bt^2$ тенглама билан берилган. Бунда $A=4$ м/с ва $B=-0,05$ м/с². Нуқтанинг тезлиги нолга тенг бўлган вақт моменти топилсин. Шу вақт учун нуқтанинг координатаси ва тезланиши аниқлансин.

1.15. Жисмнинг босиб ўтган йўли S нинг t вақтга боғлиқлиги $S=A+Bt+Ct^2+Dt^3$ тенглама орқали берилган, бунда $C=0,14$ м/с² ва $D=0,01$ м/с³. 1) ҳаракат бошлангандан қанча вақт ўтгандан кейин жисмнинг тезланиши $a=1$ м/с² га тенг бўлади? 2) шу вақт оралиғида жисмнинг ўртача тезланиши нимага тенг бўлади.

1.16. Жисм тезлигининг вақтга боғланиши $v=20 + 2t$ тенглама билан ифодаланади. Ҳаракат бошлангандан $t=5$ с вақт ўтганда у қанча йўл босади ва жисм тўхтагунча қанча вақт ҳаракат қилган.

1.17. Баландлиги $H=25$ м бўлган минорадан тош $v_0=15$ м/с тезлик билан горизонтал отилган. 1) тошнинг қанча вақт ҳаракатланиши, 2) минора асосидан қанча S_x масофада ерга тушиши, 3) ерга қандай тезлик билан тушиши ва 4) ерга тушиш нуқтасида унинг траекторияси билан горизонт орасидаги бурчак ϕ топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

1.18. Горизонтал отилган жисм $t=0,5$ с дан кейин ташланиш жойидан горизонтал бўйлаб $S=5$ м ўзоққа бориб тушган. 1) Жисм қандай h

баландликдан ташланган. 2) у қандай бошланғич v_0 тезлик билан ташланган, 3) у ерга қандай v тезлик билан тушган, 4) унинг ерга тушиш нуқтасидаги траекторияси горизонт билан қандай φ бурчакни ташкил қилади. Ҳавонинг қаршилиги эътиборга олинмасин.

1.19. Горизонтга v_0 тезлик билан қиялатиб отилган жисмнинг ҳаракат вақти $t = 2,2$ с га тенг. Унинг кўтарилган энг катта баландлиги топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

1.20. Жисмни горизонтга $\alpha = 45^\circ$ бурчак остида $v_0 = 14,7$ м/с тезлик билан отилгандан $t = 1,25$ с ўтгач, унинг нормал ва тангенциал тезланиши топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

1.21. Жисм $\omega = 2 + 0,5t$ тенглама бўйича айланма ҳаракат қилади. Ҳаракат бошлангандан $t = 20$ с ўтгач жисм неча марта тўла айланади.

1.22. 1) Ернинг суткалик айланиши. 2) соатдаги соат стрелкасининг, 3) соатдаги минут стрелкасининг, 4) айлана орбита бўйлаб $T = 88$ мин айланиш даври билан ҳаракатланаётган Ер сунъий йўлдошининг бурчак тезликлари ва 5) агар сунъий йўлдошнинг орбитаси Ер сиртидан 200 км баландликда бўлса, унинг чизиқли ва бурчак тезлиги топилсин.

1.23. Текис тезланиш билан айланаётган ғилдирак ҳаракат бошидан $N = 10$ марта айлангандан кейин $\omega = 20$ рад/с бурчак тезликка эришса, унинг бурчак тезланиши топилсин.

1.24. Маховой ғилдирак ҳаракат бошланишидан $t = 1$ мин. ўтгач $n = 720$ айл/мин. га мос частотага эришади. Ғилдиракнинг бурчак тезланиши ва бир минутдаги айланиш сони топилсин. Ҳаракат текис тезланувчан деб ҳисоблансин.

1.25. Текис секинланиб айланаётган ғилдирак тормозланиш натижасида $t = 1$ мин давомида айланиш частотасини $n_1 = 300$ айл/мин. дан $n_2 = 180$ айл/мин гача камайтиради. Ғилдиракнинг бурчак тезланиши ва бир минут ичидаги айланишлар сони топилсин.

1.26. Вентилятор $n = 900$ айл/мин частотага мос тезлик билан айланади. Вентилятор ўчирилгандан кейин у текис секинланувчан ҳаракат қилиб, то тўхтагунча 75 марта айланган. Вентилятор ўчирилгандан то тўхтагунча қанча вақт ўтган.

1.27. Вал $n = 180$ айл/мин частотага мос ўзгармас тезлик билан айланади. Вал тормозланган вақтдан бошлаб сон жиҳатдан $\varepsilon = 3$ рад/с² га тенг бурчак тезланиш билан текис секинланувчан айланма ҳаракат қилади. 1) вал қанча вақт ўтгач тўхтайди. 2) то тўхтагунча у неча марта айланади.

1.28. Радиуси $R = 0,2$ м бўлган диск $\varphi = 3t + 0,1t^3$ тенгламага мувофиқ айланма ҳаракат қилади. Вақтнинг $t = 10$ с пайти учун диск айланасидаги нуқталарнинг тангенциал, нормал ва тўла тезланишни аниқланг.

1.29. Радиуси $R = 0,1$ м ғилдирак $\varepsilon = 3,14$ рад/с² ўзгармас бурчак тезланиш билан айланади. Ҳаракат бошланишидан кейинги биринчи секунднинг охирида ғилдирак гардишидаги нуқталарнинг 1) бурчак тезлиги, 2) чизиқли тезлиги, 3) тангенциал тезланиши, 4) нормал тезланиши, 5) тўла тезланиши ва 6) тўла тезланиш билан ғилдирак радиуси орасидаги бурчак топилсин.

1.30. Нукта $R=2$ см радиусли айлана бўйлаб ҳаракатланади. Йўлнинг вақтга боғланиши $x = Ct^3$ тенглама орқали берилган, бунда $C=0,1$ м/с³. Тезлиги $v=0,3$ м/с га тенг бўлганда нуктанинг нормал ва тангенциал тезланиши топилсин.

1.31. Нукта айлана бўйлаб шундай ҳаракатланадики, йўлнинг вақтга боғланиши $S=A+Bt + Ct^2$ тенглама орқали берилган, бунда $B = -2$ м/с, ва $C=1$ м/с². Агар ҳаракат бошланишидан $t' = 2$ с ўтгач нуктанинг нормал тезланиши $a_n = 0,5$ м/с² га тенг бўлса, ҳаракат бошланишидан $t = 3$ с ўтгандан кейин нуктанинг чизикли тезлиги, унинг тангенциал, нормал ва тўла тезланиши топилсин.

1.32. Радиуси $R=0,1$ м бўлган ғилдирак шундай айланадики, ғилдирак радиусининг бурилиш бурчаги билан вақт орасидаги боғланиш $\varphi = A+Bt + Ct^3$ тенглама орқали берилган, бунда $B= 2$ рад/с, $C=1$ рад/с³. Ҳаракат бошлангандан 2 с ўтгач ғилдирак гардишидаги нукталар учун қуйидаги катталиклар: 1) бурчак тезлик, 2) чизикли тезлик, 3) бурчак тезланиш, 4) тангенциал тезланиш, 5) нормал тезланиш топилсин.

1.33. Ғилдирак шундай айланадики, ғилдирак радиусининг бурилиш бурчаги билан вақт орасидаги боғланиш $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ тенглама орқали берилади, бунда $B=1$ рад/с, $C=1$ рад/с² ва $D=1$ рад/с³. Ҳаракатнинг иккинчи секундининг охирида ғилдирак гардишидаги нукталарнинг нормал тезланиши $a_n = 3,46 \cdot 10^2$ м/с² га тенг бўлса, ғилдиракнинг радиуси топилсин.

1.34. Нукта радиуси 4 см бўлган айлана бўйлаб $x=At^3$ тенгламага биноан ҳаракатланмоқда, бунда $A=2$ м/с³. Вақтнинг қайси t моментида нуктанинг a_n нормал тезланиши тангенциал тезланишига тенг бўлади. Шу вақт учун тўла тезланиш a топилсин.

1.35. $R=10$ см радиусли диск $\varphi=A+Bt+Ct^3$ тенгламага биноан айланмоқда. Бунда $A = 2$ рад, $B = 1$ рад/с, $C = 0,1$ рад/с³. Вақтнинг $t=5$ с моменти учун бурчак тезлиги, чизикли тезлик ва бурчак тезланиши топилсин.

1.36. Автомашина ғилдираги тормозланиши натижасида 1 мин давомида айланиш частотаси $n = 6$ с⁻¹ гача камайтирган. Ғилдиракнинг бурчак тезланиши ва бир минут ичидаги айланишлар сони топилсин.

1.37. Диск $\varepsilon = 4$ рад/с² бурчак тезланиш билан айланмоқда. Айланиш частотаси $n_1=300$ мин⁻¹ дан $n_2=90$ мин⁻¹ гача ўзгарганда диск неча марта айланган, шу айланиш учун кетган вақт ҳам топилсин.

1.38. $R=40$ см радиусли ғилдирак $\varphi = 4+5t + t^3$ тенглама бўйича айланма ҳаракат қилади. Ҳаракат бошлангандан $t=1$ с вақт ўтгач, ғилдирак гардишида ётган нукталар учун чизикли тезлик ва тўла тезланиши топилсин.

1.39. Жисм шундай ҳаракат қиладики унинг бурчак тезлиги ва вақт орасидаги боғланиши $\omega = A+Bt$ тенглама орқали берилади, бунда $A=4$ рад/с, $B=1,5$ рад/с². Ҳаракат бошлангандан $t=20$ с вақт давомидаги айланишлар сони топилсин.

2-§. Жисмнинг илгариланма ҳаракат динамикаси. Ньютон қонунлари

Асосий формулалар. Динамиканинг асосий қонуни (Ньютоннинг иккинчи қонуни)

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

Бу ерда F – жисмга таъсир қилаётган барча кучларнинг геометрик йиғиндиси бўлиб, у жисм массасининг шу куч таъсирида жисм олган тезланиши кўпайтмасига тенг.

Умумий ҳолда Ньютоннинг II–қонуни қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{d(mv)}{dt}$$

бунда $P = mv$ – жисм импульсидир, $F\Delta t$ – куч импульси.

Механикада масалалар ечишда қуйидаги учта кучларни эътиборга олиш керак.

1. Оғирлик кучи $P = mg$

2. Ишқаланиш кучи $F_{\text{ишқ}} = \mu N$, бу ерда μ – ишқаланиш коэффициент, N – таянчнинг реакция кучи (нормал босим кучи).

3. Эластиклик кучи $F_{\text{эл}} = -kx$, (бунда k – бикрлик коэффициенти, x – деформация катталиги)

Механик иш ва қувват. S масофани ўтишда F кучнинг бажарган иши қуйидаги формула билан ифодаланади: $A = \int_s F_s \cdot ds$, бунда F_s кучнинг силжиш

йўналишига проекцияси, ds – элементар силжиш. Интеграл бутун йўл S - бўйича олинади.

Агар кучнинг микдори ҳамда унинг силжиш йўналиши билан ҳосил қилган бурчаги ўзгармас бўлса, юқоридаги формула $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$ кўринишда бўлади, бунда α – куч F ва силжиш S орасидаги бурчак.

Агарда $\alpha < \frac{\pi}{2}$ бўлса унда $A > 0$; агарда $\alpha = \frac{\pi}{2}$ бўлса, унда $A = 0$; агарда $\alpha > \frac{\pi}{2}$ бўлса унда $A < 0$ бўлади. Қувват $N = \frac{dA}{dt}$ формула билан аниқланади.

Қувват ўзгармас бўлса $N = \frac{A}{t}$ бўлади, бунда A – жисмнинг t вақт ичида бажарган иши. Шунингдек қуйидаги формуладан оний қувватни аниқланиш мумкин: $N = \frac{dA}{dt}$ ёки $N = Fv \cos \alpha$ бунда v – тезлик.

Энергия. Ҳаракатдаги жисмнинг иш бажара олиш қобилиятига кинетик энергия дейилади, у жисм массаси m ва тезлиги v ни квадратининг кўпайтмасини ярмига тенг.

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{P^2}{2m}$$

бунда $P = mv$ жисмнинг импульси.

Нисбатан тинч турган жисмларнинг иш бажара олиш қобилиятига потенциал энергия дейилади.

$$E_n = mgh$$

1. Деформацияланган жисм (пружина)нинг потенциал энергияси

$$E_n = \frac{kx^2}{2} \quad \text{бунда } k - \text{жисм (пружина)нинг бикрлик коэффиценти.}$$

2. Массалари m_1 ва m_2 бўлган, бир – биридан r масофада жойлашган икки жисм (моддий нукта) орасидаги гравитацион ўзаро тортиш потенциал энергияси $E_{nom} = G \frac{m_1 m_2}{r}$ бунда G – гравитацион доимий,

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$$

3. Оғирлик кучи майдонида жойлашган жисмнинг потенциал энергияси: $E_{nom} = P \cdot h = mgh$, бунда P – жисмнинг оғирлиги, h – жисмнинг Ер сиртидан баландлиги, g – эркин тушиш тезланиши.

Тўла механик энергия деганда кинетик ва потенциал энергияларнинг йиғиндисини тушуниш керак, яъни $E = E_k + E_{nom}$

Энергиянинг сақланиш қонуни. Ёпиқ системадаги жисмларнинг тўлиқ механик энергияси E ўзгармас бўлиб, бир турдан иккинчи турга, яъни кинетик энергия E_k дан потенциал энергия E_n га ва аксинча айланиб туради:

$$E = E_k + E_{nom} = \frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}.$$

Агарда жисмга (жисмлар системасига) ташқи кучлар (масалан, ишқаланиш кучи, тортиш кучи) таъсир этаётган бўлса у ҳолда энергиянинг сақланиш қонуни бажарилмайди.

У ҳолда қуйидаги муносабат ўринлидир. $A = \Delta E = E - E_0$, бунда A – жисмга таъсир этаётган ташқи кучларнинг бажарган иши, E ва E_0 – жисмнинг бошланғич ва охириги энергияси, ΔE – тўла механик энергиянинг ўзгариши.

Импульснинг сақланиш қонуни. Ньютоннинг иккинчи қонунини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин. $F\Delta t = \Delta(mv)$, бунда $F\Delta t$ – куч импульси, mv – жисм импульси. Ньютоннинг иккинчи қонунини дифференциал кўринишда ёзсак

$$Fdt = d(mv) \quad \text{ёки} \quad F = \frac{d(mv)}{dt}.$$

Агар ўзаро таъсирлашувчи жисмларга ташқаридан қўшимча кучлар, масалан, ишқаланиш кучлари, электр ва магнит кучлар таъсир этаётган бўлса унда қуйидаги муносабат ўринлидир.

$$\sum_{i=1}^n \Delta(m_i v_i) = \sum_{i=1}^n F_i \Delta t$$

бунда $\Delta m_i v_i$ – системадаги ҳамма m массали жисмлар импульсининг ўзгариши. Ташқи кучлар мавжуд бўлмаса, унда импульснинг сақланиш қонуни қуйидагидан иборат бўлади.

$$\sum_{i=1}^n m_i v_i = \text{const}$$

Икки жисмнинг ўзаро таъсирлашишидаги импульснинг сақланиш қонуни

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

кўринишда бўлади.

Бунда v_1 ва v_2 лар жисмларнинг тўқнашишидан олдинги тезликлари, u_1 ва u_2 лар тўқнашгандан кейинги тезликлари, m_1 ва m_2 лар жисмларнинг массалари.

Массалари m_1 ва m_2 бўлган икки жисмнинг бир тўғри чизик бўйлаб ноэластик марказий тўқнашишдан кейинги уларнинг умумий тезлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

бунда v_1 - биринчи жисмнинг, v_2 - иккинчи жисмнинг тўқнашишидан олдинги тезликлари.

Эластик марказий урилишдан кейин жисмлар турлича тезликлар билан ҳаракатланади. Биринчи жисмнинг урилишидан кейинги тезлиги

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

ва иккинчи жисмнинг урилишидан кейинги тезлиги

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_1 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

Фойдали иш коэффиценти. $\eta = \frac{A_\phi}{A_{\text{ум}}}$; $\eta = \frac{N_\phi}{N_{\text{сарф}}}$; бунда A_ϕ , N_ϕ - фойдали

иш (куват).

Масалалар ечиш намуналари.

1-масала. Массаси $m=50\text{кг}$ бўлган юк арқон билан $t=2\text{с}$ ичида $h=10\text{м}$ юқорига кўтарилмоқда (ҳаракатни текис тезланувчан деб ҳисобланг). Арқоннинг таранглик кучини аниқланг.

Берилган;

$h=10\text{м},$

$t=2\text{с},$

$m=50\text{кг}$

Топиш керак

T -?

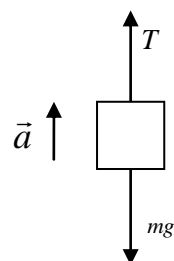
Ечиш. Юкка таъсир этаётган кучларни чизма орқали тасвирлаш керак. Юкка иккита куч таъсир этади: пастга йўналган mg – оғирлик кучи ва \bar{T} – юқорига йўналган таранглик кучи. Кучларнинг йўналишини эътиборга олиб, ҳаракат юқорига йўналганлиги сабабли Ньютоннинг иккинчи қонунига асосан қуйидаги тенгламани ёзамиз. $T - mg = ma$ (1) бунда $T = m(a + g)$ (2) га тенглигини аниқлаймиз.

Ҳаракат текис тезланувчан ва бошланғич тезлиги нолга тенг бўлганлиги учун қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин.

$$h = \frac{at^2}{2} \quad (3)$$

(3) ифодадан

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad (4)$$



Энди 4-чи формулани 2-чи формулага қўйиб ҳисоблаймиз.

$$T = m(g + \frac{2h}{t^2})$$

$$T = 50(9,8 + \frac{2 \cdot 10}{4}) = 740 \text{ Н}$$

2-масала. $\ell = 5\text{ м}$ узунликдаги ипга боғланган $m = 45\text{ кг}$ массали юк горизонтал текисликда айлана чизади. Юкнинг айланиши $n = 16\text{ айл/мин}$ га мос келади. Вертикал ўқ билан ип қандай бурчак ҳосил қилади ва ипнинг таранглик кучи нимага тенг.

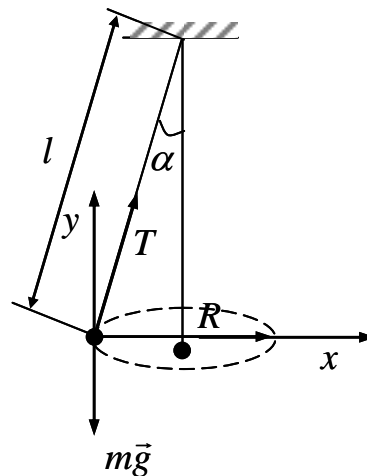
Берилган;

$$\ell = 5\text{ м}$$

$$m = 45\text{ кг}$$

$$n = 16\text{ айл/мин}$$

$$T - ? \quad \alpha - ?$$



Юкка оғирлик кучи билан ипнинг таранглик кучи таъсир этади. Ньютоннинг иккинчи қонунини вектор кўринишда ёзамиз.

$$m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a} \quad (1)$$

Юкнинг айлана бўйлаб ўзгармас тезлик билан ҳаракат қилаётгани учун, тўла тезланиш нормал тезланишдан иборат бўлиб у айлана маркази томон йўналган бўлади, яъни

$$a = a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = 4\pi^2 n^2 R \quad (2)$$

(1)-тенгламадаги векторларнинг x ва y ўқларига проекцияларини қуйидагича ёзамиз.

$$T \sin \alpha = m 4\pi^2 n^2 R \quad (\text{x ўқига}) \quad (3)$$

$$T \cos \alpha - mg = 0 \quad (\text{y ўқига}) \quad (4)$$

Чизмадан $R = \ell \cdot \sin \alpha$ га тенглигини қўрамиз ва R ни (3) формулага қўямиз.

$$T \sin \alpha = m 4\pi^2 n^2 \ell \sin \alpha$$

$$T \cos \alpha - mg = 0$$

$$T = m 4\pi^2 n^2 \ell$$

$$T \cos \alpha - mg = 0, \quad m 4\pi^2 n^2 \ell \cos \alpha = mg, \quad \cos \alpha = \frac{g}{4\pi^2 n^2 \ell}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{g}{4\pi^2 n^2 \ell}\right) \quad \text{қийматларни қўйиб ечамиз:}$$

$$T = m 4\pi^2 n^2 \ell$$

$$T = 45 \cdot 4 \cdot (3,14)^2 \frac{16^2}{3600} \cdot 5 = 631 \text{ Н}$$

$$\cos \alpha = \frac{m \cdot g}{T} = \frac{45 \cdot 9,8}{631} = 0,71 \quad \alpha = 45^\circ$$

3-масала. Массаси $m=5\text{ кг}$ бўлган жисм бирор баландликдан ерга $t=2,5\text{ с}$ да тушаяпти. Шу жисмнинг бажарган ишини топинг.

Берилган

$m=5\text{ кг}$

$t=2,5\text{ с}$

$A=?$

Таърифга асосан жисмнинг бажарган тўла иши $A = \int_H^0 F \cos \alpha dh$ (1)

бу ерда h – жисм тушаётган баландлиги, $F=mg$ жисмга таъсир этаётган оғирлик кучи, $\cos \alpha = -1$, (1) - тенгламани қуйидагича ёзамиз.

$$A = - \int_H^0 mg dh = -mgh \Big|_H^0 = mgH \quad (2)$$

Жисм фақат оғирлик кучи таъсирида тушганлиги учун $H = \frac{gt^2}{2}$ га тенг бўлади.

(2)-чи формулага H -нинг қийматини қўйсак

$$A = mg \frac{gt^2}{2} = \frac{mg^2 t^2}{2}$$

$$A = \frac{5 \cdot (9,8)^2 (2,5)^2}{2} = 1,5 \text{ кЖ}$$

Масалалар

2.1. $F_1 = 60 \text{ Н}$ куч жисмга $a_1 = 0,8 \text{ м/с}^2$ тезланиш беради. Бу жисмга қандай куч $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$ тезланиш беради?

2.2. Массаси $m = 4 \text{ кг}$ бўлган жисм бирор куч таъсири остида $a = 2 \text{ м/с}^2$ тезланиш олди. Шундай куч таъсири остида массаси $m = 10 \text{ кг}$ бўлган жисм қандай тезланиш олади?

2.3. Ўзгармас F куч таъсирида m_1 массали жисм $a_1 = 3 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан, m_2 массали жисм эса $a_2 = 7 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланса, шу F куч таъсирида бу икки жисм биргаликда қанча a тезланиш билан ҳаракатланади?

2.4. Ўзгармас F куч таъсирида арава маълум бир t вақт оралиғида $S_1 = 90 \text{ см}$ масофани ўтади. Унга $m_2 = 250 \text{ гр}$ юк қўйилганда эса шу куч таъсирида $S_2 = 30 \text{ см}$ масофани ўтади. Аравачанинг массасини m_1 ни топинг.

2.5. Массаси $m=2 \text{ Т}$ бўлган автомобиль жойидан қўзғалиб $t = 10 \text{ с}$ да $S = 100 \text{ м}$ йўл ўтди. Тортиш кучини топинг.

2.6. Бирор диаметрли пўлат сим $F = 4,4 \text{ кН}$ юкка чидаш бера олади. Бу симга $F_1 = 3,9 \text{ кН}$ юк осиб, у узилиб кетмаслиги учун юкни қандай максимал тезлик билан юқорига кўтариш керак?

2.7. Йўловчилар билан бирга лифтнинг массаси $m = 800 \text{ кг}$. Лифт осилган троснинг таранглиги: а) $T_1 = 12,0 \text{ кН}$ ва б) $T_2 = 6,0 \text{ кН}$ бўлса, лифт қандай тезланиш a билан ва қандай йўналишда ҳаракатланади?

2.8. Массаси $m = 1020$ кг бўлган автомобиль $t = 5$ с тормозлангандан кейин текис секинланувчан ҳаракат қилиб, $S = 25$ м масофани ўтиб тўхтайтиди. Автомобильнинг бошланғич тезлиги ва тормозланиш кучи топилин.

2.9. $m = 500$ Т массали поезд тормозланганда текис секинланувчан ҳаракат қилиб $t = 1$ мин давомида тезлигини $v_1 = 40$ км/соат дан $v_2 = 28$ км/соат гача камайтирган. Тормозлаш кучи $F_{\text{тор}}$ топилин.

2.10. Массаси $m = 20,0$ Т бўлган вагон $v_0 = 54$ км/соат бошланғич тезлик билан ҳаракат қилади. Агар вагон: а) $t = 100$ с; б) $t = 10$ с ва в) $t = 1$ с да тўхтаса, вагонга таъсир қилувчи ўртача куч топилин.

2.11. m массали жисм $F_1 = 40$ Н куч таъсирида $a_1 = 0,5$ м/с² тезланиш олади. Қандай F_2 куч бу жисмга $a_2 = 4$ м/с² тезланиш беради.

2.12. Ҳавода $m = 2$ кг массали жисм ерга $a = 6$ м/с² тезланиш билан тушмоқда. Ҳавонинг F қаршилик кучини топинг.

2.13. Лифт кабинасида массаси $m = 70$ кг бўлган одам турибди. Лифт $a = 1,8$ м/с² тезланиш билан пастга тушмоқда. Одамнинг кабина полига бераётган N -босим кучини аниқланг.

2.14. Ипга массаси $m = 1,0$ кг бўлган юк осилган. Агар юк осилган ип: 1) $a = 5$ м/с² тезланиш билан юқорига кўтарилаётган, 2) $a = 5$ м/с² тезланиш билан пастга тушаётган бўлса, бу икки ҳолда ипнинг таранглик кучлари аниқлансин.

2.15. $m = 6 \cdot 10^5$ кг массали поезд тормозланганда текис секинланувчан ҳаракат қилиб $t = 60$ с давомида тезлигини $v_1 = 44$ км/соат дан $v_2 = 32$ км/соат гача камайтиради. Тормозланиш кучини топинг.

2.16. Рельсда турган вагон текис тезланувчан ҳаракат қилиб, $S = 11$ м йўлни $t = 30$ с да ўтиш учун унга қандай куч таъсир қилиш керак. Вагоннинг оғирлиги $P = 10$ Т. Ҳаракат вақтида унга ўз оғирлигининг $0,05$ қисмига тенг бўлган ишқаланиш куч таъсир қилади.

2.17. Оғирлиги $P = 4,9 \cdot 10^6$ Н бўлган поезд тепловозининг тортиши тўхтагач, $F_{\text{ишқ}} = 9,8$ кН ишқаланиш кучи таъсирида $t = 60$ с дан кейин тўхтайтиди. Поезд қандай тезлик билан ҳаракат қилган.

2.18. $m = 20$ Т массали вагон $a = - 0,3$ м/с² ўзгармас манфий тезланиш билан ҳаракат қилади. Вагоннинг бошланғич тезлиги $v_0 = 54$ км/соат. 1) Вагонга қандай тормозланиш кучи таъсир қилган. 2) Вагон қанча вақтдан кейин тўхтайтиди. 3) Вагон тўхтагунча қанча йўлни босиб ўтади.

2.19. $m = 0,5$ кг массали жисм шундай тўғри чизиqli ҳаракатланадики, у ўтган S йўлнинг t вақтга қараб ўзгариш қонуни $S = At + Bt^2$ тенглама орқали берилган. Бунда $A = 10$ м/с, $B = 20$ м/с² жисмга таъсир қилган F кучни топинг.

2.20. $F = 10$ Н ўзгармас куч таъсирида жисм шундай тўғри чизиqli ҳаракатланадики, унинг босиб ўтган (S) нинг вақтга боғлиқлиги $S = A - Bt + Ct^2$ тенглама орқали берилган. Бунда $C = 1$ м/с². Жисм массаси топилин.

2.21. $m = 2$ кг массали жисм a тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Тезланишнинг ўзгариш қонуни $a = A + Bt$ ифода орқали берилган. Бунда $A = 5$ м/с², $B = 10$ м/с³. Куч таъсир қила бошлангандан сўнг, 5 с ўтгач, жисмнинг тезлиги ва унга таъсир қилаётган куч аниқлансин.

2.22. $m=1$ кг массали жисм шундай ҳаракатланадики, у ўтган S йўлнинг t вақтга боғланиши $S=Asin\omega t$ тенглама билан берилган. Бунда $A=0,05$ м ва $\omega=\pi$ рад/с. Ҳаракат бошланишидан $t=1/6$ с ўтгач, жисмга таъсир қилувчи F куч топилсин.

2.23. Массаси $m=0,2$ кг бўлган жисм $h=1$ м баландликдан $a=8$ м/с² тезланиш билан тушаяпти. Жисм импульсининг ўзгаришини топинг.

2.24. $v=500$ м/с тезлик билан учаётган $m=5\cdot 10^{-26}$ кг массали молекула идиш деворига тик урилади ва тезлигини ўзгартирмасдан девордан эластик қайтади. Урилиш вақтида идиш деворига берилган куч импульси топилсин.

2.25. $v=500$ м/с тезлик билан учаётган $m=5\cdot 10^{-26}$ кг массали молекула нормалга нисбатан идиш деворига 30° бурчакда урилади ва шундай бурчакда тезлигини ўзгартирмай эластик қайтади. Урилиш вақтида идиш деворига берилган куч импульси топилсин.

2.26. Автомобилнинг оғирлиги $9,8\cdot 10^3$ Н. Автомобиль ҳаракатланаётганда унга ўз оғирлигини $0,1$ қисмига тенг бўлган ишқаланиш кучи таъсир қилади. 1) Автомобиль текис ҳаракатланганда моторининг тортиш кучи қанча, 2) $a=2$ м/с² тезланиш билан ҳаракат қилгандачи.

2.27. Массаси $m=2$ кг бўлган жисмнинг ҳаракат тенгламаси $x=A-Bt+Ct^2$ тенглама билан ифодаланади. Бу ерда $A=5$ м, $B=8$ м/с, $C=4$ м/с² га тенг. Вақт ҳисоби бошлангандан кейин 2 с ва 4 с ўтгач импульсни ва таъсир этаётган кучнинг қийматини топинг.

2.28. Массаси $m=2$ кг юкни $h=1$ м баландликка F ўзгармас куч билан вертикал кўтаришда $A=78,5$ Ж иш бажарилган. Юк қандай тезланиш билан кўтарилган.

2.29. Одам массаси $m=2$ кг бўлган жисмни $h=1$ м баландликка $a=3$ м/с² тезланиш билан кўтарганида қандай иш бажаради.

2.30. Ҳажми $V=0,6$ м³ бўлган тош сувда $h=5$ м чуқурликдан сув сиртига кўтарилади. Тошнинг зичлиги $\rho=2500$ кг/м³. Тошни кўтаришда бажарилган ишни топинг.

2.31. Ҳаракатдаги $m=2$ кг массали жисмнинг: 1) тезлигини $v_1=2$ м/с дан $v_2=5$ м/с гача ошириш учун, 2) бошланғич тезлиги $v_0=8$ м/с бўлганда уни тўхтатиш учун қандай иш бажариш керак.

2.32. Жисмнинг импульси $P=8$ кг м/с кинетик энергия эса $E_k=16$ Ж. Жисмнинг массасини ва тезлигини топинг.

2.33. Массаси $m=20$ Т бўлган вагон $F=6$ кН ишқаланиш кучи таъсирида текис секинланувчан ҳаракат қилади ва маълум вақт ўтгач тўхтади. Вагоннинг бошланғич тезлиги $v_0=54$ км/соат га тенг. 1) ишқаланиш кучининг иши A . 2) вагон тўхтагунча ўтган масофа S топилсин.

2.34. $m=20$ кг массали юк тик юқорига йўналган $F=400$ Н ўзгармас куч таъсирида $h=15$ м баландликка кўтарилган. Кўтарилган юк қандай, 1) E_n потенциал энергияга эга бўлади, 2) F куч қандай A ишни бажаради.

2.35. Тош юқорига $v_0=15$ м/с тезлик билан тик отилади. Қандай баландликда тошнинг E_k кинетик энергияси унинг E_n потенциал энергиясига тенг бўлади.

2.36. $m_1 = 5$ кг массали милтиқда $m_2 = 5 \cdot 10^{-3}$ кг массали ўқ $v_2 = 600$ м/с тезлик билан отилиб чиқади. Милтиқнинг орқага тепиш тезлиги v_1 топилсин.

2.37. $v_1 = 8$ км/соат тезлик билан чопиб келаётган $m_1 = 60$ кг массали одам $v_2 = 2,9$ км/соат тезлик билан кетаётган $m_2 = 80$ кг массадаги аравадани қувиб етади ва унга сакраб чиқади. 1) шу пайтда аравадани қандай u тезлик билан ҳаракат қилади. 2) агар одам аравадани қарши томондан келиб чиқса, у қандай u' тезлик билан ҳаракат қилади.

2.38. $v_1 = 500$ м/с тезлик билан темир йўли бўйлаб горизонтал учиб келаётган $m_1 = 100$ кг массали снаряд $m_2 = 10$ т массали қум солинган вагонга тегади ва унга тикилиб қолади. Вагоннинг 1) ҳаракатсиз турган, 2) снаряд йўналишида $v_2 = 36$ км/соат тезлик билан ҳаракат қилаётган, 3) снарядга қарама-қарши йўналишда $v_2 = 36$ км/соат тезлик билан ҳаракат қилаётган пайтларда олган u тезлиги топилсин.

2.39. $v = 15$ м/с тезлик билан учиб кетаётган граната портлаб иккига парчаланаяди. $m_1 = 14$ кг бўлган катта парчаси $v_1 = 24$ м/с тезлик билан ўз ҳаракатини давом эттирди. $m_2 = 6$ кг бўлган иккинчи парчани v_2 тезлиги топилсин.

2.40. Ҳаракатсиз аравада турган одам $m_1 = 2$ кг массали тошни горизонтал йўналишда олдинга томон улоқтирганда аравадани $v = 0,1$ м/с тезлик билан орқага ғилдирайди. Аравадани билан одамнинг массаси $m_2 = 100$ кг га тенг. Отилган тошнинг ҳаракат бошланишидан $t = 0,5$ с ўтгандан кейинги кинетик энергияси E_k топилсин. Тошнинг ҳаракатида ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

2.41. $m = 5 \cdot 10^3$ кг массали тўпдан отилиб чиққан $m = 100$ кг массали снаряднинг кинетик энергияси $E_k = 7,5$ МЖ га тенг. Орқага тепиш туфайли тўп қандай E_k -кинетик энергияга эга бўлади.

3-§. Қаттиқ жисмнинг айланма ҳаракат динамикаси

Асосий формулалар. F – кучнинг бирор айланиш ўқиға нисбатан моменти – M қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$M = F \cdot \ell$$

бунда ℓ – айланиш ўқидан куч йўналган тўғри чизиққача бўлган масофа.

Моддий нуқтанинг бирор айланиш ўқиға нисбатан инерция моменти деб

$$I = mr^2$$

катталиққа айтилади; бунда m – моддий нуқтанинг массаси ва r – нуқтанинг ўққача бўлган масофаси.

Қаттиқ жисмнинг ўз айланиш ўқиға нисбатан инерция моменти қуйидагича бўлади:

$$I = \int r^2 dm = \int_V r^2 \rho dV$$

бунда интеграл жисмнинг бутун ҳажми бўйича олинади.

Интеграллаб, қуйидаги формулаларни олиш мумкин:

1. Яхлит цилиндрнинг (дискнинг) ўз ўқиға нисбатан инерция моменти:

$$I = \frac{1}{2} mr^2$$

2. Ички радиуси r_1 ва ташқи радиуси r_2 бўлган ковак цилиндрнинг (гардишнинг) ўз ўқиға нисбатан инерция моменти:

$$I = m \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$$

юпқа деворли ковак цилиндр учун $r_1 = r_2 = r$ бўлгани учун:

$$I = mr^2$$

3. R – радиусли бир жинсли шарнинг ўз марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти:

$$I = \frac{2}{5} mr^2$$

4. ℓ – узунлиқдаги бир жинсли стерженнинг ўртасидан тик равишда ўтган ўққа нисбатан инерция моменти:

$$I = \frac{1}{12} m\ell^2$$

Жисмнинг ўз оғирлиқ марказидан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти I_0 маълум бўлса, жисмнинг шу ўққа параллел бўлган ихтиёрий ўққа нисбатан инерция моменти I – Штейнер теоремасига асосан аниқланади:

$$I = I_0 + md^2$$

бу ерда m – жисмнинг массаси,

d – кўрилаётган ихтиёрий ўқ билан ва жисмнинг оғирлиқ марказидан ўтган ўқ орасидаги масофа.

Моддий нуқта импульси билан унинг айланиш ўқиғача бўлган масофага кўпайтмаси моддий нуқта импульсининг моменти дейилади:

$$L = P \cdot r = mvr$$

ёки $v = \omega r$ ва $I = mr^2$ эканлигини ҳисобга олинса, жисмнинг импульс моменти:

$$L = I\omega \quad \text{ва} \quad L = \sum_{i=1}^n I_i \omega_i$$

Айланма ҳаракат динамикаси асосий қонунининг тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$Mdt = d(I\omega),$$

бунда M – куч моменти, I – инерция моменти, ω – жисм айланма ҳаракатининг бурчак тезлиги. Агар $I = \text{const}$ бўлса, у вақтда

$$M = I \frac{d\omega}{dt} = I\varepsilon,$$

бунда ε – айлантирувчи куч моменти M нинг таъсирида жисмнинг олган бурчак тезланиши.

Айланма ҳаракат қилаётган жисмнинг кинетик энергияси:

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2},$$

Сирпанмасдан думалаб ҳаракатланаётган жисмнинг кинетик энергияси:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

Айланувчи жисмга таъсир қилувчи ўзгармас куч моментининг бажарган иши:

$$A = M \cdot \varphi$$

φ – жисмнинг бурилиш бурчаги.

Айланма ҳаракатдаги жисмнинг бажарган иши унинг кинетик энергияси ўзгаришига ҳам тенг:

$$A = \frac{I\omega_2^2}{2} - \frac{I\omega_1^2}{2}$$

Масала ечиш намуналари

1-масала. Массаси $m = 10\text{кг}$ ва $R = 20\text{см}$ бўлган шар ўз марказидан ўтувчи ўқ атрофида айланади. Шарнинг айланиш тенгламаси $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$ кўринишга эга, бунда $B = 4\text{рад}/\text{с}^2$, $C = 1\text{рад}/\text{с}^3$

Шарчага таъсир этаётган куч моментини ўзгариш қонуни топилсин, вақтнинг $t = 2\text{с}$ пайтдаги M – куч моменти аниқлансин.

Берилган:

$$m = 10\text{кг}, \quad R = 20\text{см} = 0,2\text{м}, \quad \varphi = A + Bt^2 + Ct^3$$

$$B = 4\text{рад}/\text{с}^2, \quad C = 1\text{рад}/\text{с}^3, \quad t = 2\text{с}$$

$$M - ?$$

Бу масала айланма ҳаракат динамикасининг асосий қонунини қўллаб ечилади.

$M = I\varepsilon$ (Ньютоннинг II - қонуни) бу ерда I – жисмнинг инерция моменти, ε - бурчак тезланиш, у бурилиш бурчагидан вақт бўйича олинган иккинчи тартибли ҳосилага тенг, яъни

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d\omega}{dt} \\ \omega &= \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d}{dt}(A + Bt^2 + Ct^3) = 2Bt + 3Ct^2 \\ \varepsilon &= \frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt}(2Bt + 3Ct^2) = 2B + 6 \cdot Ct\end{aligned}$$

$M = I(2B + 6Ct)$ бу тенглама шарчага таъсир этаётган куч моментини ўзгариш қонуни.

Шарнинг инерция моменти $I = \frac{2}{5}mR^2$ лиги эътиборга олсак, қуйидаги тенглама

чиқади.:

$$M = \frac{2}{5}mR^2(2B + 6 \cdot Ct)$$

берилган қийматларни қўйиб M - га нисбатан ечамиз:

$$M = \frac{2}{5} \cdot 10 \cdot 0,04(2 \cdot 4 + 6 \cdot 1 \cdot 2) = 3,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2–масала. Цилиндр горизонтал сирт бўйлаб сирпанишсиз думаламоқда. Цилиндрнинг тўлиқ кинетик энергияси. $T = 14 \text{ Ж}$, цилиндрнинг илгарилама ва айланма ҳаракат кинетик энергиялари $E_{\kappa 1}$ ва $E_{\kappa 2}$ аниқлансин.

Берилган:

$$T = 15 \text{ Ж}$$

$$E_{\kappa 1} - ? \quad E_{\kappa 2} - ?$$

Ечиш:

Цилиндр мураккаб ҳаракат қилади, яъни айланма ва илгарилама. Шунинг учун уни тўлиқ кинетик энергияси

$$T = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} - \text{илгариланма ҳаракат кинетик энергияси}$$

$$\frac{I\omega^2}{2} - \text{айланма ҳаракат кинетик энергияси}$$

$$I = \frac{1}{2}mR^2, \quad v = \omega \cdot R \text{ ларни эътиборга олсак}$$

$$T = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2v^2}{2R^2 \cdot 2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4}, \quad T = \frac{3mv^2}{4} \text{ бундан } mv^2 = \frac{4T}{3}$$

$$E_{\kappa 1} = \frac{mv^2}{2} = \frac{4T}{3 \cdot 2} = \frac{4 \cdot 15}{6} = \frac{60}{6} = 10 \text{ Ж}, \quad E_{\kappa 2} = \frac{mv^2}{4} = \frac{4T}{3 \cdot 4} = \frac{T}{3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ Ж}$$

Масалалар

3.1. Ер шарининг ўз айланиш ўқига нисбатан инерция моменти ва ҳаракат миқдори моментини ҳисобланг. Ернинг радиуси $R=6400$ км.

3.2. $m=0,3$ кг массали моддий нуқтанинг, нуқтадан $r=20$ см узоқликдан ўтган ўққа нисбатан инерция моменти I аниқлансин.

3.3. $I=63,6$ кг m^2 инерция моментига эга ғилдирак $\omega=31,4$ рад/с бурчак тезлик билан айланмоқда. Агар ғилдирак тормозловчи куч таъсирида $t=20$ сек ўтиб тўхтаса, тормозловчи кучнинг моментини аниқланг.

3.4. Радиуси $R=1$ м бўлган массаси эса $m=40$ кг ғилдиракка $F=98,1$ Н куч таъсир қилмоқда. Ғилдиракнинг бурчак тезланишини топинг.

3.5. Узунлиги $\ell=40$ см бўлган стержень $m=6$ кг массага эга. Стержень, узунлигига перпендикуляр ва ўртасидан ўтган ўқ атрофида айланади. Стержень бурилиш бурчагининг t вақтга боғлиқлиги $\varphi=3t^3-t^2+4t$ тенглама билан ифодаланади. Ҳаракат бошлангандан сўнг $t=2$ с ўтгач, стерженга таъсир қилаётган айланттирувчи куч моменти топилсин.

3.6. $R=0,2$ м радиусли бир жинсли дискнинг гардишига уринма равишда $F=98,1$ Н ўзгармас куч таъсир қилади. Айланма ҳаракат қилаётган дискка $M_{ишқ} = 4,9$ Н м ишқаланиш кучнинг моменти таъсир қилади. Агар диск ўзгармас $\varepsilon = 100$ рад/с² бурчак тезланиш билан айланаётган бўлса, дискнинг m массаси топилсин.

3.7. Шарнинг сиртига ўтказилган уринма билан мос тушувчи ўққа нисбатан I инерция моментини аниқланг. Шарнинг массаси $m=5$ кг, радиуси эса $R=0,1$ м.

3.8. Узунлиги $\ell=0,5$ м, массаси $m=0,2$ кг бўлган ингичка тўғри стерженнинг учига перпендикуляр бўлиб, учларининг биридан $\ell=0,15$ м масофада бўлган нуқтасидан ўтган ўққа нисбатан инерция моментини топинг.

3.9. Узунлиги $\ell=0,5$ м ва массаси $m=0,4$ кг бўлган ингичка бир жинсли таёкча вертикал текисликда ўз ўртасидан ўтган горизонтал ўқ атрофида айланмоқда. Агар айланттирувчи момент $M=0,01$ Н м га тенг бўлса, стержень қандай бурчакли тезланиш билан айланади.

3.10. Инерция моменти $I=245$ кг m^2 га тенг бўлган маховик ғилдирак $n=20$ айл/с билан айланади. Айланттирувчи M моментнинг таъсири тўхтатилгандан $t=1$ мин ўтгач ғилдирак тўхтади. 1) $M_{ишқ}$ -ишқаланиш кучининг моменти. 2) айланттирувчи момент таъсири тўхтатилгандан бошлаб то ғилдирак тўхтагунча унинг N -айланишлар сони топилсин.

3.11. Электродвигатель ротори минутига 955 айл. билан айланмоқда. Ротор тўхтагач мотор $t=10$ с ичида тўхтади. Унинг айланишида бурчак тезланиши қанча бўлади. Тўхтагунча неча марта айланади?

3.12. Реактив самолёт ўлик ҳалқа траекториясига кўра ҳаракат қилиб $v=108$ км/с тезлик билан кетмоқда. Ҳалқа $R=1$ км радиусга эга бўлса учувчи паст ҳалқа қисмидан ўтаётганда қандай куч билан ўриндикқа босади. Учувчи массаси $m=70$ кг.

3.13. Горизонтал самолёт шипига юк осилган. Юк $\alpha=20^\circ$ - бурчакка бурилган бўлса самолёт қандай тезланиш билан учмоқда?

3.14. Радиуси $R=0,5$ м бўлган барабанга массаси $m=2$ кг бўлган юк осилган. Агар юк $a=2$ м/с² тезланиш билан тушса барабаннинг инерция моменти аниқлансин.

3.15. Оғирлиги икки хил бўлган иккита жисм ип билан туташтирилган, бунда ип блокка ўрнатилган. Блокнинг инерция моменти $I=20$ кг м², радиуси $R=20$ см. Блок айланганда ишқаланиш кучи $F_{ишқ}=98,1$ Н·м юзага келади. Блокка осилган жисмлардаги ипларнинг таранглик кучи топилсин. Агар блок $\varepsilon=2,36$ рад/с² бурчак тезланиши билан айланса, таранглик кучи фарқи қанча.

3.16. $M=9$ кг массали барабанга ип ўралган бўлиб, унинг учига $m=2$ кг массали юк осилган. Юкнинг тезланиши топилсин. Барабан бир жинсли цилиндр деб ҳисоблансин. Ишқаланиш ҳисобга олинмасин.

3.17. $R=0,5$ м радиусли барабанга ип ўралган, унинг учига $m=10$ кг массали юк осилган. Агар юк пастга $a=2,04$ м/с² тезланиш билан тушаётгани маълум бўлса, барабаннинг инерция моменти топилсин.

3.18. Инерция моменти $I=0,1$ кг м² га тенг бўлган $R=20$ см радиусли барабанга ип ўралиб, унинг учига $m=0,5$ кг массали юк осилган, m юк барабан айлангунча полдан $h=1$ м баландликда бўлган. 1) қанча вақтдан кейин юкнинг полга тушиши, 2) юк полга урилган пайтдаги кинетик энергияси, 3) ипнинг T таранглик кучи топилсин. Ишқаланиш ҳисобга олинмасин.

3.19. Массаси $m=10,0$ кг ва радиуси $R=20$ см бўлган шар ўз марказидан ўтувчи ўқ атрофида айланади. Шарнинг айланиш тенгламаси $\varphi = A+Bt^2+Ct^3$ кўринишга эга, бунда $B=4$ рад/с², $C=-1$ рад/с³. Шарчага таъсир этаётган куч моментининг ўзгариш қонуни топилсин. Вақтнинг $t=2$ с пайтдаги куч моменти M аниқлансин.

3.20. $m=2$ кг массали диск горизонтал текисликда 4 м/с тезлик билан сирғанишсиз думалайди. Дискнинг кинетик энергияси топилсин.

3.21. $d=6$ см диаметрли шар горизонтал текисликда секундига $n=4$ айл/с билан сирғанишсиз думалайди. Шарнинг массаси $m=0,25$ кг. Шарнинг кинетик энергияси топилсин.

3.22. $m=4$ кг массали яхлит цилиндр горизонтал сирт бўйлаб сирпанишсиз думаламоқда. Цилиндр ўқининг чизиқли тезлиги $v=1$ м/с. Цилиндрнинг тўла кинетик E_t энергияси аниқлансин.

3.23. Бир хил $m=2$ кг массага эга бўлган чамбарак ва яхлит цилиндр бир хил $v=5$ м/с тезлик билан сирпанишсиз думаламоқда. Бу жисмларнинг кинетик энергиялари $E_{к1}$ ва $E_{к2}$ топилсин.

3.24. Массаси 50 кг ўқ ғилдирак четига тегиб ўрнашиб қолди. Ғилдиракнинг инерция моменти $I=0,2$ кг м². Ўқ ғилдирак марказидан $R=30$ см масофада ўрнашди. Ўқ ғилдирак четига ўрнашса, ғилдирак қандай тезлик билан айланади. Ўқнинг тезлиги 100 м/с.

3.25. Радиуси 12 см ва массаси 3 кг бўлган цилиндр ер сиртида ёни билан ётибди. Цилиндр билан ер сирти умумий чизиққа нисбатан цилиндрнинг инерция моментини аниқланг.

3.26. Шар қияликдан тушмоқда, қиялик узунлиги $\ell=7$ м, қиялик бурчаги $\alpha=30^\circ$. Қиялик охирига борганда шарнинг тезлиги қанча бўлади.

3.27. Туташ бўлмаган ғилдирак 30° остида бўлган қия текисликдан думаламоқда. Ғилдирак массаси 2 кг, ташқи радиуси 5 см. Ғилдирак 2 м масофага думалайди. Агар қия текислик чегарасига $v=3,3$ м/с тезлик билан етиб келган бўлса, ғилдиракнинг инерция моментини аниқланг.

3.28. Диаметри $0,6$ м ва массаси 1 кг бўлган диск ўзининг текислигига перпендикуляр ўқ атрофида айланмоқда, бунда $n=20$ айл/с га тенг. Шу дискни тўхтатиш учун қанча иш бажариш керак.

3.29. Ғилдирак секундига 5 марта айланмоқда. Бунда унинг энергияси 60 Ж га тенг. Ғилдиракнинг импульс моментини аниқланг.

3.30. Бола ҳалқа ғилдиракни горизонтал текисликда $7,2$ км/соат тезлик билан тепалик томонга ғилдиратмоқда. Ғилдирак ўз энергияси ҳисобига қанча масофага боради. Тепаликнинг баландлиги ҳар 100 метрда 10 м га тенг.

3.31. Радиуси $R=0,1$ м бўлган мис шар ўз ўқи атрофида $n=2$ марта/айланади. Шарнинг бурчак тезлигини икки марта орттириш учун яна қанча иш бажариш керак.

3.32. Инерция моменти $I=245$ кг m^2 бўлган маховик $n=20$ айл/с билан айланмоқда. Ғилдирак айлантирувчи куч моментининг таъсири тўхтагандан $N=100$ марта айланиб тўхтайди. 1) ишқаланиш кучининг моменти, 2) айлантирувчи куч момент тўхтагач ғилдиракнинг ўзи қанча вақтдан кейин тўхтайди.

3.33. Ғилдирак $\varepsilon=0,5$ рад/с² тезланиш билан айланмоқда, $t_1=15$ с ўтгач ғилдирак $L=73,5$ кг m^2/c импульс моментига эга бўлади. Айланиш бошлангач $t_2=20$ с дан сўнг ғилдиракнинг кинетик энергияси аниқлансин.

3.34. $v_1=0,1$ м/с тезлик билан сирғанишсиз думалаётган $m=1$ кг массали шар деворга урилиб, ундан $v_2=0,08$ м/с тезлик билан қайтади. Урилиш вақтида ажралган Q иссиқлик миқдори топилсин.

3.35. Массаси $m=100$ кг ва радиуси $R=0,4$ м бўлган диск шаклидаги тинч турган маховикни $n=10$ айл/с частота билан айлантириш учун қанча иш бажариш керак.

3.36. Маховикнинг массаси $M=0,5$ Т. Массани $d=1,5$ м диаметрли гардиш бўйича текис тақсимланган деб ҳисоблаш мумкин. Маховикнинг айланиш частотасини 0 дан 120 мин⁻¹ гача орттириш учун қанча иш бажариш керак.

3.37. $R=0,1$ м радиусли мис шар ўз марказидан ўтувчи ўқ атрофида $n=2$ айл/с га мос ўзгармас тезлик билан айланади. Шарнинг бурчак тезлигини икки марта ортириш учун қандай иш бажариш керак.

3.38. $m=5$ кг массали дискнинг гардишига уринма бўйлаб $F=19,6$ Н ўзгармас куч қўйилган. Кучнинг таъсири бошлангандан кейин $t=5$ с ўтгач, диск қандай E_k -кинетик энергияга эга бўлади.

3.39. Ғилдирак тормозланиш натижасида текис секинланувчан айланма ҳаракат қилиб, $t=1$ мин давомида ўз тезлигини $n_1=300$ айл/мин дан $n_2=180$ айл/мин гача камайтиради. Ғилдиракнинг инерция моменти $I=2$ кг m^2 . 1)

ғилдиракнинг бурчак тезланиши, 2) тормозловчи момент M , 3) тормозланиш иши A , 4) ғилдиракнинг $t=1$ мин давомидаги N -айланишлар сони топилсин.

3.40. $n=20$ айл/с тезлик билан айланаётган $m=50$ кг массали ва радиуси $R=0,3$ м бўлган маховикни $t=20$ с вақт ичида тўхтатиш учун унга қандай тормозловчи момент қўйиш лозим. Маховикнинг массаси унинг гардиши бўйлаб тақсимланган деб ҳисобланг. Тормозловчи момент қанча иш бажаради.

3.41. Вентилятор $n=900$ айл/мин га мос тезлик билан айланади. Вентилятор ўчирилгандан кейин, текис секинланувчан ҳаракатланиб, тўхтагунча $N=75$ марта айланади. Тормозланиш иши $44,4$ Ж га тенг. 1) Вентиляторнинг I - инерция моменти, 2) тормозлаш кучининг моменти M топилсин.

3.42. Маховик $n=10$ айл/с га мос ўзгармас частота билан айланади. Унинг кинетик энергияси $E_k=7,85$ кЖ. Маховикни айлантирувчи $M=50$ Н·м куч моменти унинг бурчак тезлигини қанча вақтдан кейин икки марта оширади.

3.43. Узунлиги $\ell=0,85$ м бўлган бир жинсли стержень юқори учидан ўтувчи ўққа горизонтал осилган. Стержень ўқ атрофида тўлиқ айланиши учун унинг пастки учига энг камида қандай тезлик бериши керак.

3.44. $\ell=0,15$ м узунликдаги тик қўйилган қалам столга йиқилиб тушаяпти. Йиқилишнинг охирида: 1) қаламнинг ўртаси; 2) унинг юқори учи қандай ω бурчак тезликка ва v чизиқли тезликка эга бўлади.

3.45. $R=1$ м, массаси $m=1000$ кг бўлган диск шаклидаги гироскопнинг бурчак тезлиги $t=1$ мин вақт ичида $\omega=31$ рад/с га етган бўлса, гироскопни ҳаракатга келтирадиган моторнинг қуввати N қанча бўлиши керак. Ишқаланиш ва ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

3.46. $m=100$ кг массали горизонтал платформа ўз оғирлик марказидан ўтувчи вертикал ўқ атрофида $n=10$ айл/мин частота билан айланади. Бунда $m=60$ кг массали одам платформанинг чеккасида турибди. Агар одам платформанинг четидан марказига ўтиб олса, платформа қандай ω тезлик билан айланади. Платформани бир жинсли доиравий диск деб, одамни эса моддий нукта деб ҳисобланг.

3.47. Массаси $m=80$ кг ва радиуси $R=1$ м бўлган горизонтал платформа $n=20$ айл/с га мос частота билан айланади. Платформанинг марказида қўлларини ёйиб, тошларни ушлаган ҳолда одам турибди. Агар одам қўлини тушириб, ўзининг инерция моменти $I_1=2,94$ кг м² дан $I_2=0,98$ кг м² гача камайтирса платформанинг $t=1$ мин даги айланишлар сони N қанча бўлади. Платформа бир жинсли доиравий диск деб ҳисоблансин.

3.48. $m=100$ кг массали ҳаракатсиз платформанинг устида $m=60$ кг массали одам турибди. Агар одам айланиш ўқининг атрофида $r=5$ м радиусли айлана бўйлаб платформага нисбатан $v=4$ км/соат тезлик билан ҳаракатланса, платформа $t=1$ мин да неча мартадан айлана бошлайди. Платформанинг радиуси $R=10$ м. Платформа бир жинсли доиравий диск деб, одамни моддий нукта деб ҳисоблансин.

3.49. Бир жинсли стержень ўзининг юқори учидан ўтувчи горизонтал ўқ атрофида, вертикал текисликда кичик тебранма ҳаракат қилади. Стерженнинг узунлиги $\ell = 0,5$ м га тенг бўлса, унинг тебраниш даври T топилсин.

3.50. Агар олдинги масалада стерженнинг айланиш ўқи ўзининг юқори учидан $d = 10$ см пастрок нуқтадан ўтган бўлса, стерженнинг айланиш даври T топилсин.

4-§. Механик тебранишлар ва тўлқинлар

Асосий формулалар. Гармоник тебранма ҳаракат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$x = A \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = A \sin(2\pi \cdot nt + \varphi_0)$, бунда x – нуктанинг ёки жисмнинг мувозанат вазиятидан силжиши (у турли вақтлар учун турлича бўлади), A – амплитуда, T – давр, $(\omega \cdot t + \varphi_0)$ -тебранишнинг t вақтдаги фазаси, φ_0 – бошланғич фаза, $n = \frac{1}{T}$ – тебраниш частотаси, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ – доиравий частота.

Тебранаётган нуктанинг тезлиги $v = \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi A}{T} \cos\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi_0\right)$ ва тезланиш

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{4\pi^2 A}{T^2} \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi_0\right) \text{ га тенг.}$$

m – массали нуктанинг гармоник тебранишини юзага келтирувчи куч F Ньютоннинг иккинчи конунига биноан қуйидаги кўринишга эга:

$$F = ma = -\frac{4\pi^2 m}{T^2} A \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) = -\frac{4\pi^2 m}{T^2} x = -kx$$

$$\text{бунда } k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Бу ерда T эса $F = -kx$ куч таъсирида тебранаётган нуктанинг тебраниш даври, бунда k – деформация коэффиценти бўлиб, сон жиҳатдан $x = l$ га тенг силжишни вужудга келтирувчи F кучга тенг.

Тебранаётган нуктанинг кинетик энергияси

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \cos^2\left(\frac{2\pi \cdot t}{T} + \varphi_0\right)$$

ва потенциал энергияси

$$E_{\text{ном}} = \frac{kx^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \sin^2\left(\frac{2\pi \cdot t}{T} + \varphi_0\right).$$

тўла энергияси

$$E_T = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2}.$$

Кичик бурчак остида тебранаётган математик маятникнинг тебраниш даври T қуйидагига тенг $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$, бунда ℓ – маятникнинг узунлиги ва g – эркин тушиш тезланиши.

Пружинага осилган m массали жисмнинг тебраниш даври T қуйидагига тенг: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ бунда k – пружинанинг бикирлиги. Физик маятникнинг тебраниш даври қуйидаги формула орқали аниқланади.: $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\ell}}$, бу ерда m – физик маятникнинг массаси, I – маятникнинг тебраниш ўқиға нисбатан

инерция моменти, ℓ – масса марказидан маятник осилган нуқтагача бўлган энг қиска масофа.

Бир тўғри чизик бўйлаб бир томонга йўналган иккита бир хил частотали $x_1 = A_1 \sin(\omega \cdot t + \varphi_1)$ ва $x_2 = A_2 \sin(\omega \cdot t + \varphi_2)$ тебранишлар қўшилиши натижасида ҳосил бўлган натижавий тебранишнинг амплитудаси ва фазаси

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos^2(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

формула билан аниқланади. Бу ерда A_1 ва A_2 қўшилувчи тебранишларнинг амплитудалари; φ_1 ва φ_2 уларнинг бошланғич фазалари.

Агар моддий нуқта бир вақтда тик йўналган иккита тебранишларда $x = A_1 \sin(\omega \cdot t + \varphi_1)$ иштирок этаётган бўлса, унинг натижавий тебраниш

тенгламаси $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$ кўринишга эга бўлади.

Агар $\varphi_2 - \varphi_1 = 0$ бўлса бу ҳолда траекториянинг тенгламаси $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} = \frac{2xy}{A_1 A_2}$

$$\left(\frac{y}{A_2} - \frac{x}{A_1} \right)^2 = 0 \text{ ёки } \frac{y}{A_2} - \frac{x}{A_1} = 0 \text{ ва } y = \frac{A_2}{A_1} x$$

нуқта тўғри чизик бўйлаб ҳаракатланади.

Агар фазалар фарқи $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2}$ бўлса, тенглама $\frac{x^2}{A_1^2} - \frac{y^2}{A_2^2} = 1$

кўринишни олади, бунда нуқта эллипс бўйлаб ҳаракатланади.

Агар $A_1 = A_2 = A$ бўлса A радиусли айлана тенгламаси бўлиб, моддий нуктанинг ҳаракат траекторияси айланадан иборат бўлади, $x^2 + y^2 = A^2$

Тўлқинлар. Тўлқин тарқалиш тезлиги v , тўлқин узунлиги λ , даври T (ёки частотаси n) ўзаро қуйидаги боғланишга эга: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot n$

Тўлқин манбаидан ℓ масофадаги фаза нуктасининг силжиши, яъни югурувчи тўлқиннинг тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$x = A \sin \omega \left(t - \frac{\ell}{v} \right) = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{\ell}{v} \right)$, тўлқин манбаидан ℓ_1 ва ℓ_2 масофада ётувчи

икки нуктанинг фазалар фарқи $\varphi_2 - \varphi_1$ қуйидагига тенгдир:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \frac{\ell_2 - \ell_1}{\lambda}$$

Тўлқинлар интерференциясида қуйидаги шарт бажарилганда максимум амплитуда ҳосил бўлади.

$$\ell_2 - \ell_1 = 2m \frac{\lambda}{2} \quad (m = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

$$\ell_2 - \ell_1 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (m = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

шартида амплитуда минимум бўлади.

Масалалар ечиш намуналари

1–масала. Массаси $m=10\text{кг}$ бўлган моддий нукта $x=0,05\sin(4\pi \cdot t + \pi)$ м қонун бўйича гармоник тебранма ҳаракат қилади. Моддий нуктага таъсир этувчи максимал куч F_{\max} ни ва тебранаётган моддий нуктанинг тўлиқ энергияси E_m ни топинг.

Берилган:

$$m = 10\text{кг} = 1 \cdot 10^{-2}\text{кг}$$

$$x = 0,05\sin(4\pi \cdot t + \pi)$$

$$F_{\max}, E_{\text{Тўла}} - ?$$

Ечиш: масалани ечиш учун берилган тенгламани гармоник тебранишнинг умумий кўринишдаги тенгламаси билан солиштирамиз: $x = 0,05\sin(4\pi \cdot t + \pi)$, $x = A\sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$

Бу икки тенгламани таққосланишидан қуйидаги келиб чиқади: Тебраниш амплитудаси $A = 0,05\text{м} = 5 \cdot 10^{-2}\text{м}$ доиравий частотаси $\omega = 4\pi\text{рад/с}$ $\varphi_0 = \pi = 180^\circ$

Тебранаётган нуктага таъсир этаётган куч ифодасидан фойдаланиб максимал кучнинг қийматини топамиз.

$$F = -mA\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0), \quad \sin(\omega t + \varphi_0) = 1 \quad \text{да} \quad F = F_{\max}$$

$$F = mA\omega^2 = 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} (4\pi)^2 = 788,8 \cdot 10^{-4}\text{Н} = 0,079\text{Н}$$

$$E_m = \frac{mA^2\omega^2}{2} = \frac{10^{-2} (5 \cdot 10^{-2})^2 (4\pi)^2}{2} = 1,79\text{мЖ}$$

2 – масала. $n = 4\text{с}^{-1}$ частотали тўлқин чизикча бўйлаб $v = 6\text{м/с}$ тезлик билан тарқалаётган бўлса, унинг тўлқин узунлиги λ ва бир биридан $\Delta\ell = 500\text{см}$ ораликда ётган икки нукталарнинг фазалар фарқи $\Delta\varphi$ топилсин.

Берилган:

$$n = 4\text{с}^{-1}$$

$$v = 6\text{м/с}$$

$$\Delta\ell = 500\text{см}$$

$$\lambda - ? \quad \Delta\varphi - ?$$

Ечилиши: тўлқин узунлиги λ ни қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$\lambda = \frac{v}{n} = \frac{6\text{м/с}}{4\frac{1}{\text{с}}} = 1,5\frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{Тўлқин нукталарининг орасидаги масофа } \Delta\ell \text{ тўлқин}$$

узунлиги λ га нисбатан қанча ўзгарса, нукталарнинг фазалар фарқи $\Delta\varphi$ ҳам 2π га нисбатан шунча ўзгаради: яъни, $\frac{\Delta\ell}{\lambda} = \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$. Бундан тўлқиннинг икки нуктаси

орасидаги фазалар фарқи $\Delta\varphi$ ни аниқлаймиз: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta\ell}{\lambda} = 2 \cdot 180^\circ \frac{0,5\text{м}}{1,5\text{м}} = 120^\circ$

Масалалар

4.1. Моддий нукта $t = 2$ мин да $N = 60$ марта тебранади. Тебранишнинг даври T , частотаси n ва циклик частотаси ω ни топинг.

4.2. Моддий нукта $x = 0,25 \sin\left(\pi \cdot t + \frac{\pi}{3}\right)$ м қонун бўйича гармоник тебранса, тебранишнинг амплитудаси A , даври T , частотаси n , циклик частотаси ω ва бошланғич фазаси φ_0 ни топинг.

4.3. Агар $t = 1$ мин да $N = 150$ тебраниш бўлиб, тебранишларнинг бошланғич фазаси $\varphi_0 = 45^\circ$ га тенг ва амплитудаси $A = 5$ см бўлган гармоник тебранма ҳаракат тенгламасини ёзинг.

4.4. Амплитудаси $A = 0,1$ м, даври $T = 4$ с ва бошланғич фазаси нолга тенг бўлган гармоник тебранма ҳаракат тенгламасини ёзинг.

4.5. Гармоник тебранишлар амплитудаси $A = 50$ мм, даври $T = 4$ с ва бошланғич фазаси $\varphi_0 = \frac{\pi}{4}$. Мазкур тебранишнинг тенгламасини ёзинг.

4.6. Гармоник тебранаётган нукта ҳаракат бошланишидан қанча вақт ўтгач мувозанат вазиятдан ярим амплитудага тенг силжийди. Тебраниш даври $T = 24$ с, бошланғич фаза нолга тенг.

4.7. $x = 7 \sin 0,5\pi \cdot t$ тенглама бўйича тебранма ҳаракат қилаётган нукта ҳаракат бошлаганидан қанча t вақт ўтгач мувозанат вазиятидан максимал силжишига қадар йўлни ўтади?

4.8. Моддий нукта $x = 0,04 \sin\left(2\pi \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$ м қонун бўйича гармоник тебранса, тебранишнинг амплитудаси A , даври T , частотаси n , ва циклик частотаси ω , бошланғич фазаси φ_0 ни, шунингдек, максимал тезлиги v_{\max} ва максимал тезланиши a_{\max} ни топинг.

4.9. Нуктанинг ҳаракат тенгламаси $x = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4}\right)$ см кўринишда берилган. 1) тебранишлар даври T , 2) нуктанинг максимал тезлигини v_{\max} , 3) унинг максимал тезланиши a_{\max} ни топинг.

4.10. Нукта ҳаракат тенгламаси $x = \sin \frac{\pi}{6}t$ кўринишда берилган. Максимал тезлик v_{\max} ва максимал тезланишларга a_{\max} эришиладиган вақт пайтларини топинг.

4.11. Нукта гармоник тебранади. Тебранишлар даври $T = 2$ с, амплитудаси $A = 50$ мм, бошланғич фазаси нолга тенг. Нуктанинг мувозанат вазиятидан $x = 25$ мм га силжиган пайтдаги тезлигини топинг.

4.12. Нуктанинг максимал тезланиши $a_{\max} = 49,3$ см/с², тебранишлар даври $T = 2$ с ва нуктанинг мувозанат вазиятидан $x = 25$ мм га силжиган бошланғич вақт пайтидаги гармоник тебранишнинг ҳаракат тенгламасини ёзинг.

4.13. Гармоник тебранишнинг бошланғич фазаси нолга тенг. Нуқта мувозанат вазиятидан $x_1 = 2,4\text{см}$ силжиганда нуқтанинг тезлиги $v_1 = 3\text{см/с}$ бўлади, $x_2 = 2,8\text{см}$ силжиганда эса тезлиги $v_2 = 2\text{см/с}$ бўлади. Шу тебранишларнинг амплитудаси A ва даври T ни топинг.

4.14. $m = 1,6\text{ г}$ массали моддий нуқтанинг тебраниш тенгламаси $x = 0,1\sin(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4})\text{м}$ кўринишга эга. Нуқтага таъсир этувчи максимал куч $F_{\text{мак}}$ қиймати топилсин.

4.15. Массаси $m = 10\text{г}$ бўлган моддий нуқта $x = 5\sin(\frac{\pi}{5}t + \frac{\pi}{4})\text{см}$ тенглама бўйича тебранади. Нуқтага таъсир этувчи максимал куч ва тебранаётган нуқтанинг тўла энергиясини топинг.

4.16. Гармоник тебранма ҳаракатда бўлган жисмнинг тўла энергияси $E_T = 30\text{мкЖ}$, жисмга таъсир этувчи максимал куч $F_{\text{мак}} = 1,5\text{мН}$ га тенг. Тебраниш даври $T = 2\text{с}$ ва бошланғич фаза $\varphi_0 = 60^\circ$ бўлса, бу жисмнинг ҳаракат тенгламасини ёзинг.

4.17. Моддий нуқтанинг гармоник тебранишлар амплитудаси $A = 2\text{см}$, тебранишларнинг тўла энергияси $E_T = 0,3\text{мкЖ}$. Мувозанат вазиятидан қанча силжиганда тебранаётган $F_{\text{мак}} = 2,5\text{мкН}$ куч таъсир этади?

4.18. Санкт–Петербургдаги Исакий собори минорасига ўрнатилган маятникнинг узунлиги $\ell = 98\text{м}$ га тенг. Маятник қанча вақтда бир марта тўла тебранади.

4.19. Узунлиги $\ell = 155\text{см}$ бўлган математик маятник $t = 5\text{мин}$ давомида $N = 120$ марта тебранган бўлса, эркин тушиш тезланиши g ни топинг.

4.20. Узунлиги $\ell = 1\text{м}$ бўлган математик маятник лифтнинг шифтига осилган. Лифт $a = 5\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ тезланиш билан: 1) тик юқорига; 2) тик пастга ҳаракатлангандаги маятникнинг тебраниш давлари T_1 ва T_2 ни топинг.

4.21. Бикрлик коэффиценти $k = 200\text{ Н/м}$ бўлган пружинага осилган юк $t = 2\text{ минутда}$ $N = 240$ марта тебранади. Юкнинг массаси m ни топинг.

4.22. Пружинага $m = 10\text{кг}$ массали юк осилган. Пружина $F = 9,8\text{ Н}$ куч таъсирида $\ell = 1,5\text{см}$ чўзилиши маълум бўлса, юкнинг вертикал тебраниш даврини аниқланг.

4.23. Пружинага осилган $m = 0,1\text{ кг}$ массали юк вертикал йуналишда $A = 5\text{см}$ амплитуда билан тебранмокда. Агар пружина $F = 0,24\text{ Н}$ куч таъсирида $\ell = 2\text{см}$ га чўзилса, пружинанинг бикрлик коэффиценти k , пружинали маятникнинг тебраниш даври T ҳамда энергияси E ни топинг.

4.24. Пружинага юк осилган. Юк тебранишининг максимал кинетик энергияси $E = 1\text{Ж}$ эканлиги маълум бўлса, пружинанинг бикрлик коэффицентини топинг. Тебраниш амплитудаси $A = 5\text{см}$.

4.25. $T = 8\text{ с}$ бирдай давр ва $A = 0,02\text{ м}$ бирдай амплитудали бир томонга йўналган икки гармоник тебранма ҳаракатларни қўшиш натижасида

олинадиган ҳаракат тенгламасини ёзинг. Бу тебранишлар фазаларининг фарқи $\Delta\varphi = \frac{\pi}{4}$ га тенг, бирининг бошланғич фазаси нолга тенг.

4.26. $x_1 = 0,02 \sin(5\pi t + \frac{\pi}{2})$ м ва $x_2 = 0,03 \sin(5\pi t + \frac{\pi}{4})$ м тенгламалар билан берилган бир томонга йўналган тебранишларни қўшишдан ҳосил бўлган гармоник тебраниш амплитудаси ва бошланғич фазасини топинг.

4.27. Иккита амплитудалари $A_1 = 10$ см, $A_2 = 6$ см бўлган бир хил даврли, бир томонга йўналган гармоник тебранишлар қўшилиб, амплитудаси $A = 14$ см бўлган битта тебраниш ҳосил қилади. Қўшилувчи тебранишларнинг фазалар фарқи $\Delta\varphi$ топилсин.

4.28. Нуқта иккита бир хил йўналишли $x_1 = A_1 \sin \omega t$ ва $x_2 = A_2 \cos \omega t$ тебранишларда иштирок этади. Бунда $A_1 = 2$ см, $A_2 = 2$ см, $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$. Натижавий тебранишнинг амплитудаси A , унинг частотаси n ва бошланғич фазаси φ_0 аниқлансин. Бу ҳаракатнинг тенгламаси топилсин.

4.29. $x_1 = 4 \sin \pi \cdot t$ см ва $x_2 = 3 \sin \left(\pi \cdot t + \frac{\pi}{2} \right)$ см тенгламалар билан берилган, бир томонга йўналган тебранишларни қўшилишдан ҳосил бўлган гармоник тебраниш амплитудаси ва бошланғич фазасини топинг. Натижавий тебраниш тенгламасини ёзинг.

2-боб

Молекуляр физика ва термодинамика

5-§. Молекуляр-кинетик назария ва термодинамиканинг физик асослари.

Асосий формулалар. Бирор жисмдаги модда миқдори ёки моллар сонини аниқлаш учун шу жисмдаги молекулалар сони N ни Авагадро сонига бўлиш керак.

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

$$N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Молданинг моляр массаси

$$\mu = \frac{m}{\nu}$$

бу ерда m - модда массаси, ν - шу жисмдаги модда миқдори.

Исталган m -массали газ учун Менделеев – Клапейрон тенгламаси

$$PV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT$$

Бунда $R = 8.31 \frac{\text{Ж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ - газнинг универсал доимийси.

$\nu = \frac{m}{\mu}$ - моллар сони ҳам дейилади.

Дальтон қонуни $P = \sum_{i=1}^N P_i$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n$$

бу ерда P - газ аралашмасининг умумий босими, P_i - аралашманинг парциал босими.

Газлар аралашмасидаги моллар сони

$$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} + \frac{m_3}{\mu_3} + \dots$$

Бунда $m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots$ аралашма массаси, $m_1, m_2, m_3 \dots$ - аралашмани ташкил қилувчи газларнинг массалари, μ - газ аралашмасининг моляр массаси, $\mu_1; \mu_2; \mu_3 \dots$ аралашмани ташкил этувчи газларнинг моляр массалари.

Ҳар қандай молданинг битта молекуласининг массаси шу молданинг моляр массасини Авагадро сонига бўлинганига тенг.

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

Молданинг бирлик ҳажмидаги молекулалар сони қуйидагича аниқланади.

$$n_0 = \frac{N}{V} = \frac{N_A}{\mu} \cdot \rho$$

ρ - газ зичлиги.

Газлар кинетик назариясининг асосий тенгламаси қуйидаги кўринишга эгадир:

$$P = \frac{2}{3} n \langle E \rangle = \frac{2}{3} n \frac{m \langle v^2 \rangle}{2}$$

Бу ерда n - бирлик ҳажмдаги молекулалар сони $\langle E \rangle$ - битта молекула илгариланма ҳаракатининг ўртача кинетик энергияси, m -молекуланинг массаси ва $\langle v^2 \rangle$ молекуланинг ўртача квадратик тезлиги. Ҳажм бирлигидаги молекуланинг сони

$$n = \frac{P}{kT}$$

бунда $k = \frac{R}{N_A}$ - Больцман доимийси, N_A -Авагадро сони.

$$k = 1.380662 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Ж}}{\text{К}}$$

Молекула илгариланма ҳаракатининг ўртача кинетик энергияси.

$$\langle E \rangle = \frac{3}{2} kT$$

Молекуланинг ўртача квадратик тезлиги

$$\sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

Молекуланинг ўртача арифметик тезлиги.

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi\mu}}$$

Молекуланинг энг катта эҳтимолли тезлиги.

$$v_3 = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}; \quad \text{ёки} \quad v_3 = \sqrt{\frac{2kT}{\mu}}$$

Молекулаларнинг иссиқлик ҳаракат энергияси (газнинг ички энергияси)

$$U = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT$$

бунда i - молекуланинг эркинлик даражаси.

C - молекуляр ва c - солиштирма иссиқлик сиғимлари қуйидагича ўзаро боғланган:

$$C = \mu \cdot c$$

Ўзгармас ҳажмдаги газнинг молекуляр иссиқлик сиғими:

$$C_V = \frac{i}{2} R$$

Ўзгармас босимдаги:

$$C_p = C_V + R$$

Бундан кўринадики, молекуляр иссиқлик сиғими газ молекулалари эркинлик даражасининг сони билан тўлиқ аниқланади.

Масала ечиш намуналари.

1-масала. Массаси $m=0,2$ гр. бўлган сув томчисига қанча молекула бор?

Берилган.

$$m = 0,2 \text{ гр} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

Топиш керак.

N - ?

Ечиш: m - массали сув томчисига $\nu = \frac{m}{\mu}$ моллар сони бор.

Маълумки 1-моль газда Авагадро сонига тенг молекулалар бўлгани учун, ихтиёрий модда миқдорида $N_A \cdot \nu_m$ молекулалар мавжуддир. $N = \frac{m}{\mu} \cdot N_A$ формулага сон қийматларини қўйиб ечамиз.

$$N = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 6,7 \cdot 10^{21} \text{ та.}$$

2-масала. $V = 40$ л ҳажмли идишда ҳарорати $T_1 = 300^\circ \text{K}$ кислород гази бор. Бунда идишга ўрнатилган манометр $P_1 = 10^6$ Па босимни кўрсатади. Идишдаги $\Delta m = 50$ гр. кислород чиқарилиб юборилса, газнинг ҳарорати $T_2 = 290^\circ \text{K}$ га камаяди. Манометр кўрсатаётган P_2 - босимни топинг?

Берилган.

$$V = 40 \text{ л} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$$

$$T_1 = 300^\circ \text{K}$$

$$\Delta m = 50 \text{ гр.}$$

$$T_2 = 290^\circ \text{K}$$

$$P_1 = 10^6 \text{ Па}$$

P_2 - ?

Ечиш.

Идишдан чиқариб юборилган газнинг массаси, унинг бошланғич m_1 ва кейинги m_2 массаларининг фарқига тенг.

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

Кислороднинг бошланғич ва охири ҳолатларига Менделеев-Клапейрон тенгламасини тадбиқ қилиб, қуйидаги ифодаларга эга бўламиз:

$$P_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} R T_1 \quad ; \quad P_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu} R T_2$$

Бунда P_1 ва P_2 - кислороднинг бошланғич ва охири ҳолатлардаги босимлари. T_1 ва T_2 - бошланғич ва охири ҳолатларнинг ҳароратлари, R – универсал газ доимийси.

$$m_1 = \frac{P_1 V \mu}{RT_1} ; \quad m_2 = \frac{P_2 V \mu}{RT_2}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{P_1 V \mu}{RT_1} - \frac{P_2 V \mu}{RT_2} :$$

Тенгламани P_2 га нисбатан ечамиз.

$$\frac{P_2 V \mu}{RT_2} = \frac{P_1 V \mu}{RT_1} - \Delta m$$

$$P_2 = \frac{P_1 V \mu RT_2 - RT_2 \cdot \Delta m RT_1}{\mu \cdot V RT_1} = \left(P_1 \frac{T_2}{T_1} - \frac{\Delta m T_2 R}{V \cdot \mu} \right)$$

Қийматларни қўйиб ҳисоблаймиз.

$$P_2 = 10^6 \cdot \frac{290}{300} - \frac{5 \cdot 10^{-2}}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{8,31 \cdot 290}{4 \cdot 10^{-2}} = 9,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$[P] = \text{Па} \frac{^{\circ}\text{К}}{^{\circ}\text{К}} - \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{Ж}}{\text{мол} \cdot \text{К}} \cdot ^{\circ}\text{К}}{\text{м}^3 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{мол}}} = \text{Па} - \text{Па} = \text{Па}$$

Масалалар

5.1. Кислороднинг O_2 , карбонат ангидриднинг CO_2 , битта молекуласини массаси m аниқлансин.

5.2. Бирор кимёвий элементнинг битта атомининг массаси $m = 3,32 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ бўлса у қандай элемент.

5.3. Олтингугурт SO_2 нинг битта молекуласи массасини, молекулалар сонини, ва $m = 1 \text{ кг}$ олтингугуртдаги модда миқдори ν нормал шароит учун аниқлансин.

5.4. Сигими $V = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ бўлган идишда модда миқдори $\nu = 0,2 \text{ моль}$ бўлган кислород бор. Газнинг зичлиги ρ топилсин.

5.5. Массаси $m = 0,2 \text{ кг}$ бўлган азотнинг модда миқдори ν ва молекулалар сони N аниқлансин.

5.6. Водород нормал шароитда сигими $V = 6,72 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ бўлган идишни тўлдириб турибди. Газнинг модда миқдори ν ва унинг массаси m аниқлансин.

5.7. Массаси $m = 0,2 \text{ г}$ бўлган сув томчисида қанча молекула бор. $\mu_{\text{сுவ}} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

5.8. Сигими 5 л бўлган идишда модда миқдори $\nu = 0,2 \text{ моль}$ бўлган бир жинсли газ бор. Агар газнинг зичлиги $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ бўлса, у қандай газ эканлиги аниқлансин.

5.9. Баллонда $t_1 = 100^{\circ} \text{ С}$ ҳароратли газ бор. Газнинг босими икки марта ортиши учун уни қандай t_2 ҳароратгача қиздириш керак.

5.10. $V = 12 \text{ л}$ сигимли баллонда карбонат ангидрид гази бор. Газнинг босими $P = 1 \text{ МПа}$, ҳарорати $T = 300 \text{ К}$. Баллондаги газ массаси аниқлансин.

5.11. $V = 1 \text{ л}$ сигимли идишда $m = 12 \text{ кг}$ массали кислород бор. $t = 15^{\circ} \text{ С}$ ҳароратдаги кислороднинг босими топилсин.

5.12. $R=0,3$ м радиусли шарсимон идишда $m=31,4$ г кислород гази бор. Агар идиш девори $P=8 \cdot 10^5$ Па босимга чидаса, уни қандай T -ҳароратгача иситиш мумкин.

5.13. Модда миқдори $\nu=1$ кмоль бўлган, $P=1 \cdot 10^5$ Па босимдаги $t=127^\circ$ С ҳароратли идеал газ қандай ҳажмни эгаллайди.

5.14. Босими $P=2 \cdot 10^5$ Па, ҳарорати $t=7^\circ$ С бўлган газнинг зичлиги $\rho=2,41$ кг/м³ га тенг. Газнинг моляр массаси қанча.

5.15. 8 г кислород $P=1 \cdot 10^5$ Н/м² босим, ҳамда $t=47^\circ$ С ҳароратда қандай ҳажмни эгаллайди.

5.16. Олтингугурт гази (SO_2) $V=25$ л ҳажмни эгаллайди. Агар ҳарорат $t=27^\circ$ С, босим $P=1 \cdot 10^5$ Н/м² га тенг бўлса газнинг массаси қанча.

5.17. Ҳажми $V=10$ м³, босими $P=1 \cdot 10^5$ Н/м², $t=17^\circ$ С бўлган газли идишда қанча киломол газ бор.

5.18. $t=-3^\circ$ С ҳароратда тўйинган сув буғларининг босими $P=1,2 \cdot 10^4$ Н/м², шу сув буғининг зичлигини аниқланг.

5.19. Бирор газнинг $t=10^\circ$ С ҳароратда ва $P=2 \cdot 10^5$ Н/м² босимдаги зичлиги $\rho=0,34$ кг/м³. Шу газнинг моляр массаси қанча.

5.20. Массаси $m=12$ г бўлган газ $V=4 \cdot 10^{-3}$ м³ ҳажмда $t=7^\circ$ С ҳароратга эга. Босимни ўзгартирмай газни иситсак унинг зичлиги $\rho=6 \cdot 10^{-4}$ г/см³ бўлади, қандай ҳароратгача газ қиздирилган.

5.21. $t_1=20^\circ$ С ҳароратли газ $P_1=0,5$ МПа босим остида турибди. Газ ҳарорати $t_2=80^\circ$ С гача кўтарилса, унинг зичлигини 2 марта орттириш учун қандай P_2 босим керак бўлади.

5.22. $t=20^\circ$ С ҳароратда $P=8,1$ МПа босим ва $m=10$ г кислород қандай V ҳажимни эгаллайди.

5.23. $V=12$ л сиғимли баллонда $P=8,1$ МПа босим ва $t=17^\circ$ С ҳароратда азот билан тўлдирилган. Баллонда қанча азот гази бор.

5.24. $V=30 \cdot 10^{-3}$ м³ сиғимли идишда ҳарорати $t=17^\circ$ С бўлган сиқилган ҳаво бор. Ҳавонинг бир қисми чиқарилиб юборилгандан кейин балондаги газнинг босими $\Delta P=2 \cdot 10^5$ Па гача камаяди. Баллондан чиқариб юборилган газ массаси m аниқлансин. Жараён изотермик деб ҳисоблансин.

5.25. Баллонда $P_1=10$ МПа босимли массаси $m=10$ кг газ бўлган. Баллондаги босим $P_2=2,5$ МПа га тенг бўлиши учун баллондан Δm қанча миқдор азотни олиш керак. Азотнинг ҳарорати ўзгармас деб ҳисоблансин.

5.26. Ҳарорати $t=150^\circ$ С бўлган $m=10$ г массали кислород $P=0,137$ МПа босим остида $V=800$ см³ ҳажмни эгалласа, кислород молекуласини икки атомлик деса бўладими. Газни идеал газ деб ҳисобланг.

5.27. Баландлиги $h=4$ м ва полининг юзи $S=25$ м² бўлган хонадаги атмосфера босими $P=0,1$ МПа га тенг. Хона ҳарорати $t_1=10^\circ$ С дан $t_2=35^\circ$ С гача орттирилганда хонадан қанча ҳаво массаси Δm чиқиб кетади. $\mu = 0,029$ кг/моль.

5.28. Ҳажми $V=10$ л бўлган баллондаги сиқилган водород гази, вентилнинг бузуклиги натижасида чиқиб кетди. Ҳарорат $t_1=7^\circ$ С бўлганда унга уланган манометр $P=5$ МПа босимни кўрсатади. Маълум вақтдан кейин

ҳарорат $t_2=17^0\text{ C}$ бўлса ҳам манометр бир хил кўрсатади. Чиқиб кетган газ Δm массасини аниқланг.

5.29. Бинони тўлдириб турган қишдаги $t_1=7^0\text{ C}$ ҳароратдаги ҳавонинг оғирлиги ёздаги $t_2=37^0\text{ C}$ ҳавонинг оғирлигидан неча марта катта. Босим бир хил деб ҳисобланг.

5.30. Ёз кунларидан бирида манометр $P_1=0,097\text{ МПа}$ ни, термометр эса $T_1=303\text{ K}$ ни кўрсатди. Қиш куни бу асбобларнинг кўрсатишлари қуйидагича. $P_2=0,1\text{ МПа}$ ва $T_2=243\text{ K}$. Ҳавонинг шу кунлардаги зичликларини таққосланг.

5.31. Баллонда $t_1=20^0\text{ C}$ ҳароратли газ бор. Агар газнинг ярми (50%) баллондан чиқса ва бунда ҳарорат $t_2=10^0\text{ C}$ камайса, газнинг босими неча марта камаяди.

5.32. Ҳажми $V=4\text{ л}$ бўлган ёпиқ идишдаги $t_1=20^0\text{ C}$ ҳароратли $m=5\text{ г}$ азот $t_2=40^0\text{ C}$ ҳароратгача иситилган. Газнинг иситилишидан олдинги P_1 ва кейинги босими P_2 топилсин.

5.33. $t=15^0\text{ C}$ температура ва $P=97,3\text{ кПа}$ босимидаги кислороднинг зичлиги топилсин.

5.34. $m=10\text{ г}$ кислород $t=10^0\text{ C}$ ҳароратда ва $P=3\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда турибди. Босим ўзгармас бўлганда иситилган кислород 10 л ҳажмни эгаллади. 1) газ кенгайгач унинг ҳажми қанча бўлган. 2) газ кенгайгач ҳарорати қанча бўлган.

5.35. Идишда $m_1=14\text{ г}$ азот ва $m_2=9\text{ г}$ водород бор. Ҳарорати $t=10^0\text{ C}$, босими $P=1\cdot 10^6\text{ Н/м}^2$, аралашма 1 киломолининг массасини ва идиш ҳажмини топинг.

5.36. Ичида ҳавоси бўлган ёпиқ идишга диэтил эфир ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$) киритилган. Ҳаво аввал нормал шароитда эди ($P_0=1\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$, $T_0=273\text{ K}$). Эфир идишда буғлангач идишдаги босим $P=1,38\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ бўлди. Идиш ҳажми $V=2\text{ л}$ га тенг. Идишга қанча эфир киритилган.

5.37. А идишда $P'=2\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда газ бор. Идиш ҳажми $V_1=3\text{ л}$. В идишда $P''=1\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда $V_2=4\text{ л}$ ҳажмда ҳам шундай газ бор. Иккала идишда ҳарорат бир хил. Агар А ва В идишларни бирлаштирсак умумий босим қанча.

5.38. Идишда $m_1=10\text{ г}$ CO_2 гази ва $m_2=15\text{ г}$ азот бор. Ҳарорат $t=27^0\text{ C}$ ва $P=1,5\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда аралашма зичлигини топинг.

5.39. $m=1\text{ г}$ сув буғида нечта молекула бор.

5.40. Ҳажми $V=40\text{ м}^3$ хонада $t=17^0\text{ C}$ да ва $P=1\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда қанча молекула бор.

5.41. Идишда $m=16\text{ г}$ кислород молекуласи бор эди. Уларнинг ярмиси диссоциация қилинди. Ҳаммаси бўлиб қанча кислород атоми ва молекуласи бор.

5.42. Газ молекулалари водород ва углерод атомидан ташкил топган. $m=10\text{ кг}$ газ массасида $N=3,76\cdot 10^{26}$ молекула бор. Шу газ таркибидаги углерод ва водород атомлари массасини аниқланг.

5.43. Битта азот (N_2) ва аммиак (NH_3) молекуласи массасини аниқланг.

5.44. Массаси $m=2,5\text{ г}$ бўлган сераводород (H_2S) да нечта молекула бор.

$m=2,2\text{ кг}$ водородда нечта молекула бор.

5.45. Ҳажми $V=2\cdot 10^{-3}\text{ м}^3$ бўлган идишда $P=0,66\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда газ

бор. Агар ҳарорат $t=17^0\text{ C}$ бўлса идишдаги барча молекулалар сони қанча.

5.46. Нормал физик шароитларда газнинг солиштирма ҳажми $V=5,6\text{ м}^3$ бўлса шу газнинг моляр массасини аниқланг. У қандай газ.

5.47. Ҳажми $V=15\cdot 10^{-3}\text{ м}^3$ бўлган баллон $P=10^6\text{ Н/м}^2$ босимда ва $t=27^0\text{ C}$ ҳароратда метан (CH_4) газининг қанчасини сиғдира олади.

5.48. $P=0,2\cdot 10^6\text{ Н/м}^2$ босимга эга кислород қандай ҳароратда $\rho=1,2\text{ кг/м}^3$ зичликка эга бўлади.

5.49. Эритув цехида 40 баллонда ацителен (C_2H_2) бор. Ҳар бирининг ҳажми $V=40\text{ дм}^3$. Ҳамма баллонлар тармоққа уланган. Баллонлар 12 соат давомида ишлагач уларнинг ҳаммасида босим $P_1=1,3\cdot 10^7\text{ Па}$ дан $P_2=0,7\cdot 10^7\text{ Па}$ гача тушиб қолди. Агар цехда ҳарорат ўзгармаса ва $t=32^0\text{ C}$ га тенг бўлса ҳар 1 минутда қанча ацителен сарф бўлган.

5.50. Ҳажми $V=2\text{ м}^3$ бўлган ёпиқ идишда $m_1=1,4\text{ кг}$ массали азот (N_2) ва $m_2=2\text{ кг}$ кислород (O_2) гази бор. Агар идишдаги ҳарорат $t=27^0\text{ C}$ бўлса, аралашма газ босимини аниқланг.

5.51. Ҳажми $V=2\text{ м}^3$ бўлган идишда азот (N_2) ва азот оксиди (NO) аралашмаси бор. Агар аралашма массаси $m=14\text{ кг}$ бўлса 300 K ҳароратда ва $P=0,6\text{ Н/м}^2$ босимда қанча азот оксиди бор.

5.52. Атмосфера ҳавоси таркибида 23,1 % (O_2), 75,6 % (N_2), 1,3 (Ar) газлари бор (масса ҳисобида). Ҳавонинг ўртача моляр массасини топинг.

5.53. Идишда $t=100^0\text{ C}$ ҳароратда ва $P=4\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда $V=2\text{ м}^3$ O_2 ва SO_2 гази аралашмаси бор. Агар SO_2 гази массаси 8 кг бўлса, ҳар бир газ компонентасининг парциал босимини аниқланг.

5.54. А идишнинг ҳажми $V_A=4\text{ дм}^3$. Ундаги босим $P_1=0,2\cdot 10^6\text{ Н/м}^2$, В идишнинг ҳажми $V_B=5\text{ дм}^3$, ундаги босим $P_2=0,1\cdot 10^6\text{ Н/м}^2$ С кранни очсак газлар аралашади. Агар ҳарорат ўзгармаса умумий босим қанча бўлади.

5.55. Камера тўйинган сув буғлари билан тўла. Уларнинг массаси $m=3,04\text{ г}$. Камерадаги босим $P=4240\text{ Н/м}^2$, камера ҳажминини аниқланг.

5.56. Ҳажми $V=60\text{ м}^3$ хонада $t=18^0\text{ C}$ ҳароратда ҳавонинг нисбий намлиги $\phi=50\%$. Шу ҳажмда сув буғи тўйинган бўлиши керак, яна қанча сув буғлатиш керак.

5.57. Ҳажми $V=20\text{ л}$ бўлган баллонда, $t=27^0\text{ C}$ да $P=1/4\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ босимда аммиак (NH_3) гази бор. Газ массаси қанча.

5.58. Хона ҳарорати дастлаб $t_1=10^0\text{ C}$ эди. Хона иситилгач $t_2=20^0\text{ C}$ бўлди. Хона ҳажми 50 м^3 . Босим бир хил $P=1\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$, иситилгач масса қанча ўзгарган.

5.59. Гелий тўлдирилган шар радиуси 6 м. Унинг ичидаги босим $P=1\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$, ҳарорати $t=17^0\text{ C}$. Моляр масса – гелий учун $\mu=4\cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$, ҳаво учун $\mu=29\cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$, шарни кўтарувчи кучни топинг.

5.60. Углероднинг водород билан бирикмаси мавжуд. Агар ҳарорат $t=27^0\text{ C}$ босим $P=1\cdot 10^5\text{ Н/м}^2$ ва шу бирикманинг $V=1\text{ л}$ ҳажми $m=0,65\text{ г}$ массага эга бўлса шу бирикманинг молекуляр тузилиши қандай. Углерод учун $\mu=12\cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$, водород учун $\mu=2\cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$.

5.61. Углерод ва кислород бирикмаси мавжуд. Унинг массаси $m=1\text{ г}$,

$V = 1$ л ҳажмдаги идишда ва $t=27^0\text{C}$ ҳароратда $P=0,56 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ босим ҳосил қилади. Бирикманинг кимёвий кўриниши қандай.

5.62. $P=10 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ босимда $t=200^0 \text{ C}$ ҳароратда бўлган $V=1$ л кислород газида нечта электрон бор?

5.63. 1 г радий 1 сек ичида $3,7 \cdot 10^{10}$ та α -зарра беради. Ҳажми 1 см^3 бўлган герметик ампулада 1 йил давомида 100 мг радий бор эди. Ампула ҳарорати $t=15^0 \text{ C}$. Ампуладаги босимни топинг?

5.64. Идиш тубида қаттиқ думалоқ шар бор. Идишга сиқилган ҳаво юборилиб босим $P=20 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$, $t=27^0 \text{ C}$ да шар идиш юзасига кўтарилди. Агар шар радиуси 5 см бўлса шарнинг массаси қандай?

5.65. $t=420^0 \text{ C}$ ҳароратда ва $P=2,3 \text{ мм.с.м.уст.}$ тенг босимда симоб буғининг зичлигини аниқланг. $\mu=200 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ (симоб учун).

5.66. Ҳажми 10 л идишда кислород ва водород аралашмаси бор. Иккала газнинг массаси тенг ва $m=2 \text{ г}$. Ҳамма кислород водород билан кўшилиб сув ҳосил қилади. Ортиб қолган водороднинг $t=17^0 \text{ C}$ даги босими қандай?

5.67. Ҳажми 300 м^3 бўлган аэростат босими $P_1=730 \text{ мм.с.м.уст.}$ га тенг ва ҳарорати $t_1=-15^0 \text{ C}$ бўлган баландликдан ўз ортиқча юкини (балластини) ташлаб, босими $P_2=710 \text{ мм. с.м. уст.}$ га тенг ва ҳарорати $t_2=-20^0 \text{ C}$ бўлган баландликка кўтарилиши керак. Балласт массасини топинг?

5.68. Массаси $m=1 \text{ кг}$ азот бўлган баллон $t_1=350^0 \text{ C}$ температурада портлаб кетди. Шу баллоннинг чидамлилигини 5 мартта орттириб $t_2=20^0 \text{ C}$ ҳароратда қанча миқдорда водород сақлаш мумкин?

5.69. Баллонда $P_1=1 \text{ атм.}$ босимда газ бор. Вентил очик ҳолатда баллон иситилди. Сўнг вентил ёпилиб ва газ $t_2=10^0 \text{ C}$ гача совиди. Бунда босим $P_2=0,7 \text{ атм.}$ бўлди. Баллон неча градусгача иситилган?

5.70. Ҳаво молекулалари ўртача квадратик тезлиги қийматини ҳисобланг. Ҳарорат $t=17^0 \text{ C}$. Ҳавони бир жинсли газ деб ҳисоблаб, моляр массасини 29 кг/кмоль .

5.71. Атом бомба $t=10^7 \text{ C}$ да портлайди. Бунда ажралиб чиққан иссиқлик молекулани атомга ажратади. Шунда ҳосил бўлган водород атомининг ўртача тезлигини топинг?

5.72. Водород $P=200 \text{ мм.с.м.уст.}$ босимда унинг ўртача квадратик тезлиги 2400 м/с бўлса 1 см^3 ҳажмда нечта водород молекуласи бор.

5.73. Маълум газ мавжуд, унинг зичлиги $\rho=6 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ шу газнинг молекуласининг ўртача квадратик тезлиги 500 м/с . Газнинг босимини аниқланг.

5.74. $t=20^0 \text{ C}$ да водород молекуласининг импульсини аниқланг. Тезлик сифатида ўртача квадратик тезлик қийматини олинг.

5.75. Ҳажми $V=2 \text{ л}$ бўлган идишда $m=10 \text{ г}$ кислород бор. Унинг босими $P=10^5 \text{ Н/м}^2$. Газнинг зичлигини ва ўртача квадратик тезлигини топинг.

5.76. Маълум газ молекулаларининг ўртача квадратик тезлиги 450 м/с , газ босими $P=5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$. Шу газ зичлигини топинг.

5.77. Зичлиги $\rho=8,2 \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^3$ бўлган, $P=1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ босимда бўлган газнинг молекулалари ўртача квадратик тезлигини топинг. $t=17^0 \text{ C}$ да шу зичликда газнинг 1 киломоль массасини топинг.

5.78. Бирор газ молекуласининг ўртача квадратик тезлиги нормал шароитда 461 м/с . Шу газнинг $m=1 \text{ г}$ массасида қанча молекула бор?

5.79. Массаси $m=20 \text{ г}$ бўлган кислороднинг $t=10^0 \text{ С}$ ҳароратдаги иссиқлик ҳаракат энергияси топилсин. Шу энергиянинг қанча қисми илгариланма ҳаракатига ва қанча қисми айланма ҳаракатига тўғри келади.

5.80. Ҳаво молекуласи иссиқлик ҳаракат қилмоқда. $t=15^0 \text{ С}$ да $m=1 \text{ г}$ ҳаво молекуласининг иссиқлик энергияси қанча. Ҳаво учун $\mu=29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ деб олинсин.

5.81. $m=1 \text{ кг}$ азот молекулаларининг $t=7^0 \text{ С}$ ҳароратда айланма ҳаракат энергиясини аниқланг.

5.82. Икки атомли газ мавжуд. У ҳажми $V=2 \text{ л}$ бўлган идишда сақланмоқда. Босими $P=1,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. Шу газ энергиясини аниқланг?

5.83. Ҳажми $0,02 \text{ м}^3$ бўлган баллондаги азот молекуласининг кинетик энергияси $E_k=5 \cdot 10^3 \text{ Ж}$, молекуланинг ўртача квадратик тезлиги $2 \cdot 10^3 \text{ м/с}$. Баллонда қанча азот бор. Баллондаги босим қанча?

5.84. 1) $V=\text{const}$ ҳолда ҳам 2) $P=\text{const}$ ҳолда кислороднинг солиштирма иссиқлик сифимини топинг.

5.85. Икки атомли газнинг иссиқлик сифими C_v ни топинг. Газ зичлиги $\rho=1,43 \text{ кг/м}^3$, босими $P=10^5 \text{ Па}$, температураси $T=273 \text{ К}$.

5.86. Ўзгармас босимда 2 кмоль азот ва 3 кмоль аргон аралашмасининг солиштирма иссиқлик сифми топилсин.

5.87. $m_1=8 \text{ г}$ гелий ва $m_2=16 \text{ г}$ кислород ва аралашмаси учун C_p/C_v қийматини топинг.

5.88. $t=10^0 \text{ С}$ ҳароратда $m=10 \text{ г}$ кислород $P=3 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ ўзгармас босимда иситилгандан кейин газ кенгайиб $V=10 \text{ л}$ ҳажмни эгаллайди. 1) газнинг олган иссиқлик миқдори, 2) газ молекулаларининг иситилгандан олдинги ва кейинги иссиқлик ҳаракат энергияси топилсин.

5.89. $m=12 \text{ г}$ азот, ҳажми $V=2 \text{ л}$ бўлган ёпиқ идишда $t=10^0 \text{ С}$ да сақланмоқда. Газ иситилгач босими $P=10^4 \text{ мм.с.м.уст.}$ тенг бўлади. Газга қанча миқдорда иссиқлик берилган.

5.90. Ҳажми $V=2 \text{ л}$ бўлган азот $P=10^5 \text{ Н/м}^2$ босим остида турибди.

1) $P=\text{const}$ ҳолда унинг ҳажмини икки барабар орттириш учун, 2) $V=\text{const}$ бўлганда босимни икки марта орттириш учун қанчадан иссиқлик миқдори бериш керак.

5.91. Ҳажми $V=10 \text{ л}$ бўлган идишда $P=10^5 \text{ Н/м}^2$ босимда ҳаво бор. Газ босимини 5 марта орттириш учун қанча иссиқлик зарур.

5.92. Ҳажми $V=2 \text{ л}$ бўлган идишда зичлиги $\rho=1,4 \text{ кг/м}^3$ га тенг азот бор. Шу азотни $\Delta T=100 \text{ К}$ га иситиш учун қанча иссиқлик керак.

5.93. Ҳажми $V=3 \text{ л}$ бўлган ёпиқ идишда $t=27^0 \text{ С}$ ҳароратда $P_1=3 \cdot 10^5 \text{ Па}$. босимда азот ва бор. Иситилганда босим $P_2=25 \cdot 10^5 \text{ Па}$. га кўтарилади. 1) иситилган газ ҳароратини аниқланг. 2) иситиш учун қанча иссиқлик сарфланган.

5.94. Ёпиқ идишда $t=7^0 \text{ С}$ ҳароратли $m=10 \text{ г}$ азот бор. 1) Азот молекуласининг ўртача квадратик тезлигини икки барабар орттириш учун унга

қанча иссиқлик бериш керак. 2) Бунда ҳарорат неча марта ортади. 3) Газнинг идиш деворига бўлган босими неча марта ортади.

5.95. Ёпиқ идишда гелий бор, идиш ҳажми $V=2$ л, ҳарорати $t=20^{\circ}\text{C}$, босими $P=10^5$ Н/м². 1) Гелий ҳароратини 100°C га ошириш учун қанча иссиқлик миқдори бериш керак. 2) 100°C ҳароратда газ молекулаларининг ўртача квадратик тезлиги қандай бўлади. 3) Босим қандай бўлиб қолади. 4) Гелий зичлиги қандай бўлади. 5) Унинг молекулалари иссиқлик ҳаракатининг энергияси қандай бўлади.

5.96. Қандай шароитда азот молекуласининг ўртача квадратик тезлиги шу азот молекуласининг ўртача эҳтимолликка эга тезлигидан 50 м/с катта бўлади.

5.97. Кислород молекуласининг қанча қисми $t=0^{\circ}\text{C}$ да $v_1=100$ м/с тезликдан $v_2=110$ м/с тезликкача эга бўлади.

5.98. Қандай баландликда ҳавонинг босими денгиз сатҳидаги босимнинг 75% ни ташкил этади. Ҳарорат $t=0^{\circ}\text{C}$.

5.99. $V=1$ м³ ҳаво ер сиртида қандай оғирликка эга. Шу ҳаво оғирлиги 4 км баландликда қандай?

5.100. Қандай баланликда газнинг зичлиги унинг ер сиртидаги зичлигини 50% ни ташкил этади.

3-боб

Электростатика

6-§. Кулон қонуни. Электр майдон кучланганлиги. Гаусс теоремаси.

Электр сизим. Потенциал

Асосий формулалар

1. Кулон қонуни. Ўлчамлари улар орасидаги масофа (r) га нисбатан жуда кичик бўлган иккита зарядланган жисмлар орасидаги электростатик ўзаро таъсир кучлари қуйдаги формулага кўра аниқланади.

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$$

Бу ерда $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ - электр доимийси

2. Электр майдон кучланганлиги қуйдаги ифода ёрдамида аниқланади

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

Бунда F , q_0 зарядга таъсир этувчи куч.

Агар электр майдон q зарядга эга бўлган нуктавий заряд тамонидан ҳосил қилинган бўлса, майдон кучланганлиги

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$$

ифода орқали аниқланади. Бу ерда r - нуктавий заряддан унинг майдони текшириляётган нуктагача бўлган масофа.

3. Агар электр майдони n -та зарядлар системаси томонидан юзага келтириляётган бўлса, у ҳолда умумий майдон ҳар бир зарядларнинг вектор йиғиндиси сифатида аниқланади, яъни

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$$

4. Ихтиёрий шаклдаги ҳар қандай ёпиқ сиртни кесиб ўтаётган кучланганлик векторнинг оқими Остроградский–Гаусс теоремасига биноан

$$N_E = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

ифодага кўра аниқланади. Бу ерда $\sum q_i$ - шу сирт ичида жойлашган зарядларнинг алгебраик йиғиндисидир.

5. Агар R -радиусга эга бўлган шар бир текис зарядланган бўлса, шу шардан r -масофада жойлашган нуктадаги майдон кучланганлигини ($r \gg R$ шарт бажарилган ҳол учун)

$$E = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 r^2}$$

ифодадан топилади.

6. Ўтказгич узун ип шаклида ёки ингичка цилиндр кўринишда бўлиб зарядланган бўлса, электр майдон кучланганлиги қуйдаги формула ёрдамида аниқланади.

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 r}$$

бу ерда $\tau = \frac{q}{\ell}$ ип ёки цилиндрнинг узунлик бирлигига мос келувчи заряд миқдори, r – ип ёки цилиндр ичидан майдони текширилаётган нукталаргача бўлган масофа.

7. Ясси, цилиндрсимон, шарсимон конденсаторлар ичида ҳосил бўладиган электр майдон кучланганликлари мос равишда.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}, \quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}, \quad E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

ифодалар орқали топилади. Бу ерда $\sigma = \frac{q}{s}$ – заряднинг сирт зичлиги.

8. q – заряд ҳосил қилган майдонда q_0 зарядни 1 – нуктадан, 2-нуктага кўчиришда бажарган иши

$$A = \frac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

формула бўйича топилади. Бу ерда r_1 ва r_2 мос равишда q заряддан майдоннинг 1 ва 2 нукталаргача бўлган масофалар.

9. q -заряднинг майдонида жойлашган q_0 -заряднинг потенциал энергияси

$$W = \frac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

га тенг. r – q_0 ва q зарядлар орасидаги масофа.

10. Нуқтавий q -заряднинг ҳосил қилган майдон потенциали

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

га тенг бўлиб унда r – q заряддан потенциали текширилаётган нуктагача бўлган масофа.

11. Электр майдоннинг икки нуктаси орасидаги потенциаллар айирмаси шу нуктанинг биридан иккинчисига бирлик мусбат зарядни кўчиришда бажариладиган иш миқдорига тенгдир.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q_0}$$

12. Электр майдон кучланганлиги ва потенциали ўзаро қуйидагича боғланган.

$$E = -\frac{d\varphi}{dr}$$

бу ерда $\frac{d\varphi}{dr}$ – потенциал градиенти (берилган йўналишда потенциални ўзгариш тезлиги).

Агар майдон бир жинсли (масалан ясси конденсатор пластинкалари ораси каби) бўлса, у ҳолда майдон кучланганлиги

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$$

га тенг. Бунда $\varphi_1 - \varphi_2$ пластинкалар орасидаги потенциаллар айирмаси, d - пластинкалар орасидаги масофа.

Шар ичида майдон кучлангалиги $E=0$, шар ичидаги барча нуқталарда потенциалнинг қиймати бир хил бўлиб шар сиртидаги потенциал қийматига тенгдир.

$$\varphi_r - \varphi_R = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

шардан ташқаридаги нуқталарда ($r \gg R$)

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

бу ерда r - шар марказидан потенциали аниқланаётган нуқтачага бўлган масофа.

13. Электр сиғими. Яккаланган ўтказгичнинг электр сиғими

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

Бунда q -яккаланган ўтказгичга берилган заряд, φ - ўтказгич потенциали.

14. Конденсаторнинг электр сиғими

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

бунда $\varphi_1 - \varphi_2$, q - заряд вужудга келтирган икки пластинкалардаги потенциаллар айирмаси.

15. Ясси конденсаторнинг электр сиғими қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

Бу ерда S - қопламалар (ҳар бир қопламанинг) юзаси.

16. Сферик конденсаторнинг электр сиғими

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 r \cdot R}{R - r}$$

га тенг бунда r – ички сферанинг радиуси ва R – ташқи сферанинг радиуси, хусусий ҳолда $R = \infty$ бўлса

$$C = 4\pi\epsilon_0 \cdot R$$

яккаланган шар сиғими бўлади.

17. Конденсаторлар системасининг сиғими қуйдагиларга тенг
Кондестаторлар паралелл уланганда

$$C = \sum_{i=1}^n C_i = C_1 + C_2 + C_3 + \dots C_n$$

Кетма –кет уланганда

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \frac{1}{C_n}$$

18. Зарядланган якка ўтказгичнинг энергияси қуйидаги учта формуладан биттаси орқали топиш мумкин

$$W = \frac{qU}{2} \quad W = \frac{CU^2}{2} \quad W = \frac{q^2}{2C}$$

Ясси конденсатор учун хусусий ҳолда

$$W = \frac{\varepsilon_0 S U^2}{2d} = \frac{\varepsilon_0 E^2 \cdot S d}{2} = \frac{\sigma^2 \cdot S \cdot d}{2\varepsilon_0 \varepsilon}$$

бунда S -ҳар бир пластинканинг юзи, σ -пластинкалардаги заряднинг сирт зичлиги, U - пластинкалар орасидаги потенциаллар фарқи

$$\omega = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} = \frac{ED}{2}$$

бу катталиқ электр майдон энергиясининг ҳажмий зичлиги дейилади.

Ясси конденсатор пластинкалари орасидаги тортишиш кучи

$$F = \frac{\varepsilon_0 E^2 \cdot S}{2} = \frac{\varepsilon_0 S U^2}{2d^2} = \frac{\sigma^2 \cdot S}{2\varepsilon_0}$$

Масалалар ечиш намуналари

1-масала. Борнинг дастлабки таҳлилига кўра водород атомидаги электрон ядро атрофида доиравий орбита бўйлаб ҳаракатланади. Агар электронинг заряди $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, массаси $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, ядро заряди $q_n = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ва доиравий орбита радиуси $r = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ га тенг бўлса электрон ядро атрофида қандай тезлик билан ҳаракатланиши керак? Бу электрон ядро атрофида ҳар секунда неча марта айланади.

Берилган:

Ечиш:

$$r = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Доиравий орбита бўйлаб ҳаракат қилаётган электрон ядро билан ўзаро таъсирлашади. Бу куч Кулон қонунига асосан

$$F = \frac{q_e q_{np}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

Электрон билан ядро орасидаги ўзаро гравитация кучини эътиборга олмасак, электрон учун Ньютоннинг II-қонунини ёзиш мумкин.

$F = ma$, бу ерда $a_n = \frac{v^2}{R}$ га тенглигини эътиборга олсак, қуйдагини ёзиш мумкин.

$$F = \frac{mv^2}{r} \quad \text{ёки} \quad \frac{q_e q_{np}}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Бундан v - электроннинг тезлигини топамиз.

$$v = \sqrt{\frac{q_e q_{np}}{4\pi\varepsilon_0 r m}} = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 5 \cdot 10^{-11}}} = 2,24 \cdot 10^6 \text{ м/с}.$$

Ўлчамини текширамыз.

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{Кл}^2}{\text{Ф} / \text{м}(\text{кг} \cdot \text{м})}} = \sqrt{\frac{\text{Кл}^2 \cdot \text{в}}{\text{кг} \cdot \text{Кл}}} = \sqrt{\frac{\text{Ж} \cdot \text{Кл}}{\text{кг} \cdot \text{Кл}}} = \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}} = \text{м/с}$$

Бир секундаги айланишлар сони

$$n = \frac{\nu}{2\pi R} = \frac{2,24 \cdot 10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-11}} = 7 \cdot 10^{15} \frac{1}{c}$$

2-масала. Ҳар бири $\varphi_0 = 25B$ гача зарядланган $N = 64$ та бир хил шарсимон симоб томчиларининг қўшилишидан ҳосил бўладиган катта симоб томчисининг потенциали φ топилсин

Берилган:

$$\varphi_0 = 25B$$

$$N = 64$$

$$\varphi = ?$$

Ҳар бир кичик томчининг радиуси r ва заряди q_0 бўлсин. Маълумки шар ичидаги барча нукталарда потенциалнинг қиймати бир хил бўлиб, шар сиртидаги потенциал қуйидагига тенг

$$\varphi_0 = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r}$$

томчининг заряди эса $q_0 = 4\pi\epsilon_0 \cdot r$ га тенг бўлади

У ҳолда N -та томчидан ташкил топган R -радиусли катта томчининг заряди

$$q = Nq_0 \text{ бўлади. Катта томчининг сиртидаги потенциал } \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Nq_0}{4\pi\epsilon_0 R}$$

бўлиб юқоридан q_0 нинг ифодаси ўрнига қўйилса,

$$\varphi = \frac{Nq_0 4\pi\epsilon_0 r}{4\pi\epsilon_0 R} = \varphi_0 N \frac{r}{R} \text{ тенг бўлади, радиусларини топиш учун шарнинг ҳажми}$$

аниқкланадиган формуладан фойдаланамиз. Катта томчининг ҳажми $V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3$

кичик томчининг ҳажми эса $V_2 = \frac{4}{3}\pi r^3$. Умумий ҳажм кичик шарлар ҳажмларининг йиғиндисига тенг, яъни

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = N \frac{4}{3}\pi r^3$$

бунда $R^3 = Nr^3$ эканлигини топамиз $\left(\frac{r}{R}\right)^3 = \frac{1}{N}$ энди $\frac{r}{R} = \sqrt[3]{\frac{1}{N}}$

бўлганлиги учун катта симоб томчисининг потенциали

$$\varphi = N \cdot \varphi_0 \frac{r}{R} = N\varphi_0 \sqrt[3]{\frac{1}{N}}$$

$$\varphi = 64 \cdot 25 \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{64}} = 400B$$

3-масала. Ясси конденсатор $U = 600B$ потенциаллар айирмасигача зарядланди ва ток манбаидан узилди. Шундан сўнг конденсаторнинг пластинкаларини бир-бирига яқинлаштириб улар орасидаги масофа икки марта камайтирилди. Пластинкалар орасидаги потенциаллар айирмаси U_1 ни аниқланг

Берилган:

$$U=600B$$

$$d_1 = \frac{d}{2}$$

$$U_1 - ?$$

Ечими:

Конденсаторнинг электр сиғими билан ундаги заряд ва потенциаллар айирмаси қуйидаги муносабат орқали боғланган

$$C = \frac{q}{U}$$

Пластинкалар орасидаги масофа ўзгарганда улардаги заряд ўзгармайди (конденсатор ток манбаидан узилган), унинг фақат сиғими ўзгаради. Ясси конденсаторнинг сиғими

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

эканлигини назарга олиб, потенциаллар айирмасини аниқлаймиз

$$U = \frac{qd}{\varepsilon_0 S} \quad \text{ва} \quad U_1 = \frac{qd_1}{\varepsilon_0 S}$$

U ни U_1 га бўлиб шундай нисбатни ҳосил қиламиз .

$$\frac{U}{U_1} = \frac{d}{d_1} \quad d = 2d_1 \text{ этиборга олсак} \quad U_1 = U \frac{d_1}{d} = U \cdot \frac{d_1}{2 \cdot d_1}, \text{ бундан } U_1 = \frac{U}{2}$$

$$U_1 = \frac{600B}{2} = 300B$$

4-масала. Ясси конденсатор қопламалари ораси бир хил $d=0.5\text{мм}$ қалинликдаги шиша ($\varepsilon_1 = 7$), симоб ($\varepsilon_2 = 6$) ва парафиналланган қоғоз ($\varepsilon_3 = 2$) дан иборат диэлектриклар билан тўлдирилган. Агар конденсатор қопламаларининг юзи $S=200\text{ см}^2$ бўлса, конденсаторнинг электр сиғими C – топилсин .

Берилган:

$$d=0.5\text{мм}=5 \cdot 10^{-4}\text{ м},$$

$$S=200\text{см}^2=2 \cdot 10^{-2}\text{ м}^2$$

$$\varepsilon_1 = 7, \varepsilon_2 = 6, \varepsilon_3 = 2$$

$$C - ?$$

Агар ясси конденсатор қопламаларига параллел қилиб юпқа металл пластинка киритилса, у ҳолда унинг сиртларида миқдор жиҳатдан тенг ва қарама–қарши ишорали зарядлар индукцияланади. Шунинг учун ҳам қопламалари орасида диэлектрик пластинкалари бўлган конденсаторнинг электр сиғимини бу диэлектриклар сиртларига юпқа металл қатламлар сурилган деб фараз қилиб аниқлаш мумкин. Бу ҳолда ўзаро кетма –кет уланган конденсаторлар ҳосил бўлиб, уларнинг электр сиғимлари

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1 S}{d}, \quad C_2 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_2 S}{d}, \quad C_3 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_3 S}{d}$$

бўлгани учун конденсаторнинг умумий электр сиғими C

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{d}{\varepsilon_0 \cdot S} \left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} + \frac{1}{\varepsilon_3} \right)$$

Бундан

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 \cdot S}{(\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 + \varepsilon_1 \varepsilon_3 + \varepsilon_2 \varepsilon_3) \cdot d}$$

Қийматларини қўйиб, ҳисобласак $C = 4,37 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 437 \text{ пФ}$

Масалалар

6.1. $m = 1,0 \text{ кг}$ массали мис булагидagi барча электронларнинг зарядини топинг.

6.2. Иккита кичкина шарчанинг ҳар қайсиси шундай мусбат зарядланадики, уларнинг умумий заряди $q = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ га тенг бўлади. Агар шарчалар бир - биридан $r = 2,0 \text{ м}$ масофада, $F = 1,0 \text{ Н}$ куч билан итариб, бу заряд уларда қандай тақсимланган?

6.3. Иккита электрон орасидаги электр итарилиш кучи уларнинг бирига гравитацион тортилиш кучидан неча марта катта.

6.4. Агар бир-биридан $r = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ масофада турган зарядланган чанг зарралари ҳавода ўзаро $F = 10^{-19} \text{ Н}$ куч билан таъсирлашса, ҳар бир чанг заррасида нечадан электрон бор?

6.5. Агар икки нуқтавий заряд орасидаги масофа икки марта оширилса ва бир вақтда улар диэлектрик сингдирувчанлиги аввалгига нисбатан икки марта кичик бўлган муҳитга жойлаштирилса, зарядларнинг ўзаро таъсир кучи неча марта ўзгаради?

6.6. Ҳавода бир-биридан $r_1 = 20 \text{ см}$ узоқликда турган иккита нуқтавий заряд бирор куч билан ўзаро таъсир қилади. Ёгда бу зарядлар шундай куч билан ўзаро таъсир қилиш учун, уларни қандай r_2 – ўзоқликда жойлаштириш керак?

6.7. $q_1 = 1,7 \text{ нКл}$ ва $q_2 = -2,5 \text{ нКл}$ зарядлар бир- биридан $r = 3,2 \text{ см}$ масофада турибди. $q_3 = 3,4 \text{ нКл}$ зарядни унинг таъсир кучини сезмайдиган қилиб қаерда жойлаштириш керак ?

6.8. Агар натрий атомининг ядроси томон катта тезлик билан протон отилган бўлса ва у ядрога $r = 6 \cdot 10^{-14} \text{ м}$ масофага яқинлашган бўлса, протон ва ядро орасидаги электростатик итарилиш кучини аниқланг. Натрий ядроси протон зарядидан 11 марта катта. Атомдаги электронлар билан отилган протон орасидаги таъсир кучи эътиборга олинмасин.

6.9. Бир хил узунликдаги иккита ипга зарядланган шарлар осилган. Шарлар итариш кучи таъсирида ҳавода маълум бурчакка бурилиб узоқлашади. Шу шарлар керосинга туширилганда ҳам иплар орасидаги бурчак ўзгармай қолиши учун шарлар қандай зичликдаги моддадан тайёрланиши лозим? Керосиннинг диэлектрик сингдирувчанлиги $\varepsilon = 2$ ва зичлиги $\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

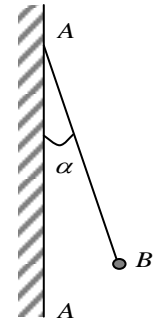
6.10. $q = 10 \text{ нКл}$ нуқтавий заряд ўзидан $r = 10 \text{ см}$ масофада ҳосил қилган электр майдон E - кучланганлиги аниқлансин. Диэлектрик – ёғ.

6.11. Иккита $q_1 = 8 \cdot 10^{-9}$ Кл ва $q_2 = -6 \cdot 10^{-9}$ Кл нуқтавий заряд ўртасида ётган нуқтадаги электр майдон кучланганлиги топилсин. Зарядлар оралиги $r = 10$ см; $\epsilon = 1$.

6.12. $q_1 = 7,5$ нКл ва $q_2 = -14,7$ нКл бўлган иккита нуқтавий заряднинг оралиги $r = 5$ см. Мусбат заряддан $a = 3$ см ва манфий заряддан $b = 4$ см узоқликда жойлашган нуқтадаги майдоннинг кучланганлиги топилсин.

6.13. Кучланганлиги $E = 40$ кВ/м бўлган бир жинсли майдонда $q = 27$ нКл заряд турибди. Майдоннинг а) заряд орқали ўтувчи бир жинсли майдон куч чизиғида ётган; б) заряд орқали ўтиб куч чизиқларига перпендикуляр бўлган тўғри чизикда заряддан $r = 9$ см масофада ётган нуқталардаги натижавий кучланганлигини топинг.

6.14. 6.1- расмда AA - зарядланган чексиз текислик бўлиб, заряднинг сирт зичлиги $\sigma = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл/см² ва массаси $m = 1$ гр заряди $q = 1$ нКл бўлган (бу заряд билан текислик зарядининг ишораси бир хил) зарядланган шарча. Шарча осилган ип AA текислик билан қандай бурчак ташкил қилади?



6.1-расм

6.15. 6.1- расмдаги AA - зарядланган чексиз текислик ва B - текислик заряди билан бир хил ишорада бўлган $m = 0,4$ гр массали ва $q = 6,67$ нКл зарядли шарча берилган. Шарча осилган ипнинг таранглиги $T = 0,49$ мН. AA текисликдаги зарядининг сирт зичлиги топилсин.

6.16. Диаметри $d = 1$ см бўлган мис шар ёғ ичига жойлаштирилган. Ёғнинг зичлиги $\rho = 800$ кг/м³. Агар бир жинсли электр майдонидаги шар ёғ ичида муаллақ бўлса, шарнинг заряди қанча бўлади? Электр майдони вертикал юқорига йўналган бўлиб, унинг кучланганлиги $E = 36000$ В/см.

6.17. Горизонтал ҳолатдаги ясси конденсатор пластинкалари орасида зарядланган симоб томчиси мувозанат ҳолатда турибди. Электр майдоннинг кучланганлиги $E = 60$ кВ/м. Томчи заряди $q = 8 \cdot 10^{-19}$ Кл га тенг. Томчининг радиуси топилсин.

6.18. Бир валентли иондан $r = 0,2$ нм узоқликдаги электр майдоннинг кучланганлиги аниқлансин. Ионнинг заряди нуқтавий деб ҳисоблансин.

6.19. Электростатик майдоннинг потенциали $\phi = 10$ В бўлган нуқтасида жойлашган нуқтавий $q = 1 \cdot 10^{-5}$ Кл заряднинг потенциал энергиясини топинг.

6.20. Вакуумда $q_1 = -10$ нКл ва $q_2 = 20$ нКл нуқтавий зарядлар ўзаро таъсирлашмоқда. Уларни туташтирувчи тўғри чизикда иккинчи заряддан қандай масофада майдон потенциали нолга тенг бўлади? Зарядлар орасидаги масофа $r = 42$ см га тенг.

6.21. Иккита бир хил мусбат $q = 1 \cdot 10^{-8}$ Кл нуқтавий заряд вакуумда бири-биридан $r_1 = 100$ см масофада турибди. Зарядларни бир – бирига $r_2 = 50$ см гача яқинлаштириш учун қанча иш бажариш керак.

6.22. $m = 40$ мг массали, $q = 1$ нКл мусбат зарядли шарча $v = 10$ см/сек тезлик билан ҳаракатланади. Бу шарга $q_0 = 1,33$ нКл га тенг бўлган мусбат нуқтавий заряд қанча масофагача яқинлашиши мумкин?

6.23. $v=10^8$ см/сек нисбий тезлик билан қарама-қарши ҳаракатланаётган иккита электрон бир-бирига қанча масофагача яқинлашиши мумкин?

6.24. Зарядлари $q_1=6,66$ нКл ва $q_2=13,33$ нКл бўлган иккита шарча бир-биридан $r_1=40$ см узоқликда турибди. Уларни бир-бирига $r_2=25$ см гача яқинлаштириш учун қанча иш бажариш керак?

6.25. $R=1$ см радиусли зарядланган шар марказидан $r=10$ см узоқликдаги майдон нуқтасининг потенциали топилсин. Масала қуйидаги ҳоллар учун ечилсин: 1) шар зарядининг сирт зичлиги $\sigma=0,1$ мкКл/м²; 2) шарнинг потенциали $\varphi=300$ В га тенг.

6.26. Чексизликдаги $q=2 \cdot 10^{-8}$ Кл га тенг нуқтавий зарядни, сирт зичлиги $\sigma=10$ мкКл/м² бўлган, $R=1$ см радиусли шар сиртидан $r=1$ см узоқликдаги нуқтага келтиришда қандай иш бажарилади?

6.27. Массаси $m=1$ гр ва заряди $q=10$ нКл бўлган шарча потенциали $\varphi_1=600$ В га тенг бўлган A нуқтадан потенциали $\varphi_2=0$ га тенг бўлган B нуқтага кўчирилди. Агар шарча B нуқтада $v_1=20$ см/сек тезликка эришган бўлса, унинг A нуқтадаги v_2 тезлиги қандай бўлади?

6.28. Зарядланган чексиз текислик яқинида $q=0,66$ нКл нуқтавий заряд турибди. Майдоннинг таъсири натижасида заряд куч чизиклари бўйлаб $r=2$ см га силжийди ва бунда $A=490$ Ж иш бажарилади. Текисликдаги заряднинг сирт зичлиги топилсин.

6.29. Қопламаларининг юзаси $S=100$ см², улар орасидаги масофа $d=0,1$ мм бўлган слюдали ясси конденсаторнинг электр сиғими C аниқлансин. $\varepsilon_{\text{слюда}}=7$

6.30. Ясси конденсатор пластинкалари орасидаги потенциаллар айирмаси $\varphi_1-\varphi_2=90$ В. Ҳар бир пластинканинг юзи $S=60$ см² ва заряди $q=1$ нКл. Пластинкалар бир-биридан қанча масофада туриши топилсин.

6.31. Ясси конденсатор бир-биридан $d=2$ мм масофада жойлашган, ҳар бирининг юзи $S=200$ см² дан бўлган иккита пластинкадан иборат бўлиб, улар орасида слюда қатлами бор. Агар рухсат этиладиган кучланиш $U=3$ кВ бўлса, конденсаторга энг кўпи билан қанча заряд бериш мумкин. (Слюда учун $\varepsilon=7$ га тенг).

6.32. $U=600$ В потенциаллар фарқигача зарядланган ясси конденсатор қопламалари орасида иккита диэлектрик қатлами бор, қалинлиги $d_1=7$ мм бўлган шиша ва қалинлиги $d_2=3$ мм бўлган эбонит. Конденсатор ҳар бир қопламасининг юзаси $S=200$ см². 1) конденсаторнинг сиғими C ; 2) қатламларнинг ҳар биридаги майдон кучланганлиги ва 3) потенциал тушиши $\Delta\varphi$ топилсин. $\varepsilon_1=7$, $\varepsilon_2=3$

6.33. Ясси конденсатордан сезгир микротарози сифатида фойдаланиш мумкин. Пластинкаларининг оралиги $d=3,84$ мм бўлган горизонтал ўрнатилган ясси конденсатор пластинкалари орасида $q=48 \cdot 10^{-20}$ Кл зарядли заррача турибди. Заррачанинг муаллақ туриб қолиши учун конденсатор пластинкалари потенциалларининг айирмаси $U=40$ В бўлиши керак. Заррачанинг массаси топилсин.

6.34. Пластинкаларининг оралиги $d=1$ см бўлган горизонтал ўрнатилган ясси конденсатор пластинкалари орасида $m=5 \cdot 10^{-11}$ гр массали зарядланган томчи турибди. Электр майдони бўлмаганда томчи ҳавонинг қаршилигини

енгиб, бирор ўзгармас тезлик билан тушади. Агар конденсатор пластинкалари орасида $U=600\text{ В}$ потенциаллар айирмаси ҳосил қилинса, томчи икки марта секин тушади. Томчининг заряди топилсин.

6.35. $q=2,22\text{ нКл}$ зарядга эга бўлган совун пуфакчаси горизонтал ясси конденсаторнинг майдонида муаллақ турибди. Пуфакчанинг массаси $m=0,01\text{ гр}$ ва пластинкалар оралиғи $d=5\text{ см}$, конденсатор пластинкалари орасидаги потенциаллар айирмаси топилсин.

6.36. Электрон ясси конденсаторнинг бир пластинкасида иккинчисига бўлган ораликни ўтганда $v=10^8\text{ см/сек}$ тезликка эришган. Пластинканинг оралиғи $d=5,3\text{ мм}$. 1) пластинкалар орасидаги потенциаллар айирмаси; 2) конденсатор ичидаги электр майдон кучланганлиги; 3) пластинкалардаги заряднинг сирт зичлиги топилсин.

6.37. Бир жинсли электр майдонда электрон $a=10^{12}\text{ м/сек}^2$ тезланиш олади. 1) электр майдон кучланганлиги; 2) бошланғич тезлиги нолга тенг бўлганда электроннинг $t=1\text{ мкс}$ да олган тезлиги; 3) бу вақт ичида электр майдон кучининг бажарган иши ҳамда 4) электроннинг ўтган потенциаллар айирмаси топилсин.

6.38. Шарнинг сиғими $C=1,0\text{ Ф}$ га тенг бўлиши учун унинг радиуси қандай бўлиши керак?

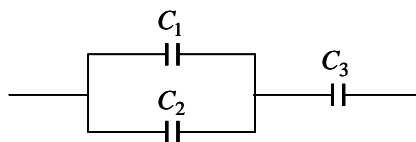
6.39. Ер шарининг сиғими топилсин. Ер шарининг радиусини $R=6400\text{ км}$ деб олинсин. Ер шарига $q=1,0\text{ Кл}$ электр заряди берилса, унинг потенциали қанчага ўзгаради.

6.40. Хар бирининг заряди $q=0,1\text{ нКл}$ бўлган $r=1\text{ мм}$ радиусли саккизта томчи қўшилиб, битта катта томчи ҳосил қилган. Катта томчининг потенциали топилсин.

6.41. $\varphi=792\text{ В}$ потенциалгача зарядланган шарча зарядининг сирт зичлиги $\sigma=333\text{ нКл/м}^2$. Шарчанинг r - радиуси топилсин.

6.42. Хар бир пластинкасининг юзи $S=1\text{ м}^2$ бўлган ясси ҳаво ораликли конденсатор пластинкаларининг оралиғи $d=1,5\text{ мм}$. Конденсаторнинг сиғими топилсин. Шу конденсаторнинг $U=300\text{ В}$ потенциалгача зарядланса, пластинкаларидаги заряднинг сирт зичлиги топилсин.

6.43. 6.2-расмда конденсаторлар системасининг сиғими топилсин. Хар бир конденсаторнинг сиғими $C_1=C_2=C_3=0,5\text{ мкФ}$

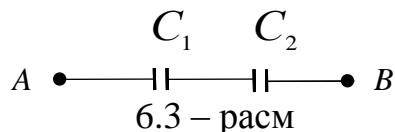


6.2-расм

6.44. Батареянинг сиғими $C=160\text{ нФ}$ га тенг бўлиши учун сиғими $C_1=800\text{ нФ}$ бўлган конденсаторга қандай сиғимли конденсаторни кетма-кет улаш керак ?

6.45. $C_1=3\text{ мкФ}$ ва $C_2=6\text{ мкФ}$ сиғимли конденсаторлар $\varepsilon=120\text{ В}$ Э.Ю.К. ли батареяга уланган. Агар конденсаторлар: 1) параллел, 2) кетма-кет уланган бўлса, конденсаторлардаги q_1 ва q_2 зарядлар ва уларнинг қопламалари орасидаги U_1 ва U_2 потенциаллар фарқи аниқлансин.

6.46. A ва B нуқталар орасидаги потенциаллар айирмаси $\varphi_A - \varphi_B = 6 \text{ В}$ га тенг, (6.3- расм). Биринчи конденсаторнинг сиғими $C_1 = 2 \text{ мкФ}$ иккинчисиники эса $C_2 = 4 \text{ мкФ}$. Ҳар бир конденсатор қопламаларидаги заряд ва потенциаллар айирмаси топилсин.



6.47. $C = 20 \text{ мкФ}$ сиғимли конденсатор $U = 100 \text{ В}$ потенциалгача зарядланган. Шу конденсаторнинг энергияси топилсин.

6.48. $R = 1 \text{ м}$ радиусли шар $\varphi = 30 \text{ кВ}$ потенциалгача зарядланган. Зарядланган шарнинг энергияси топилсин.

6.49. Керосинга ($\varepsilon = 2$) ботирилган шарнинг потенциали $\varphi = 4,5 \text{ кВ}$ ва заряднинг сирт зичлиги $\sigma = 11,3 \text{ мкКл/м}^2$. Шарнинг 1) R -радиуси, 2) q -заряди, 3) C -сиғими ва 4) W -энергияси топилсин.

6.50. Парафинланган ($\varepsilon = 2$) қоғоз диэлектрикли ясси конденсатор пластинкалари орасидаги масофа $d = 2 \text{ мм}$ га тенг, пластинкалар орасидаги кучланиш эса $U = 200 \text{ В}$. Майдон энергиясининг зичлигини топинг.

6.51. Ҳар бирининг юзи $S = 100 \text{ см}^2$ бўлган конденсатор пластинкалари ўзаро $F = 30 \text{ мН}$ куч билан тортилади. Пластинкаларнинг ораси слюда ($\varepsilon_{\text{слюда}} = 7$) билан тўлдирилган. 1) пластинкалардаги q -заряд, 2) пластинкалар орасидаги майдон кучланганлиги E , 3) майдоннинг ҳажм бирлигидаги энергияси топилсин.

4-боб

ЎЗГАРМАС ЭЛЕКТР ТОКИ

7-§. Ўзгармас токнинг асосий қонунлари. Ом қонуни. Жоуль-Ленц қонуни. Кирхгоф қоидалари. Токнинг иши ва қуввати. Асосий формулалар

Ток кучи. Зарядланган зарраларнинг тартибли ҳаракатига электр токи дейилади. Ўтказгич кўндаланг кесими юзасидан вақт бирлигида ўтган заряд миқдорига ток кучи дейилади

$$I = \frac{dq}{dt}$$

бунда q - қаралаётган ўтказгич юзидан t - вақт ичида оқиб ўтган заряд миқдори. Электр токининг зичлиги

$$j = \frac{I}{S}$$

бунда S - ўтказгичнинг кесим юзи. Ток зичлиги j - электронларнинг ўтказгич бўйлаб майдон таъсирида олган ўртача тартибли ҳаракат тезлигига, ҳажм бирлигидаги заряд ташувчилар сонига ва уларнинг зарядига тўғри пропорционалдир.

$$j = en_0\bar{u}$$

бу ерда $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ - электрон заряди.

Ташқи кучларнинг бирлик мусбат зарядини берк занжир бўйлаб кўчиришда бажарган ишига сон жиҳатдан тенг бўлган катталиқ ток манбаининг электр юритувчи кучи дейилади.

$$\varepsilon = \frac{A_T}{q}$$

Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни:

$$I = \frac{U}{R}$$

бунда $U = (\varphi_1 - \varphi_2)$ занжир учларидаги потенциаллар фарқи ёки кучланиш, R - ўтказгич қаршилиги бўлиб, у ўтказгич материалига, узунлигига ва кесим юзига боғлиқ.

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

Бу ерда ρ - ўтказгичнинг солиштирма қаршилиги, Ом қонунининг дифференциал кўринишидаги ифодаси:

$$j = \frac{1}{\rho} E = \sigma E$$

$\sigma = \frac{1}{\rho}$ материалнинг солиштирма электр ўтказувчанлиги.

Ўтказгич қаршилиги унинг ҳароратига ҳам боғлиқ:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t)$$

Бу ифодадаги α - ўтказгич қаршилигининг термик коэффициентини. Агар ҳарорат Кельвин шкаласи бўйича олинса

$$R_t = \frac{R_0 T}{T_0} \quad T_0 = 273^0 K$$

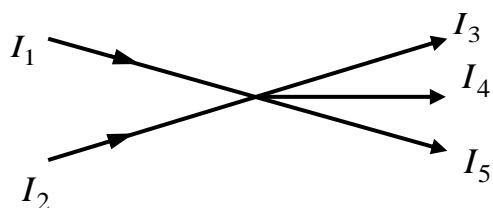
Занжирнинг бир жинсли бўлмаган қисми учун Ом қонуни:

$$I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) + \varepsilon}{R}$$

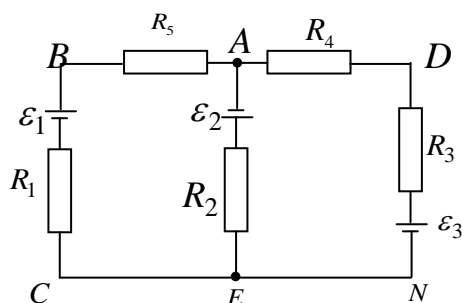
Берк занжир учун Ом қонуни $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ бунда r - ток манбаи яъни элементнинг ички қаршилиги.

Тармоқланган электр занжири учун Кирхгоф қоидалари. Кирхгофнинг биринчи қоидасига кўра: *тугунга келувчи ва тугундан чиқиб кетувчи тоқларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг* (7.1-расм).

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$



7.1-расм



7.2-расм

Тугунга келаётган тоқлар мусбат, ундан чиқиб кетаётган тоқлар эса манфий ишорада олиниши қабул килинган

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

Кирхгофнинг иккинчи қоидаси: *тармоқланган занжирнинг ҳар бир берк контурининг айрим қисмларидаги потенциал тушишларининг алгебраик йиғиндиси шу контурдаги ток манбалари электр юритувчи кучларининг алгебраик йиғиндисига тенг* (BAECB, ADNEA 7.2-расм).

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

Кирхгоф қоидаларига асосланиб тузилган тенгламалар тармоқланган тоқлар занжирини ҳисоблашга имкон беради.

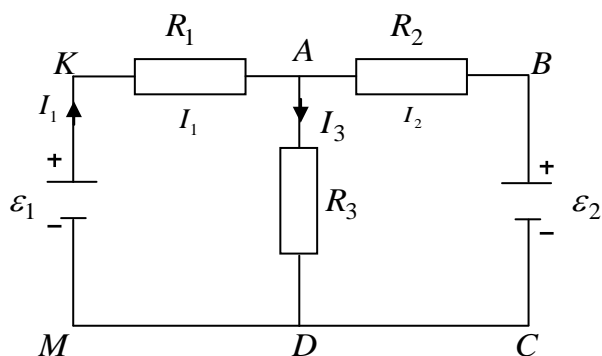
Тармоқланган занжирнинг берк контури учун Кирхгоф қоидалари асосида тенгламалар қуйидагича тузилади (7.3-расм).

$$A \text{ тугун учун } I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$D \text{ тугун учун } I_2 + I_3 - I_1 = 0$$

$$ADMKA \text{ контур учун } I_1 R_1 + I_3 R_3 = \varepsilon_1$$

$$ABCD \text{ контур учун } I_2 R_2 - I_3 R_3 = -\varepsilon_2$$



7.3-расм

Кирхгоф қоидаларига асосан тузиладиган барча тенгламалар сони аниқланиши зарур бўлган номаълум катталиклар сонига тенг бўлиши керак.

Ўзгармас токнинг иши ва қуввати:

$$A = IUt \quad N = IU$$

Ўтказгичдан ток ўтганда ундан ажралиб чиққан иссиқлик миқдори учун Жоуль-Ленц қонуни:

$$Q = I^2 R t$$

Ток манбаининг фойдали иш коэффициенти:

$$\eta = \frac{R}{R + r}$$

Масала ечиш намуналари

1-масала. Кўндаланг кесими $S = 1 \text{ мм}^2$ бўлган ўтказгичдан $t = 2 \text{ мин}$ вақт ичида ўтган электронлар сони N ни топинг. Ўтказгичнинг ток зичлиги $j = 150 \text{ А/см}^2$

Берилган:

$$S = 1 \text{ мм}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$t = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$$

$$j = 150 \text{ А/см}^2 = 150 \cdot 10^4 \text{ А/м}^2$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$N = ?$

Ечиш:

Ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзасидан ўтаётган электронларнинг сонини аниқлаш учун заряд миқдорини электронларнинг зарядига нисбати олинади, яъни

$$N = \frac{q}{e} \quad (1)$$

t - вақт ичида ўтказгичнинг кўндаланг кесими юзасидан ўтаётган заряд

$$q = jSt \quad (2)$$

2- формулани (1) формулага қўйиб N га нисбатан ечамиз

$$N = \frac{j \cdot S \cdot t}{e}. \quad \text{Энди сон қийматларини қўйиб ўтказгичнинг кўндаланг кесим}$$

юзасидан ўтаётган электронлар сонини ҳисоблаймиз.

$$N = \frac{150 \cdot 10^4 \cdot 10^{-6} \cdot 120}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,15 \cdot 10^{21}$$

$$[N] = \frac{\text{А/м}^2 \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}}{\text{Кл}} = \frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Кл}}{\text{Кл}} = 1$$

2-масала. Электр юритувчи кучи $\varepsilon = 2,1 \text{ В}$, ички қаршилиги $r = 0,2 \text{ Ом}$ бўлган элемент ташқи қаршиликка уланган. Занжирнинг ташқи қисмидаги кучланиши $U = 2 \text{ В}$ га тенг бўлса, занжирдаги ток кучи ва ташқи қаршиликни топинг.

Берилган:

$$\varepsilon = 2,1 \text{ В}$$

$$r = 0,2 \text{ Ом}$$

$$U = 2 \text{ В}$$

$I = ?$ $R = ?$

Ечиш: бутун занжир учун Ом қонунидан ток кучи $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$,

Занжирнинг бир қисми учун Ом қонунида ток кучи $I = \frac{U}{R}$,

Токларнинг қиймати бир хил бўлгани учун иккита тенгламани чап томонларни тенглаштирамиз ва қуйидаги тенгламани ёзамиз: $\frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{U}{R}$, R га нисбатан ечамиз

$$R = \frac{U \cdot r}{\varepsilon - U} \quad R = \frac{2 \cdot 0,2}{0,1} \text{ Ом} = 40 \text{ м}; \quad I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{2}{4} \text{ А} = 0,5 \text{ А}$$

3 – масала. Э.Ю.К. лари $\varepsilon_1 = 1,9 \text{ В}$ ва $\varepsilon_2 = 1,1 \text{ В}$, ички қаршиликлар $r_1 = 0,8 \text{ Ом}$ ва $r_2 = 0,1 \text{ Ом}$ бўлган иккита гальваник элемент бир хил қутблари билан параллел уланиб, улар $R = 10 \text{ Ом}$ ли ташқи қаршиликка туташтирилган. R қаршиликдаги ток кучи I ва кучланишни U ни топинг.

Берилган:

$$\varepsilon_1 = 1,9 \text{ В}$$

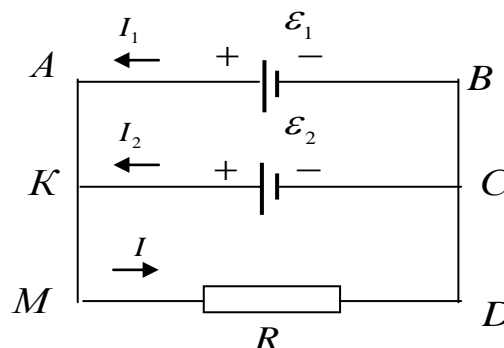
$$\varepsilon_2 = 1,1 \text{ В},$$

$$r_1 = 0,8 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 0,1 \text{ Ом}$$

Топиш керак:

I - ?, U - ?



7.4-расм

Электр занжирда иккита тугун мавжуд K , C нуқталар ва учта I_1 , I_2 , I номаълум токлар (7.4-расм).

Бундай мураккаб занжирларда Кирхгоф қоидаларини тадбиқ этамиз. Бунинг учун схемада токларнинг йўналишини (ихтиёрий) танлаб оламиз.

Лекин ҳамма токлар тугунда йиғилиши керак эмас. Ток биз белгилаган стрелка йўналишда ўтади деб фараз қилайлик. «К» тугун учун Кирхгофнинг биринчи қоидасини қўлласак

$$I_1 + I_2 - I = 0$$

Тармоқланган занжир бир нечта берк контурдан ($KABCK$, $KCDMK$, $MAVDМ$) тузилганлигини эътиборга олиб, унга Кирхгофнинг иккинчи қоидасини тадбиқ қиламиз:

$ABDMA$ контур учун (контурни айланиб чиқиш йўналиши соат стрелкасига тескари деб оламиз)

$$I_1 r_1 + IR = \varepsilon_1$$

Худди шундай $ABCKA$ контур учун Кирхгофнинг иккинчи қоидасини ёзамиз

$$I_1 \cdot r_1 - I_2 \cdot r_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

Учта тенгламани ечиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$I = \frac{\varepsilon_1 \cdot r_2 + \varepsilon_2 \cdot r_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 \cdot r_2};$$

Сон қийматлари қўямиз:

$$I = \frac{1,9 \cdot 0,1 + 1,1 \cdot 0,8}{10(0,8 + 0,1) + 0,8 \cdot 0,1} A \approx 0,12 A$$

$$U = I \cdot R = 0,12 \cdot 10 = 1,2 B$$

Масалалар

7.1. Агар ўтказгичнинг кўндаланг кесими орқали $t=1$ минут давомида $q=30$ мКл электр заряд оқиб ўтса, ўтказгичдаги ток кучини аниқланг.

7.2. Узунлиги $\ell=10$ м га тенг бўлган, $U=17$ мВ кучланиш берилган ингичка мис сим чулғамидан оқаётган токнинг зичлигини аниқланг.

7.3. Кесимнинг юзи $S = 1,4$ мм² бўлган алюминий ўтказгичдан $I = 1$ А ток ўтаётган бўлса, ундаги кучланганликни топинг.

7.4. Узунлиги 20 м бўлган темир сим учларидаги потенциаллар фарқи $U=9,8$ В бўлган токнинг зичлигини аниқланг.

7.5. Диаметри $d=1,0$ мм, массаси $m=300$ гр. бўлган пўлат сим чулғамининг қаршилигини аниқланг.

7.6. Электр лампанинг вольфрам толаси $t_1=2000^\circ\text{C}$ температурада $R_1=204$ Ом қаршиликка эга. Унинг $t_2=20^\circ\text{C}$ температурадаги қаршилигини аниқланг.

7.7. Қаршилиги $R=40$ Ом бўлган печь яшаш учун, радиуси $r=2,5$ см ли чинни цилиндрга диаметри $d=1$ мм ли нихром симдан неча қават ўраш керак.

7.8. Мис сим ўралган ғалтакнинг қаршилиги $R=10,8$ Ом, мис симнинг массаси $m=3,41$ кг. Ғалтакка ўралган симнинг ℓ - узунлиги ва d -диаметри топилсин.

7.9. Электр лампочкаси вольфрам ипининг қаршилиги $t=20^\circ\text{C}$ да $R=35,8$ Ом га тенг. $U=120$ В кучланишли электр тармоғига уланган лампочка толасидан $I=0,33$ А ток ўтса, унинг температураси t_2 қанча бўлади? Вольфрам қаршилигининг температура коэффиценти $\alpha=4,6 \cdot 10^{-3}$ град⁻¹ га тенг.

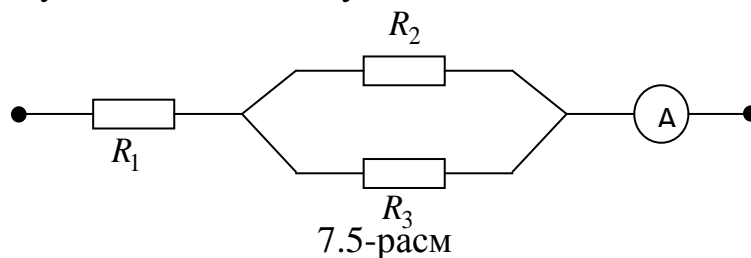
7.10. Темир симли реостат, миллиамперметр ва ток генератори кетма-кет уланган. Реостатнинг қаршилиги 0°C да $R_0=120$ Ом га, миллиамперметрнинг қаршилиги эса $R_{mA}=20$ Ом га тенг. Миллиамперметр $I_{mA}=22$ mA ни кўрсатиб турибди. Реостат $t=50^\circ\text{C}$ гача қизиганда миллиамперметр қанчани кўрсатади? Темир қаршилигининг температура коэффиценти $\alpha=6 \cdot 10^{-3}$ град⁻¹ га тенг. Генераторнинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

7.11. Мис симни ғалтак чулғамининг қаршилиги $t_1=14^\circ\text{C}$ да $R_1=10$ Ом га тенг. Токка улангандан кейин чулғамнинг қаршилиги $R_2=12,2$ Ом га тенг бўлиб қолади. Чулғам қанча температурагача қизийди? Мис қаршилигининг температура коэффиценти $\alpha=4,15 \cdot 10^{-3}$ град⁻¹ га тенг.

7.12. Узунлиги $\ell=500$ м ва диаметри $d=2$ мм бўлган мис симдан ўтаётган токнинг кучи $I=2$ А га тенг бўлса, ундаги потенциаллар тушиши топилсин.

7.13. Ички қаршилиги $r=0,04$ Ом бўлган амперметрга узунлиги $\ell=15$ см ва кўндаланг кесим юзи $S=3$ мм² бўлган мис сим параллел уланган. Амперметр $I=0,17$ А токни кўрсатади. Мис симдаги ток кучини топинг. Миснинг солиштира қаршилиги $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом м

7.14. Амперметр $I=3\text{ A}$ ни кўрсатади; $R_1=4\text{ Ом}$, $R_2=2\text{ Ом}$, $R_3=4\text{ Ом}$ (7.5-расм); R_1 , R_2 , R_3 қаршиликларида потенциалнинг тушиши, ҳамда R_2 ва R_3 қаршиликларидан ўтаётган токнинг кучи топилсин.



7.15. Электр юритувчи кучи $\varepsilon=1,1\text{ В}$, ички қаршилиги $r=1\text{ Ом}$ бўлган элемент $R=9\text{ Ом}$ ли ташки қаршиликка уланган. 1) занжирдаги ток кучи, 2) ташки занжирдаги потенциалнинг тушиши, 3) элементнинг ичидаги потенциалнинг тушиши, 4) элементнинг фойдали иш коэффициенти топилсин.

7.16. Ички қаршилиги $r=1,0\text{ Ом}$, Э.Ю.К. эса $\varepsilon=4,5\text{ В}$ бўлган батареяга $R=8,0\text{ Ом}$ қаршиликли резистор уланган. Занжирдан қандай ток кучи оқади? Ташки қаршиликдаги кучланиш қанчага тенг?

7.17. Э.Ю.К. $\varepsilon=2\text{ В}$ бўлган элементнинг ички қаршилиги $r=0,5\text{ Ом}$. Занжирдаги ток кучи $I=0,25\text{ A}$ бўлганда элемент ичидаги потенциалнинг тушиши ва занжирнинг ташки қаршилиги топилсин.

7.18. Элементнинг Э.Ю.К. 6 В га тенг. Ташки қаршилиги $R=1,1\text{ Ом}$ бўлган занжирдан ўтаётган ток кучи $I=3\text{ A}$ га тенг. Элемент ичидаги потенциалнинг тушиши ва унинг ички қаршилиги топилсин.

7.19. Ток манбаига $R_1=5,0\text{ Ом}$ қаршиликли резистор уланганда ток кучи $I_1=1,0\text{ A}$ га тенг бўлган, $R_2=15\text{ Ом}$ қаршиликли резистор уланганда эса $I_2=0,50\text{ A}$ бўлган. Ток манбаининг Э.Ю.К. ни ва унинг ички қаршилигини аниқланг.

7.20. Элементнинг Э.Ю.К. $\varepsilon=1,6\text{ В}$ га, ички қаршилиги $r=0,5\text{ Ом}$ га тенг. Ток кучи $I=2,4\text{ A}$ бўлганда элементнинг Ф.И.К. қанча бўлади?

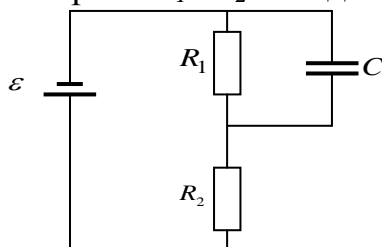
7.21. Батареянинг Э.Ю.К., $\varepsilon=12\text{ В}$ ток кучи $I=0,4\text{ A}$ бўлганда батареянинг ФИК $\eta=0,6$. Батареянинг ички қаршилиги r аниқлансин.

7.22. Батареянинг Э.Ю.К. 240 В , ички қаршилиги $r=1\text{ Ом}$ ва ташки қаршилик $R=23\text{ Ом}$. Батареянинг умумий қуввати, фойдали қуввати ва Ф.И.К. топилсин.

7.23. Э.Ю.К. $\varepsilon=15\text{ В}$ бўлган батареяга $R=3\text{ Ом}$ қаршиликли ўтказгич уланганда, занжирдаги ток кучи $I=4\text{ A}$ га тенг. Батареянинг қисқа туташув токини аниқланг.

7.24. Элемент, реостат ва амперметр кетма-кет уланган. Элементнинг Э.Ю.К. $\varepsilon=2\text{ В}$ ва ички қаршилиги $r=0,4\text{ Ом}$. Амперметр $I=1\text{ A}$ ни кўрсатади, элементнинг Ф.И.К. η ни топинг.

7.25. 7.6 - расмда тасвирланган схемада ясси конденсатордаги майдон кучланганлиги $E=1\text{ кВ/м}$ га тенг бўлиши учун батареянинг Э.Ю.К. қандай бўлиши керак? Қаршиликлар $r=R_1=R_2$ конденсатор қопламалари орасидаги масофа $d=5\text{ мм}$ га тенг.

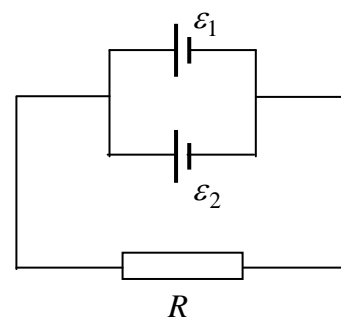


7.6-расм

7.26. Электр юритувчи кучи $\varepsilon=2\text{ В}$, ички қаршилиги $r=0,3\text{ Ом}$ бўлган иккита бир хил элемент бор (7.7-расм).

1) ташқи қаршилик $R=0,2\text{ Ом}$, 2) ташқи қаршилик $R=16\text{ Ом}$ бўлганда энг кўп ток кучи олиш учун элементларни қандай улаш керак (кетма-кетми ёки параллелми)?

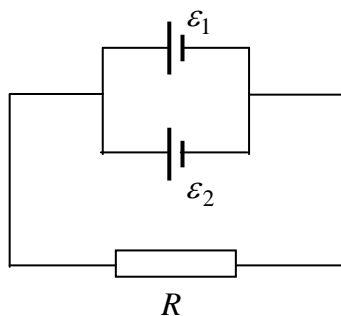
Ток кучи ҳар бир ҳол учун алоҳида топилсин.



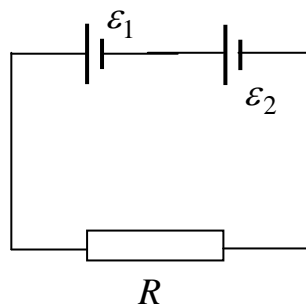
7.7-расм

7.27. 7.8-расмдаги қаршилик $R=1,4\text{ Ом}$, ε_1 ва ε_2 – иккита элемент бўлиб, ҳар бирининг Э.Ю.К. $\varepsilon=2\text{ В}$ га тенг. Бу элементларнинг ички қаршилиги тегишлича $r_1=1\text{ Ом}$ ва $r_2=1,5\text{ Ом}$ га тенг. Ҳар бир элементдаги ва бутун занжирдаги ток кучи топилсин.

7.28. 7.9-расмдаги қаршилик $R=0,5\text{ Ом}$, ε_1 ва ε_2 иккита элемент бўлиб, ҳар бирининг Э.Ю.К. $\varepsilon=2\text{ В}$ га тенг. Бу элементларнинг ички қаршилиги тегишлича $r_1=1\text{ Ом}$ ва $r_2=1,5\text{ Ом}$. Ҳар бир элемент қисқичларидаги потенциаллар айирмаси топилсин.



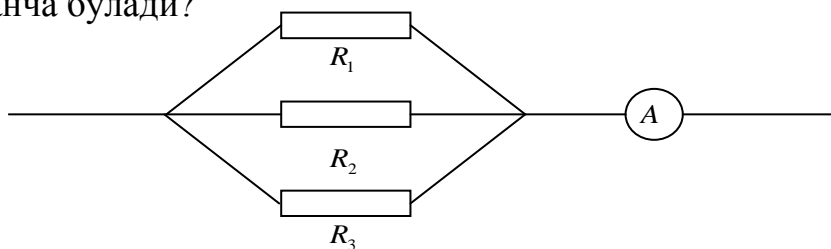
7.8-расм



7.9-расм

7. 29. Элемент, амперметр ва қаршилик кетма-кет уланган. Қаршилик узунлиги $\ell=100\text{ м}$ ва кўндаланг кесим юзи $S=2\text{ мм}^2$ бўлган мис симдан ясалган, амперметр қаршилиги $R_A=0,05\text{ Ом}$; амперметр $I_A=1,43\text{ А}$ ни кўрсатади. Қаршилик узунлиги $\ell=57,3\text{ м}$ ва кўндаланг кесим юзи $S=1\text{ мм}^2$ бўлган алюминий симдан ясалганда эса, амперметр $I_A=1\text{ А}$ ни кўрсатади. Элементнинг Э.Ю.К. ва ички қаршилиги топилсин.

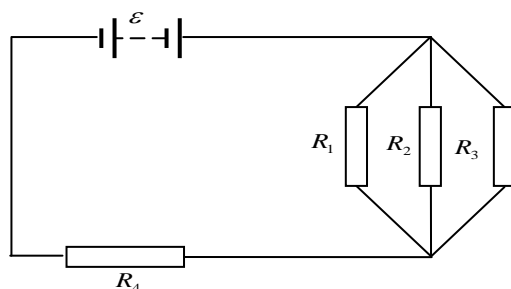
7.30 7.10-расмдаги схемада $R_2 = 20\text{ Ом}$, $R_3=15\text{ Ом}$ ва R_2 қаршиликдан ўтаётган ток кучи $0,3\text{ А}$ га тенг. Амперметр $0,8\text{ А}$ ни кўрсатиб турган бўлса, R_1 қаршилиги қанча бўлади?



7.10-расм

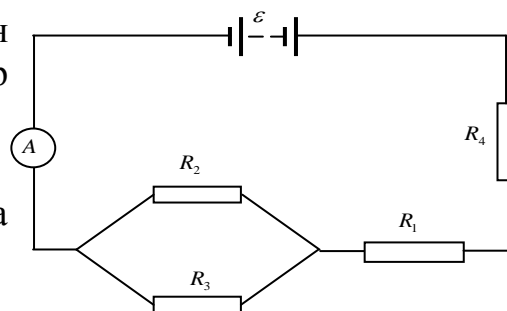
7.31. 7.11-расмда ЭЮК 100 В бўлган ε батарея ва $R_1=R_3=40\text{ Ом}$, $R_2=80\text{ Ом}$ ва $R_4=34\text{ Ом}$ бўлган қаршиликлар берилган. 1) R_2 қаршиликдан ўтувчи ток

кучи ва 2) шу қаршиликлардаги потенциалнинг тушиши топилсин. Батареянинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



7.11-расм

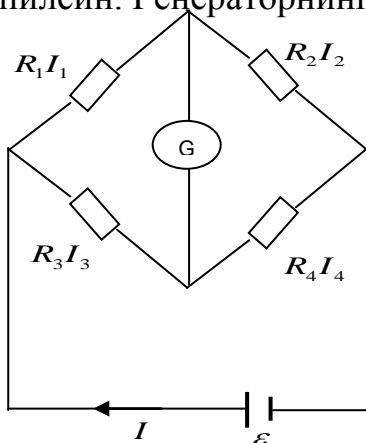
7.32 7.12-расмда ЭЮК $\mathcal{E} = 120 \text{ В}$ бўлган батарея $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_4 = 25 \text{ Ом}$ қаршиликлар кўрсатилган. R_1 қаршиликдаги потенциалнинг тушиши 40 В га тенг. Амперметр 2 А ни кўрсатади R_2 қаршилик топилсин. Батарея ва амперметр қаршилиги ҳисобга олинмасин.



7.12-расм

7.33. 1) 7.12-расмдаги схемада $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$, $r = 1 \text{ Ом}$ ва $\Phi.И.К.$ $0,8$ бўлса, амперметр қанча ток кучини кўрсатади? 2) R_1 қаршиликдаги потенциалнинг тушиши 4 В га ва R_4 қаршиликдаги 2 В га тенг бўлганда R_2 қаршиликдаги потенциалнинг тушиши қанча бўлади?

7.34. Уитстон кўпригидаги (7.13-расм) генераторнинг ЭЮК 2 В , $R_1 = 30 \text{ Ом}$, $R_2 = 45 \text{ Ом}$, $R_3 = 200 \text{ Ом}$. Гальванометрдан ўтаётган ток кучи нолга тенг. Ҳар бир тармоқдаги ток кучи топилсин. Генераторнинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



7.13-расм

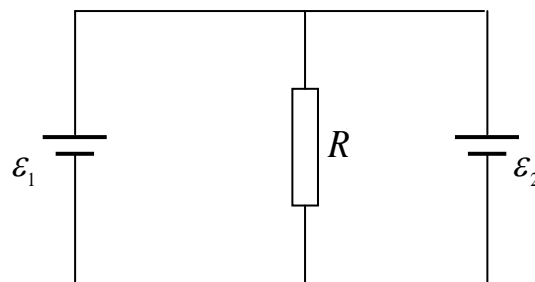
7.35. 7.14-расмдаги схемада ички қаршиликлари тегишлича $r_1 = 1 \text{ Ом}$, $r_2 = 2 \text{ Ом}$, ҳар бирининг ЭЮК лари 2 В дан бўлган иккита элемент \mathcal{E}_1 ва \mathcal{E}_2 берилган. \mathcal{E}_1 дан ўтаётган ток кучи 1 А тенг бўлса, ташқи R қаршилик қанчага тенг

бўлади? \mathcal{E}_2 да ўтаётган I_2 ток кучи топилсин. R қаршиликдан ўтаётган I_R ток кучи топилсин.

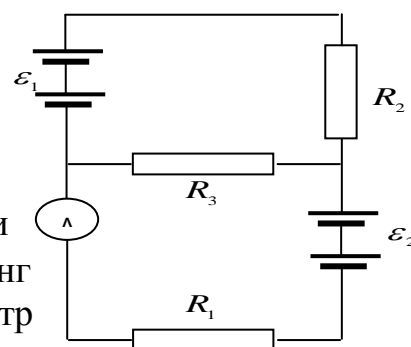
7.36. Олдинги масалани $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 4\text{ В}$, $r_1 = r_2 = 0,5\text{ Ом}$, ва $I_1 = 2\text{ А}$ бўлган ҳол учун ечилсин.

7.37. 7.15-расмдаги схемада $\mathcal{E}_1 = 110\text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 220\text{ В}$ ҳамда $R_1 = R_2 = 100\text{ Ом}$, $R_3 = 500\text{ Ом}$ қаршиликлар берилган. Амперметрнинг кўрсатишини аниқланг. Батарея ва амперметр ички қаршилиги ҳисобга олинмасин.

7.38. 7.15- расмдаги схемада $\mathcal{E}_1 = 2\text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 4\text{ В}$ ҳамда $R_1 = 0,5\text{ Ом}$ ва R_2 қаршиликдаги потенциалнинг тушиши $U = 1\text{ В}$ га тенг. Амперметрнинг кўрсатишини топинг. Элементларнинг ички ва амперметр қаршиликлари ҳисобга олинмасин.

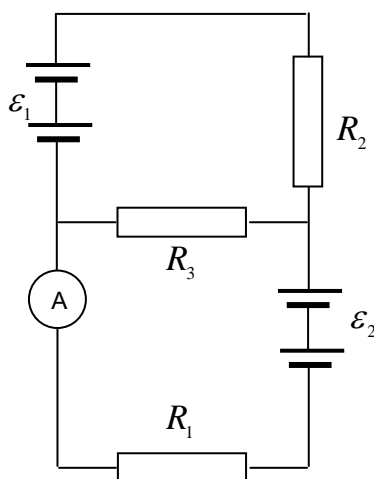


7.14-расм



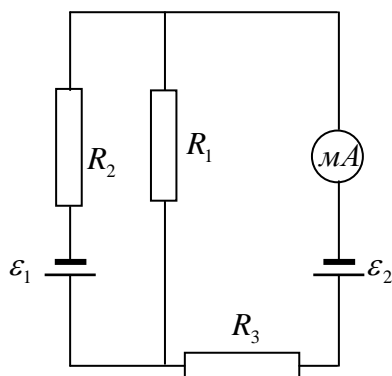
7.15-расм

7.39. 7.16-расмдаги схемада $\mathcal{E}_1 = 30\text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 10\text{ В}$ ҳамда $R_2 = 20\text{ Ом}$, $R_3 = 10\text{ Ом}$. Амперметрда 1 А ток ўтади. R_1 қаршилик топилсин. Батарея ва амперметр қаршилиги ҳисобга олинмасин.



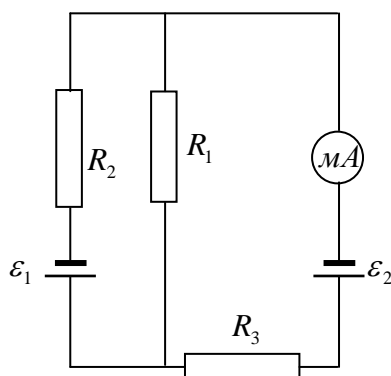
7.16-расм

7.40. 7.17-расмдаги схемада $\mathcal{E}_1 = 2\text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 1\text{ В}$, $R_1 = 10^3\text{ Ом}$, $R_2 = 500\text{ Ом}$, $R_3 = 200\text{ Ом}$ ва миллиамперметрнинг қаршилиги $R_A = 200\text{ Ом}$ бўлса, миллиамперметр қанча ток кучини кўратади. Элементларнинг ички қаршилиги ҳисобга олинмасин



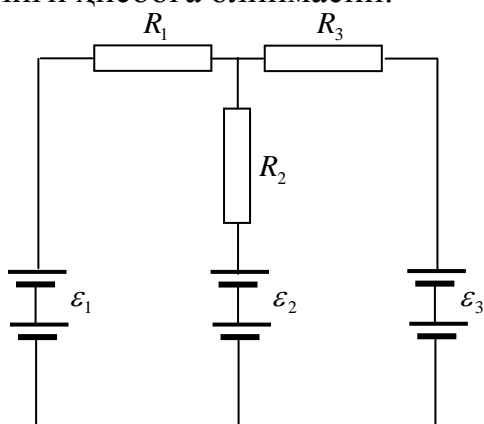
7.17-рasm

7.41. 7.18-рasmдаги схемада $\varepsilon_1 = 1 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 2 \text{ В}$, $R_3 = 1500 \text{ Ом}$, $R_A = 500 \text{ Ом}$ ва R_2 қаршиликлардаги потенциалнинг тушиши $U = 1 \text{ В}$ га тенг бўлса, миллиамперметр қанча ток кучини кўрсатади. Элементларнинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



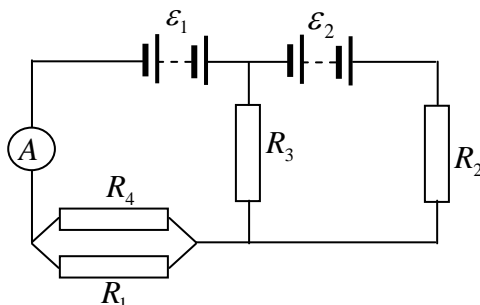
7.18-рasm

7.42. 7.19-рasmдаги схемада $\varepsilon_1 = 2 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 4 \text{ В}$, $\varepsilon_3 = 6 \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ва $R_3 = 8 \text{ Ом}$. Занжирнинг ҳамма қисмидаги ток кучи топилсин. Элементларнинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



7.19-рasm

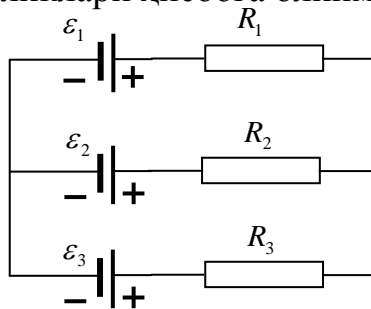
7.43. 7.20-расмдаги схемада $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 100 \text{ В}$, $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $R_3 = 40 \text{ Ом}$ ва $R_4 = 30 \text{ Ом}$. Амперметр кўрсаткичи топилсин. Батарея ва амперметр қаршилиги ҳисобга олинмасин.



7.20-расм

7.44. 7.20-расмдаги схемада $\mathcal{E}_1 = 2 \mathcal{E}_2$, $R_1 = R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$ ва $R_4 = 30 \text{ Ом}$. Амперметр $1,5 \text{ А}$ ни кўрсатади. \mathcal{E}_1 ва \mathcal{E}_2 қиймати ҳамда R_2 ва R_3 нинг қаршилиқдан ўтаётган I_2 ва I_3 ток кучлари топилсин. Батарея ва амперметр қаршилиги ҳисобга олинмасин.

7.45 ЭЮК лари $\mathcal{E}_1 = 11 \text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 4 \text{ В}$, $\mathcal{E}_3 = 6 \text{ В}$ бўлган учта ток манбаи ва $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ва $R_3 = 2 \text{ Ом}$ қаршилиги учта реостат 7.21-расмда кўрсатилгандек қилиб уланган. Қаршилиқлардаги ток кучлари аниқлансин. Ток манбаларининг ички қаршилиқлари ҳисобга олинмасин.



7.21-расм

7.46. $t = 10 \text{ с}$ вақт ичида ўтказгичдан $q = 24 \text{ Кл}$ заряд миқдори ўтди, ўтказгичдаги кучланиш $U = 12 \text{ В}$ га тенг. Ток бажарган ишни, токнинг қувватини, ўтказгичнинг қаршилигини аниқланг.

7.47. Ички қаршилиги $r_1 = 1,0 \text{ Ом}$ га Э.Ю.К. эса $\mathcal{E} = 3,0 \text{ В}$ га тенг бўлган ток манбаига уланган қаршилиқда ажраладиган қувват $N = 2,0 \text{ Вт}$ га тенг. Занжирдаги ток кучини аниқланг.

7.48. 110 В кучланишга мўлжалланган ва қуввати мос равишда 40 , 40 ва 80 Вт бўлган учта лампочка берилган. Шу лампочкалар нормал ёнганда улардан ўтайдиган ток кучи топилсин. Лампочкаларнинг уланиш схемаси чизилсин.

7.49. Генератордан 100 м ўзоқликдаги лабораторияда 10 А ток қабул қилувчи иситувчи электр асбоби уланган. Шу лабораторияда ёниб турган

электр лампочкаси қисқичларидаги кучланиш қанчага камайиши аниқлансин. Мис симнинг кесим юзаси 5 мм^2 га тенг.

7.50. ЭЮК 500 В бўлган батареядан $\ell = 2,5 \text{ км}$ масофага энергия узатиш керак. Батареянинг қуввати $N = 10 \text{ кВт}$. Уловчи мис симнинг диаметри $1,5 \text{ см}$ бўлганда тармоқдаги қувватнинг минимал исроф бўлиши топилсин.

7.51. Батареянинг ЭЮК $\varepsilon = 240 \text{ В}$, қаршилиги $r = 1 \text{ Ом}$, ташқи қаршилик $R = 23 \text{ Ом}$. Батареянинг 1) умумий қуввати, 2) фойдали қуввати ва 3) Ф.И.К. топилсин.

7.52. 1) 1 л сув 5 минутда қайнайдиган бўлса, электр чойнагининг иситгичи неча ватт истемол қилади? 2) тармоқ кучланиши $U = 120 \text{ В}$ бўлса, иситгичнинг қаршилиги қанча бўлади? Сувнинг бошланғич температураси $t = 13,5^\circ \text{С}$. Иссиқликнинг исрофи ҳисобга олинмасин.

7.53. Қувати $N = 0,5 \text{ кВт}$ бўлган плита устида ичига $t = 16^\circ \text{С}$ температурали $V = 1 \text{ л}$ сув қуйилган чойнак турибди. Чойнакдаги сув плита токка улангандан 20 мин. ўтгач қайнайди. Бундай чойнакнинг исиши, нурланиш ва ҳоказо учун қанча иссиқлик йўқолган бўлади?

7.54. Электр чойнакнинг иккита чулғами бор. Чулғамлардан биттаси уланганда чойнакдаги сув 15 минутда , иккинчиси уланганда 30 минутда қайнайди. Иккала чулғам кетма – кет уланганда чойнакдаги сув қанча вақтда қайнайди? Параллел уланганда – чи?

7.55. Агар мис стержен орқали $j = 4 \text{ А/мм}^2$ зичликдаги ток оқаётган бўлса, $\tau = 50 \text{ с}$ вақт ичида у қанча исийди? Атроф – фазода йўқоладиган иссиқликни ҳисобга олманг.

7.56. Агар иситгич ёрдамида $\tau = 10 \text{ мин.}$ вақт ичида $V = 2 \text{ л.}$ ҳажмдаги сувни қайнатиш мумкин бўлса иситгичнинг қувватини аниқланг. Сувнинг бошланғич температураси $t = 20^\circ \text{С}$. Иситгичнинг Ф.И.К. $\eta = 75\%$.

7.57. $I_1 = 3 \text{ А}$ ток кучида аккумуляторлар батареясининг ташқи занжиридан $N_1 = 18 \text{ Вт}$ қувват ажралади. $I_2 = 1 \text{ А}$ ток кучида эса мос равишда $N_2 = 10 \text{ Вт}$. Батареянинг Э.Ю.К. ε топилсин.

7.58. Иситгич $t = 23^\circ \text{С}$ температурадаги $V = 4,5 \text{ литр}$ сувни қайнатгунча $N = 0,5 \text{ кВт соат}$ энергия сарфланган. Иситгичнинг Ф.И.К. топилсин.

7.59. Ток зичлиги $j = 30 \text{ А/см}^2$ бўлганда бирлик ҳажмдаги мис симдан ҳар секунда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори топилсин.

ФИЗИК КАТТАЛИКЛАРНИНГ ЖАДВАЛЛАРИ

1. Астрономик катталиклар

Космик жисм	Ўртача радиус, м	Массаси, кг	Ўртача зичлиги, 10^3 кг/м^3	Ўз ўқи атрофида айланиш даври, сутка
Қуёш	$6,95 \cdot 10^8$	$1,97 \cdot 10^{30}$	1,41	25,4
Ер	$6,37 \cdot 10^6$	$5,96 \cdot 10^{24}$	5,52	1,00
Ой	$1,74 \cdot 10^6$	$7,30 \cdot 10^{22}$	3,30	27,3

Қуёш системаси сайёралари	Қуёшдан ўртача масофаси 10^6 км	Қуёш атрофида айланиш даври (йил ҳисобида)
Меркурий	57,87	0,241
Венера	108,14	0,615
Ер	149,50	1,000
Марс	227,79	1,881
Юпитер	777,8	11,862
Сатурн	1426,1	29,458
Уран	2867,7	84,013
Нептун	4494	164,79
Плутон	9508	248,43

2. Қаттиқ жисм ва суюқликларнинг зичликлари

Қаттиқ модда	$\rho \cdot 10^3$ кг/м^3	Суюқлик	$\rho \cdot 10^3$ кг/м^3	Газ (нормал шаритларда)	$\rho \cdot 10^3$ кг/м^3
Олмос	3,5	Ацетон	0,79	Азот	1,25
Алюминий	2,7	Сув	1,00	Аргон	1,78
Темир	7,8	Глицерин	1,26	Водород	0,09
Олтин	19,3	Мой	0,90	Ҳаво	1,29
Муз	0,9	Керосин	0,80	Кислород	1,43
Мис	8,9	Симоб	13,6	Гелий	0,18
Никель	8,9	Спирт	0,8	Карбонат ангидрид	1,98
Қалай	7,4	Эфир	0,7		
Қўрғошин	11,3				
Кумуш	10,5				

Пўлат	7,8				
Шиша	2,5				
Рух	7,0				
Чўян	7,8				
Ош тузи	2,2				
Марганец	7,4				
Вольфрам	19,3				
Платина	21,4				
Уран	18,7				

3. Жисмларнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициенти

Қаттиқ жисм	Чизиқли кенгайиш коэффициенти $\alpha \cdot 10^{-5}, K^{-1}$	Суюқлик	Ҳажмий кенгайиш коэффициенти $\beta \cdot 10^{-3}, K^{-3}$
Алюминий	2,4	Глицерин	0,5
Темир	1,2	Керосин	1,0
Кварц	0,04	Симоб	0,18
Мис	1,7	Спирт	1,1
Пўлат	1,1		
Шиша	0,9		
Рух	2,9		

4. Эластиклик модули

Материал	E , Гпа
Алюминий	70
Темир	200
Мис	130
Кўрғошин	16
Пўлат	210
Шиша	60

5. Модданинг солиштирма иссиқлик сизими

6.

Модда	$c \cdot 10^3 \text{ Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	Модда	$c \cdot 10^3 \text{ Ж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
Алюминий	0,90	Қўрғошин	0,13
Сув	4,019	Кумуш	0,23
Темир	0,46	Сулфат кислота	1,59
Керосин	2,14	Спирт	2,43
Муз	2,1	Пўлат	0,46
Мис	0,38	Шиша	0,83

6. Диэлектрик киритувчанлиги

Модда	ε	Модда	ε
Сув	81	Парафин	2,0
Мум	3,0	Плексиглас	3,5
Гетинакс	5,0	Слюда	7,0
Кварц	4,5	Шиша	7,0
Керосин	2,0	Чинни	6,0
Мой (ёғ)	5,0	Эбонит	3,0

7. Ўтказгичларнинг солиштирма қаршилиги

Модда	Солиштирма қаршилиги $\rho \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Температура коэффиценти $\alpha \cdot 10^{-3}, \text{ К}^{-1}$
Вольфрам	5,3	4,6
Темир	8,7	6,2
Константан	50	
Мис	1,7	4,3
Нихром	110	0,4
Қўрғошин	21	4,2
Пўлат	15	6,0
Кўмир	400	0,8

8. Асосий физик доимийлар

Физик доимийлар	Белгиланиши	Сон қиймати
Ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги	c	$2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Гравитацион доимий	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$
Авагадро доимийси	N_A	$6.02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

Универсал (моляр) газ доимийси	R	$8,31 \text{ Ж/моль} \cdot K$
Больцман доимийси	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ж/}K$
Фарадей доимийси	F	$9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}$
Элементар заряд	e	$1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Электроннинг массаси	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Протоннинг массаси	m_p	$1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Нейтроннинг массаси	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Электроннинг солиштирма заряди	$\frac{e}{m_e}$	$1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$
Массанинг атом бир-лиги (^{12}C нуклид атоми массасининг $\frac{1}{2}$ улуши)	1 м.а.б.	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 931 \text{ МэВ} = 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ Ж}$
Электр доимийси	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Магнит доимийси	μ_0	$12,56 \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$
Планк доимийси	h $\hbar = \frac{h}{2\pi}$	$6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ж с} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ эВ с}$ $1,054 \cdot 10^{-34} \text{ Ж с} = 6,59 \cdot 10^{-14} \text{ эВ с}$

ЖАВОБЛАР**1-боб****Механиканинг физик асослари****1-§. Кинематика**

$$1.1. \langle v \rangle = 14,67 \frac{м}{с}$$

$$1.2. \langle v \rangle = 16,5 \frac{м}{с}$$

$$1.3. \langle v \rangle = 12,3 \frac{км}{соат}, \quad v = 0,83 \text{ м/с}$$

$$1.4. v_0 = 14,7 \frac{м}{с}; \quad h = 11 \text{ м}$$

$$1.5. \quad 1) t = 8,4 \text{ с}, \quad 2) t = 7,3 \text{ с}, \quad 3) t = 7,8 \text{ с}.$$

$$1.6. v_0 = 15 \frac{м}{с}; \quad a = 0,8 \frac{м}{с^2}$$

$$1.7. a = 0,13 \frac{м}{с^2}; \quad t = 3,6 \text{ мин.}$$

$$1.8. a = -0,5 \frac{м}{с^2}; \quad S = 100 \text{ м.}$$

$$1.9. a = -0,055 \frac{м}{с^2}; \quad S = 0,57 \text{ км.}$$

$$1.10. t = 30 \text{ с}; \quad S = 0,23 \text{ км.}$$

$$1.11. S = 24 \text{ м}, \quad v = 38 \text{ м/с}, \quad a = 42 \text{ м/с}^2$$

$$1.12. \bar{v} = 7 \text{ м/с}, \quad \bar{a} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$1.13. a = 2 \text{ м/с}^2; \quad \langle v \rangle = 3 \text{ м/с}; \quad \langle v_2 \rangle = 5 \text{ м/с}; \quad \langle v_3 \rangle = 7 \text{ м/с}.$$

$$1.14. t = 40 \text{ с}, \quad x = 80 \text{ м}, \quad a = 0,1 \text{ м/с}^2$$

$$1.15. t = 12 \text{ с}, \quad \langle a \rangle = 0,64 \text{ м/с}^2$$

$$1.16. \text{Таърифга асосан: } S = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

$$S = \int_0^5 (20 + 2t) dt = (20t + \frac{1}{2} 2t^2) \Big|_0^5 = 20 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 25 = 100 + 25 = 125 \text{ м.}$$

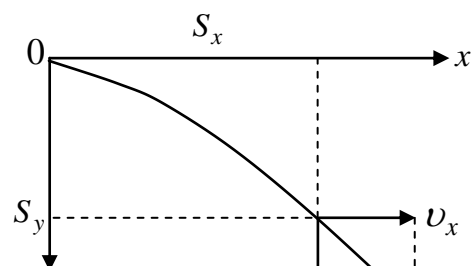
1.17. Горизонтал отилган тошнинг силжишини горизонтал S_x ва вертикал S_y лардан иборат иккита ташкил этувчиларга ажратиш мумкин (1 расмга қаранг). Харакатнинг мустақиллик қонунини қўллаб, қуйидагиларга эга бўламиз;

$$S_y = H = \frac{gt^2}{2}; \quad S_x = v_0 t, \quad \text{бунда } t \text{ ҳаракат вақти.}$$

Бундан

$$1) t = \sqrt{\frac{2S_y}{g}} = 2,26 \text{ с},$$

$$2) S_x = v_0 t = 33,9 \text{ м},$$



$$3) v_y = gt = 22,1 \frac{M}{c} \text{ ва } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 26,7 \frac{M}{c},$$

$$4) \sin \varphi = \frac{v_y}{v} = 0,827, \quad \varphi = 55^{\circ} 48'$$

1-расм

$$1.18. 1) h = 1,22 \text{ м},$$

$$2) v_0 = 10 \text{ м/с},$$

$$3) v = 11,1 \text{ м/с},$$

$$4) \varphi = 26^{\circ} 12'$$

$$1.19. h = 5,9 \text{ м}$$

1.20. Жисм траекториясининг энг юқори нуктасига кўтарилиш вақтини топамиз, қуйидаги формулага асосан $v_y = v_0 \sin \alpha - gt_1$. Энг юқори нуктада

$$v_0 \sin \alpha = gt_1 \quad t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 0,75 \text{ с ни топамиз. Бундан кўринадики } t = 1,25 \text{ с}$$

пайтда жисм юқори нуктадан тушаётган экан. Масалани энди қуйидагича таърифлаш мумкин: «Жисм горизонтал равишда $v_0 = v_0 \cos \alpha = 12,7 \text{ м/с}$ тезлик билан отилган. Ҳаракат бошланишидан $t' = (1,25 - 0,75) \text{ с} = 0,5 \text{ с}$ ўтгандан кейинги тангенциал ва нормал тезланиш топилсин».

Жисм тезлигининг горизонтал ташкил этувчиси ўзгармас бўлганлигидан тезланишнинг горизонтал ташкил этувчиси нолга тенг. Шунинг учун жисмнинг тўла тезланиши вертикал равишда пастга йўналган бўлиб, у оғирлик кучининг тезланишига тенгдир. Шундай қилиб, $a = g = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$

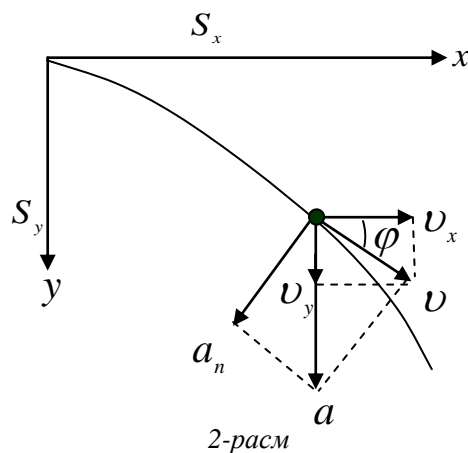
Расмдан кўринадики

$$\cos \varphi = \frac{v_x}{v} = \frac{a_n}{a} = \frac{a_n}{g}$$

$$\sin \varphi = \frac{v_y}{v} = \frac{a_{tg}}{a} = \frac{a_{tg}}{g}$$

$$a_{tg} = g \frac{v_y}{v} = \frac{g^2 t'^2}{\sqrt{(v_0')^2 + (gt')^2}} = 3,52 \text{ м/с}^2$$

$$a_n = \frac{g v_0'}{v} = 9,15 \text{ м/с}^2$$



$$1.21. \varphi \approx 16,25 \text{ рад. } \varphi \approx 2\pi N. N \approx 3 \text{ айл.}$$

$$1.22. \omega = 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}, \quad \omega_1 = 14,5 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}, \quad \omega_3 = 1,74 \cdot 10^{-3} \text{ рад/с}, \quad \omega_4 = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ рад/с}, \quad v = 7,8 \text{ км/соат}$$

1.23. Текис ўзгарувчан айланма ҳаракатда қуйидаги иккита ҳаракат тенгламаси ўринлидир:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad (1) \text{ ва } \omega = \omega_0 + \varepsilon t \quad (2).$$

Шартга кўра $\omega_0 = 0$ у ҳолда (1) ва (2) тенгламалар қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad (3) \quad \text{ва} \quad \omega = \varepsilon t \quad (4)$$

(3) ва (4) ларни биргаликда ечиб ва $\varphi \approx 2\pi N$ эканлигини ҳисобга олиб

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{4\pi N} = 3,2 \text{ рад/с}^2 \text{ эканлигини топамиз}$$

$$1.24. \quad \varepsilon = 1,26 \text{ рад/с}^2 \quad N = 360 \text{ айл.}$$

$$1.25. \quad \varepsilon = -0,21 \text{ рад/с}^2 \quad N = 240 \text{ айл.}$$

$$1.26. \quad t = 10 \text{ с.}$$

$$1.27. \quad t = 6,3 \text{ с. дан кейин } N = 9,4 \text{ айл.}$$

$$1.28. \quad a_n = \omega^2 R, \quad a_{tg} = 1,2 \text{ м/с}^2 \quad a_T = 6,7 \text{ м/с}^2$$

$$1.29. \quad \omega = 3,14 \text{ рад/с}, \quad v = 0,314 \text{ м/с}, \quad a_{tg} = 0,314 \text{ м/с}^2, \quad a_n = 0,986 \text{ м/с}^2, \quad a = 1,03 \text{ м/с}^2, \\ \alpha = 17^\circ 46'$$

$$1.30. \quad a_n = 4,5 \text{ м/с}^2 \quad a_{tg} = 0,06 \text{ м/с}^2$$

$$1.31. \quad v = 4 \text{ м/с}, \quad a_{tg} = 2 \text{ м/с}^2, \quad a_n = 2 \text{ м/с}^2 \quad a = 2,83 \text{ м/с}^2$$

$$1.32. \quad \omega = 14 \text{ рад/с}, \quad v = 1,4 \text{ м/с}, \quad \varepsilon = 12 \text{ рад/с}^2 \quad a_{tg} = 1,2 \text{ м/с}^2, \quad a_n = 19,6 \text{ м/с}^2$$

$$1.33. \quad R = 1,2 \text{ м}$$

$$1.34. \quad t = 0,872 \text{ с}, \quad a_T = 14,8 \text{ м/с}^2$$

$$1.35. \quad v = 0,85 \text{ м/с}, \quad \omega = 8,5 \text{ рад/с}, \quad \varepsilon = 3 \text{ рад/с}^2$$

$$1.36. \quad \varepsilon = 0,63 \text{ рад/с}^2 \quad N = 565 \text{ та}$$

$$1.37. \quad t = 2,75 \text{ с} \quad N = 3 \text{ айл.}$$

$$1.38. \quad v = 3,2 \text{ м/с}, \quad a_n = 25,6 \text{ м/с}^2 \quad a_{tg} = 2,4 \text{ м/с}^2, \quad a_{тула} = 25,7 \text{ м/с}^2$$

$$1.39. \quad N = 48 \text{ та}$$

2-§. Жисмнинг илгариланма ҳаракат динамикаси.

Ньютон қонунлари

$$2.1. \quad F = 150 \text{ Н}$$

$$2.2. \quad a = 0,8 \text{ м/с}^2.$$

$$2.3. \quad a = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} = 2,1 \text{ м/с}^2$$

$$2.4. \quad m_1 = m_2 \frac{S_2}{S_1 - S_2} = 0,125 \text{ кг}$$

2.5. $F_T = 2 \text{ кН}$

2.6. $a = 1,25 \text{ м/с}^2$.

2.7. $a = 4,9 \text{ м/с}^2$. (Лифт кўтарилади)

$a = 2,45 \text{ м/с}^2$. (Лифт пастга тушади)

2.8. $v_0 = 10 \text{ м/с}$, $F = 2040 \text{ Н}$

2.9. $F = 27,7 \text{ кН}$

2.10. $\bar{F} = 3 \text{ кН}$, $\bar{F} = 30 \text{ кН}$, $\bar{F} = 300 \text{ кН}$

2.11. $F_2 = 320 \text{ Н}$

2.12. $F_k = 7,6 \text{ Н}$

2.13. $N = 560 \text{ Н}$.

2.14. $T_1 = 14,8 \text{ Н}$, $T_2 = 4,8 \text{ Н}$.

2.15. $F = 33 \text{ кН}$

2.16. Вагонга қўйилиши керак бўлган куч, биринчидан, ишқаланишни енгишга ва иккинчидан вагонга тезланиш беришга сарфланади, яъни $F = F_{ишқ} + F_{тез}$

(1) лекин $F_{ишқ} = kP$, бунда P - вагоннинг оғирлиги ва k - ишқаланиш коэффиценти. $F_{тез} = ma = \frac{P}{g}a$ формулаларни эътиборга олсак $F = kP + \frac{P}{g}a$.

Вагон текис тезланувчан ҳаракат қилаётганлиги учун $S = \frac{at^2}{2}$ бўлади. Бундан

$a = \frac{2S}{t^2}$ эканлигини ҳисобга олсак қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$F = kmg + \frac{2mS}{t^2}$. Берилган қийматларни қўйиб ечсак $F = 8200 \text{ Н}$ бўлади ёки

$F = 8,2 \text{ кН}$.

2.17. $v_0 = 11,75 \text{ м/с}$

2.18. $F = 6 \text{ кН}$, $t = 50 \text{ с}$, $S = 375 \text{ м}$.

2.19. $F = 20 \text{ Н}$.

2.20. $m = 4,9 \text{ кг}$.

2.21. $F = 10 \text{ Н}$, $v = 275 \text{ м/с}$

2.22. $F = -0,123 \text{ Н}$.

2.23. $\Delta(mv) = 0,8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

2.24. $F\Delta t = 5 \cdot 10^{-23} \text{ Н} \cdot \text{с}$

2.25. $F\Delta t = 4,3 \cdot 10^{-23} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

2.26. $F = 980 \text{ Н}$, $F = 3 \text{ кН}$.

2.27. $P_1 = 48 \text{ кг м/с}$ $P_2 = 64 \text{ кг м/с}$, $F = 16 \text{ Н}$

2.28. Иш A юкнинг потенциал энергиясини ошириш ва унга a тезланиш бериш учун сарфланади, яъни $A = mgh + mah = mh(g + a)$, бундан $a = \frac{A - mgh}{mh}$.

Берилган қийматларни қўйиб ечамиз $a = 29,4 \text{ м/с}^2$.

2.29. $A = 26 \text{ Ж}$

2.30. $A = 45 \text{ кЖ}$

2.31. $A_1=21 \text{ Ж}$, $A_2=64 \text{ Ж}$

2.32. $m=2 \text{ кг}$, $v=4 \text{ м/с}$

2.33. $A=2,25 \text{ МЖ}$, $S=375 \text{ м}$.

2.34. $A=6 \text{ кЖ}$, $E_n=294 \text{ Ж}$.

2.35. $h=2,5 \text{ м}$.

2.36. $v=0,6 \text{ м/с}$

2.37. $U=5,14 \text{ км/соат}$, $U'=1,71 \text{ км/соат}$.

2.38. $U=17,8 \text{ км/соат}$, $U=53,5 \text{ км/соат}$, $U=-17,8 \text{ км/соат}$ «минус» ишора вагоннинг снаряд ҳаракатининг йўналишига қарши кичик тезлик билан ҳаракатланишини кўрсатади.

2.39. $U_1=-6 \text{ м/с}$ «минус» ишора кичик парчанинг граната отилиш йўналишига тескари ҳаракатланишини билдиради.

2.40. $E_k=49 \text{ Ж}$

2.41. $E_k=150 \text{ кЖ}$

3-§. Қаттиқ жисмнинг айланма ҳаракат динамикаси

3.1. $I=9,7 \cdot 10^{37} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $L=7 \cdot 10^{33} \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}$.

3.2. $I=0,012 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

3.3. $M=100 \text{ Нм}$

3.4. $\varepsilon=2,45 \text{ рад/с}^2$

3.5. $M=2,72 \text{ Нм}$

3.6. Дискни айлантирувчи натижавий куч моменти қуйидагига тенг. $M=FR-M_{\text{ишк}}$ (1) Бу куч моменти динамиканинг асосий қонунига асосан жисмнинг бурчак тезланиши билан қуйидагича боғланишга эга. $M=I\varepsilon$ (2)

бунда $I=\frac{mR^2}{2}$, (3) I дискнинг инерция моменти. (1), (2) ва (3) дан дискнинг

массасини топамиз: $FR-M_{\text{ишк}}=I\varepsilon$; $FR-M_{\text{ишк}}=\frac{mR^2}{2}\varepsilon$;

$$m=\frac{2(FR-M_{\text{ишк}})}{\varepsilon R^2}; m=7,36 \text{ кг}$$

3.7. $I=0,07 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

3.8. $I=6,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

3.9. $\varepsilon=1,2 \text{ рад/с}^2$

3.10. $M=513 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $N=600 \text{ айл.}$

3.11. $\varepsilon=-10 \text{ рад/с}^2$, $N=80 \text{ айл.}$

3.12. $F_{\text{ум}}=763 \text{ Н}$.

3.13. $a=200 \text{ м/с}^2$

3.14. $I=10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

3.15. $T_1-T_2=\frac{(I\varepsilon+M_{\text{ишк}})}{R}=1,08 \text{ кН}$

3.16. $a=3 \text{ м/с}^2$

3.17. $I=9,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

$$3.18. \quad t = 1,1 \text{ с}, \quad E_k = 0,81 \text{ Ж}, \quad T = 4,1 \text{ Н}.$$

$$3.19. \quad M = \frac{2}{5} m R^2 (2B + 6Ct) = -0,64 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$3.20. \quad E_k = 24 \text{ Ж}.$$

$$3.21. \quad E_k = 0,1 \text{ Ж}$$

$$3.22. \quad E_k = 50 \text{ Ж}, \quad T = \frac{3m\nu^2}{4} = 37,5 \text{ Ж}.$$

$$3.23. \quad E_{k1} = 50 \text{ Ж}, \quad E_{k2} = 37,5 \text{ Ж}.$$

$$3.24. \quad \omega = 7,5 \text{ рад/с}.$$

$$3.25. \quad I = \frac{3}{2} m R^2 = 0,0648 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$3.26. \quad \nu = 7,07 \text{ м/с}$$

$$3.27. \quad I = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$3.28. \quad A = 355 \text{ Ж}.$$

$$3.29. \quad L = 3,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}.$$

$$3.30. \quad S = 4,1 \text{ м}$$

$$3.31. \quad A = 3,2\pi^3 R^5 \rho n^2 = 34,1 \text{ Ж}, \quad \rho - \text{миснинг зичлиги}.$$

$$3.32. \quad M_{\text{шук}} = 308 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad t = 100 \text{ с}.$$

$$3.33. \quad E_k = \frac{\varepsilon L t_2^2}{2 t_1} = 490 \text{ Ж}.$$

$$3.34. \quad Q = 2,51 \text{ мЖ}$$

$$3.35. \quad A = 15,8 \text{ кЖ}$$

$$3.36. \quad A = 22 \text{ кЖ}$$

$$3.3. \quad A = 3,2\pi^3 R^5 \rho \nu^2 = 34,1 \text{ Ж} \quad \rho - \text{миснинг зичлиги}.$$

$$3.38. \quad E_k = \frac{2F^2 t^2}{m} = 3,8 \text{ кЖ}$$

$$3.39. \quad \varepsilon = -0,21 \text{ рад/с}^2, \quad M_T = 0,42 \text{ Нм}, \quad A = 630 \text{ Ж}, \quad N = 240 \text{ айл}.$$

$$3.40. \quad M = 28,26 \text{ Нм}, \quad A_T = 35,5 \text{ кЖ}$$

$$3.41. \quad I = 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \quad M_T = 9,4 \cdot 10^{-2} \text{ Нм}$$

$$3.42. \quad \Delta t = \frac{E_k}{\pi m M} = 5 \text{ с}.$$

$$3.43. \quad \nu = 7,1 \text{ м/с}$$

$$3.44. \quad \omega_1 = \omega_2 = 14 \text{ рад/с}, \quad \nu_1 = 1,05 \text{ м/с}, \quad \nu_2 = 2,1 \text{ м/с}$$

$$3.45. \quad N = 4 \text{ кВт}$$

3.46. Ҳаракат миқдорининг сақланиш қонунига асосан $I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$ (1) бунда I_1 - бир четида одам турган платформанинг инерция моменти, I_2 - марказида одам турган платформанинг инерция моменти, ω_1 ва ω_2 - одамнинг биринчи ва иккинчи туриш вазиятидаги платформанинг бурчак тезликлари. Бу ҳолда

$$I_1 = \frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2 \quad (2) \quad \text{ва} \quad I_2 = \frac{m_1 R^2}{2} \quad \text{бунда} \quad R - \text{платформанинг радиуси, } m_1 -$$

платформанинг массаси ва m_2 -одамнинг массаси. (2) ва (3) ни (1) формулага қўйиб, $\omega = 2\pi n$ эканлигини назарда тутсак (бунда n - платформанинг секунддаги айланиш сони) қуйидагини оламиз.

$$\left(\frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2\right) \cdot 2\pi n_1 = 2\pi n_2 \frac{m_1 R^2}{2} \text{ бундан}$$

$$n_2 = n_1 \frac{m_1 R^2 + 2m_2 R^2}{m_1 R^2} = n_1 \frac{m_1 + 2m_2}{m_1} = 22 \text{ айл/мин.}$$

$$3.47 \quad n_2 = 21 \text{ айл/мин.}$$

$$3.48 \quad n = 0,49 \text{ айл/мин.}$$

$$3.49 \quad T = 1,16 \text{ с}$$

$$3.50 \quad T = 1,07 \text{ с}$$

4-§. Механик тебранишлар ва тўлқинлар

$$4.1. \quad T = 0,2 \text{ с. } n = \frac{N}{t} = 5 \text{ Гц. } \omega = 2\pi n = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ рад/с}$$

$$4.2. \quad A = 0,25 \text{ м. } T = 2 \text{ с. } \omega = 3,14 \text{ рад/с. } \varphi = \frac{\pi}{3} = 60^\circ. \quad n = 0,5 \text{ с}^{-1}$$

$$4.3. \quad x = 5 \sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ см.}$$

$$4.4. \quad x = 0,1 \sin 0,5\pi t \text{ м.}$$

$$4.5. \quad x = 50 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ мм, } x_1 = 35,2 \text{ мм, } x_2 = 0$$

$$4.6. \quad \text{Гармоник тебранма ҳаракат тенгламаси } x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right), \text{ масаланинг шартига кўра } x = \frac{A}{2}, \text{ бундан ташқари } T = 24 \text{ с ва } \varphi_0 = 0. \text{ Демак } 0,5 = \sin\left(\frac{\pi}{12}t\right),$$

$$\text{яъни } \frac{\pi}{12}t = \frac{\pi}{6}, \text{ бунда } t = 2 \text{ с.}$$

$$4.7. \quad t = 1 \text{ секунддан сўнг.}$$

$$4.8. \quad A = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м. } T = 1 \text{ с. } n = 1 \text{ Гц. } \varphi_0 = \frac{\pi}{2} = 90^\circ. \quad v_{\max} = A \frac{2\pi}{T} = 0,25 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{\max} = -A \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = -1,58 \text{ м/с}^2.$$

$$4.9. \quad T = 4 \text{ с, } v_{\max} = 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ м/с, } a_{\max} = 4,93 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$$

4.10. Шартга кўра $x = \sin \frac{\pi}{6} t$. Бунда тезлик $v = \frac{dx}{dt} = \frac{\pi}{6} \cos\left(\frac{\pi}{6} t\right)$, $\cos\left(\frac{\pi}{6} t\right) = 1$

яъни $\frac{\pi}{6} t = \pi n$ бўлганида (бунда $n = 0, 1, 2, \dots$) тезлик максимал бўлади. Шундай

қилиб, $t = 0, 6, 12$ с. .. вақт пайтида максимал тезликка эришади. $\sin\left(\frac{\pi}{6} t\right) = 1$

яъни $\frac{\pi}{6} t = (2n + 1) \frac{\pi}{2}$ бўлганида тезланиш максимал бўлади. Шундай қилиб $t = 3, 9, 15$ с... вақт пайтида максимал тезланишга эришади.

4.11. $v = 0,136$ м/с

4.12. $x = 5 \cdot 10^{-2} \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ м.

4.13. $A = 3,1 \cdot 10^{-2}$ м. $T = 4,1$ с.

4.14. $F_{\max} = 246$ мкН.

4.15. $F_{\max} = 197$ мкН. $E = 4,93$ мкЖ

4.16. $x = 0,04 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ м

4.17. $x = \frac{FA^2}{2E} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ м = 1,5 см.

4.18. $T = 19,86$ с.

4.19. $g = 9,78$ м/с²

4.20. $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g+a}} = 1,63$ с., $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g-a}} = 2,61$ с.

4.21. $m = \frac{k}{4\pi} \left(\frac{t}{N}\right)^2 = 1,26$ кг.

4.22. $T = 0,78$ с.

4.23. $k = \frac{F}{\ell} = 12$ Н/м, $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0,57$ с, $E_{\text{мула}} = \frac{k\ell^2}{2} = 2,4$ мЖ.

4.24. $k = 805$ Н/м

4.25. $x = 3,7 \cdot 10^{-2} \sin\left(\frac{\pi}{4} t + \frac{\pi}{8}\right)$ м

4.26. $A = 4,6 \cdot 10^{-2}$ м, $\varphi = 62^\circ 46'$

4.27. $\Delta\varphi = \frac{\pi}{3}$ рад.

4.28. $A = 2,24$ см, $n = 0,159$ с⁻¹, $\varphi = 0,353\pi$ рад, $x = A \sin(\omega t + \varphi)$
 $x = 2,24 \sin(2\pi 0,159 t + 0,353\pi)$

4.29. $A = 5$ см, $\varphi = 36^\circ 52' \cong 0,2\pi$, $x = 5 \sin(\pi \cdot t + 0,2\pi)$ см.

2-боб

Молекуляр физика ва термодинамика

5-§. Молекулаларни кинетик назария ва термодинамиканинг физик асослари.

$$5.1. \quad m_{O_2} = 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}, \quad m_{CO_2} = 7,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}.$$

$$5.2. \quad \mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль элемент водород}.$$

$$5.3. \quad m = 1,06 \cdot 10^{-25} \text{ кг}, \quad N = 9,4 \cdot 10^{24}; \quad \nu = 15,6 \text{ моль}.$$

$$5.4. \quad \rho = 3,2 \text{ кг/м}^3.$$

$$5.5. \quad N = 4,3 \cdot 10^{24} \text{ та}; \quad \nu = 7,14 \text{ моль}.$$

$$5.6. \quad m = 6 \cdot 10^{-4} \text{ кг}; \quad \nu = 0,3 \text{ моль}.$$

$$5.7. \quad N = 6,7 \cdot 10^{21} \text{ та}$$

5.8. Газнинг турини аниқлаш учун унинг нисбий молекуляр массасини аниқлаймиз: $\mu = \frac{\rho V}{\nu} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, демак, берилган газ азот экан.

$$5.9. \quad t_2 = \frac{P_2}{P_1}(t_1 + T_0) - T_0 = 473^\circ \text{ C}, \quad T_0 = 273^\circ \text{ C}.$$

$$5.10. \quad m = 0,212 \text{ кг}.$$

$$5.11. \quad P = 8,95 \cdot 10^8 \text{ Па}.$$

$$5.12. \quad T = 1,1 \cdot 10^4 \text{ К}$$

$$5.13. \quad V = 33 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

$$5.14. \quad \mu = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$5.15. \quad V = 6,65 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

$$5.16. \quad m = 64 \text{ г}.$$

$$5.17. \quad \frac{m}{\mu} = 0,415 \text{ кмол}.$$

$$5.18. \quad \rho = 0,10 \text{ кг/м}^3.$$

$$5.19. \quad \mu = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$5.20. \quad T = 1400^\circ \text{ К}$$

$$5.21. \quad P_2 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ Па} = 1,6 \text{ МПа}.$$

$$5.22. \quad V = 94 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$5.23. \quad m = 1,13 \text{ кг}.$$

$$5.24. \quad m = 0,72 \text{ г}.$$

$$5.25. \quad \Delta m = m_1 - m_2 = 7,5 \text{ кг}.$$

$$5.26. \quad \mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$5.27. \quad \Delta m = 10 \text{ кг}.$$

$$5.28. \quad pV = \frac{m_1}{\mu} RT_1, \quad pV = \frac{m_2}{\mu} RT_2, \quad \Delta m = m_1 - m_2, \quad \Delta m = \frac{pV\mu}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right),$$

$$\Delta m = 1,5 \text{ г}.$$

5.29. 1,1 марта.

$$5.30. \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1,3 \text{ марта.}$$

5.31. 2 марта камаяди.

$$5.32. P_1 = 1,08 \cdot 10^5 \text{ Па}, \quad P_2 = 1,16 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$5.33. \rho = 1,3 \text{ кг/м}^3.$$

$$5.34. V_1 = \frac{mRT_1}{\mu P} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, \quad T_2 = \frac{\mu PV_2}{mR} = 1170^0 \text{ К}$$

$$5.35. \text{Дальтон қонунига асосан } P = P_1 + P_2 \text{ га тенг. } (P_1 + P_2)V = \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right) RT$$

$$\mu = \frac{\frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}}} = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT, \quad V = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{p} = 11,7 \text{ л.}$$

$$5.36. m = 2,5 \text{ г.}$$

5.37. Дальтон қонунига асосан $P = P_1 + P_2$ идишда температура бир ҳил, шунинг учун $P_1(V_1 + V_2) = P_0^* V_1$, $P_2(V_1 + V_2) = P_0^* V_2$

$$P_1 = \frac{P_0^* V_1}{V_1 + V_2}, \quad P_2 = \frac{P_0^* V_2}{V_1 + V_2},$$

$$P = \frac{P_0^* V_1 + P_0^* V_2}{V_1 + V_2} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2.$$

$$5.38. \rho = \left(\frac{\frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}}} \right) \frac{P}{RT} = 1,98 \text{ кг/м}^3.$$

$$5.39. N = 3,3 \cdot 10^{22} \text{ та}$$

$$5.40. N = 1 \cdot 10^{27} \text{ та}$$

$$5.41. N = 4,5 \cdot 10^{23}$$

$$5.42. \mu_{\text{CH}_4} = 12 + 4 = 16 \text{ кг/кмоль.}, \quad m_c = 0,2 \cdot 10^{-25} \text{ кг.}, \quad m_{\text{H}_4} = 6,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$5.43. m_{\text{N}_2} = \frac{\mu}{Na} = 6,6 \cdot 10^{-26} \text{ кг.} \quad m_{\text{NH}_2} = \frac{\mu}{Na} = 2,83 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$5.44. N = \frac{m}{\mu} Na = 4,42 \cdot 10^{22} \text{ та.} \quad N = 6,62 \cdot 10^{17} \text{ та}$$

$$5.45. N = 3,3 \cdot 10^{22} \text{ та}$$

5.46. $\mu = 4 \text{ кг/кмоль}$ бу гелийнинг моляр массаси.

$$5.47. m = 0,0963 \text{ кг.}$$

$$5.48. T = 643^0 \text{ К}$$

$$5.49. m = 0,14 \text{ кг}$$

5.50. $P=1,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

5.51. $m = m_1 + m_2 \cdot \frac{m}{\mu} = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$\frac{m}{\mu} = \frac{PV}{RT}$$

$\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} = \frac{PV}{RT}$. Шартга кўра $m_1 = m - m_2$, $\frac{m - m_2}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} = \frac{PV}{RT}$ бу тенгламани m_2

га нисбатан ечамиз. $m_2 = \left[\frac{PV}{RT} \mu_1 \mu_2 - m \mu_2 \right] \frac{1}{\mu_1 - \mu_2}$. $m_2 = 13,5 \text{ кг}$.

5.52. $\mu_x = 28,9 \text{ кг/кмоль}$

5.53. $P_{O_2} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ $P_{SO_2} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$

5.54. $P = 1,44 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$

5.55. $V = 18,5 \text{ м}^3$

5.56. $\Delta m = 0,46 \text{ кг}$.

5.57. $m = 34,6 \text{ г}$

5.58. $\Delta m = m_1 - m_2 = 1,3 \text{ кг}$.

5.59. $F = 9400 \text{ Н}$.

5.60. Бирикма тузилиши $C_x H_y$ унинг моляр массаси $\mu = 12x + y$, $PV = \frac{m}{\mu} RT$

$$\mu = \frac{mRT}{PV} \quad \mu = 16$$

$\mu = 16$ рақам CH_4 - учунгина ўринли, демак метан экан.

5.61. Изланаётган бирикма $C_x O_y$ кўринишида бўлсин, у ҳолда $\mu = 12x + 16y$,

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad \mu \text{ га нисбатан ечамиз. } \mu = \frac{mRT}{PV} \text{ қийматларни қўйиб ечсак}$$

$$\mu = 44 \text{ кг/кмоль.}$$

$$\mu = 44 \text{ кг/кмоль рақам } CO_2 \text{ газ учун ўринли.}$$

5.62. Кислород грам молекуласини сони

$$n = \frac{m}{\mu} \frac{PV}{RT} \quad 1 \text{ грамм молекуладаги молекула сони Авогадро сонига тенг, яъни}$$

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ электронларнинг атомдаги сони унинг тартиб номерига тенг.}$$

$$O_2 \text{ кислородда } 2 \text{ та атом бор, демак } N = 2 \frac{m}{\mu} N_A Z = 2 \frac{PV}{RT} N_A Z = 4,3 \cdot 10^{24} \text{ та}$$

электрон бор.

5.63 $P = n \frac{RT}{V} \quad P = 4,6 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$

5.64 Шар жойлашган идиш хажмидаги ҳаво массасига тенг бўлса шар кўтарилади. Менделеев – Клапейрон тенгламасидан m ни топамиз. $m = \mu \frac{PV}{RT}$

$$m = 12,5 \text{ гр.}$$

$$5.65 \quad \rho = 0,01 \text{ кг/м}^3$$

$$5.66 \quad P = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$$

$$5.67. 1 \text{ баландликда мувозанат шarti: } Mg = \rho_1 Vg$$

$$2 \text{ баландликда мувозанат шarti: } (M - \Delta m)g = \rho_2 Vg$$

бу ерда Δm балласт массаси.

$$\Delta m = (\rho_1 - \rho_2)V, \quad \rho = \frac{\mu P}{RT}, \quad \Delta m = \frac{M}{R} \left(\frac{P_1}{T_1} - \frac{P_2}{T_2} \right), \quad \Delta m = 4,2 \text{ кг}$$

$$5.68. \quad m = 30,4 \text{ гр.}$$

$$5.69. \quad T_1 = 121,7^\circ \text{K}$$

$$5.70. \quad \sqrt{v^2} = 500 \text{ м/с}$$

$$5.71. \quad \sqrt{v^2} = 5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$$

$$5.72. \quad n = 4,2 \cdot 10^{24} \text{ л/м}^3$$

$$5.73. \quad P = \frac{1}{3} \rho v^2 = 5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2$$

$$5.74. \quad P = m \sqrt{v^2} = \sqrt{3kTm} = 6,3 \cdot 10^{-24} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$5.75. \quad \rho = 5 \text{ кг/м}^3, \quad \sqrt{v^2} = 230 \text{ м/с}$$

$$5.76. \quad \rho = 0,74 \text{ кг/м}^3$$

$$5.77. \quad \sqrt{v^2} = 1,9 \cdot 10^3 \text{ м/с}, \quad \mu = 2 \text{ кг/кмоль}$$

$$5.78. \quad N = 1,88 \cdot 10^{22}.$$

5.79. Газ молекулаларининг иссиқлик ҳаракат энергияси қуйидаги формуладан

фойдаланилади. $E = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT$ икки атомли газ учун $i=5$, i нинг уч қисми

илгариланма ҳаракатга $i=2$ қисми айланма ҳаракатга тегишли бўлади.

$$E = 3,7 \text{ кЖ. } E_{\text{ил}} = 2,2 \text{ кЖ, } E_{\text{ай}} = 1,5 \text{ кЖ.}$$

$$5.80. \quad E = 210 \text{ Ж}$$

$$5.81. \quad E_{\text{ай}} = 83 \text{ кЖ.}$$

$$5.82. \quad E = 750 \text{ Ж}$$

$$5.83. \quad m = \frac{2E}{v^2} = 2,5 \text{ гр. } P = \frac{2E}{3V} = 167 \text{ кПа.}$$

$$5.84. \quad C_v = 650 \text{ Ж/кг} \cdot \text{град. } C_p = 910 \text{ Ж/кг} \cdot \text{град.}$$

$$5.85. \quad C_v = 650 \text{ Ж/кг} \cdot \text{град.}$$

$$5.86. \quad C_p = 685 \text{ Ж/кг} \cdot \text{град.}$$

$$5.87. \quad \frac{C_p}{C_v} = 1,59$$

5.88. Газ олган иссиқлик миқдори $\Delta Q = \frac{m}{\mu} C_p (T_2 - T_1)$ бу ерда $C_p = 29,1 \frac{\text{Ж}}{\text{моль К}}$

$$PV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2, \quad PV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1 \text{ бундан } T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1}, \text{ аммо } V_1 = \frac{mRT_1}{\mu P}.$$

$$T_2 = \frac{\mu V_2 P}{mR} = 1156^\circ \text{K}, \text{ демак}$$

$$T_2 - T_1 = 1156 - 283^\circ \text{K} = 873 \text{ K}, \quad \Delta Q = 7,9 \cdot 10^3 \text{ Ж}$$

$$E_1 = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT_1 = 1,8 \text{ кЖ}, \quad E_2 = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT_2 = 7,6 \text{ кЖ}$$

5.89. Иситилишдан аввалги газ босимини $P_1 V = \frac{m}{\mu} RT$ га кўра $P_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ эканлигини аниқлаймиз. $P_2 = 13,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$

Иситиш давомида $V = \text{const}$ шунинг учун $U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT = \frac{i}{2} PV$ ёки

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} (P_2 - P_1) V \text{ қийматларини қўйиб ечамиз. } \Delta U = 4,15 \text{ кЖ.}$$

5.90. 1) $P = \text{const}$ ҳолда $\Delta Q = \frac{m}{\mu} C_p \Delta T$. Лекин $PV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$ ва $PV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2$

$$\text{бундан } P(V_2 - V_1) = \frac{m}{\mu} R \Delta T \quad \text{ёки} \quad \frac{m}{\mu} \Delta T = \frac{P(V_2 - V_1)}{R}.$$

$$\text{Демак } Q = C_p \frac{P(V_2 - V_1)}{R} = 700 \text{ Ж}$$

2) $V = \text{const}$ ҳолда $Q = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T$, Лекин $P_1 V = \frac{m}{\mu} RT_1$ ва $P_2 V = \frac{m}{\mu} RT_2$ бундан

$$V(P_2 - P_1) = \frac{m}{\mu} R \Delta T, \quad \text{ёки} \quad \frac{m}{\mu} \Delta T = \frac{V(P_2 - P_1)}{R}, \quad \text{Демак} \quad Q = C_v \frac{V(P_2 - P_1)}{R} = 500 \text{ Ж.}$$

5.91. Ҳавога берилиш керак бўлган иссиқлик миқдорини қуйидаги формуладан топамиз.

$$\Delta Q = \frac{m}{\mu} C_v \Delta T \quad (1)$$

ΔT ни топиш учун газнинг иситилишигача ва иситилгандан кейинги ҳолат тенгламаларини ёзамиз. $V = V_1 = V_2$ бўлганлигидан $P_1 V = \frac{m}{\mu} RT_1$ ва $P_2 V = \frac{m}{\mu} RT_2$

бўлади, бундан $V(P_2 - P_1) = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$ ёки

$$(T_2 - T_1) = \frac{V(P_2 - P_1)\mu}{mR} \quad (2)$$

(2) формулани (1) формулага олиб бориб қўйсак, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади. $Q = C_v \frac{V(P_2 - P_1)}{R} = \frac{i}{2} V \Delta P$ энди Q ни ҳисоблаймиз, масалани шартларига асосан $Q = 10$ кЖ.

$$5.92. \quad Q = \rho \frac{V}{\mu} C_v \Delta T = 208 \text{ Ж.}$$

$$5.93. \quad T_2 = 2500^\circ K, \quad Q = C_v \frac{V \Delta P}{R} = 16,3 \text{ кЖ.}$$

$$5.94. \quad Q = 6,25 \text{ кЖ.} \quad T_2 = 4T_1, \quad P_2 = 4P_1$$

$$5.95. \quad Q = 102 \text{ Ж.}, \quad \sqrt{v^2} = 1,57 \text{ км/соат}, \quad P_2 = 133 \text{ кПа.}, \quad W = 4 \cdot 10^2 \text{ Ж}$$

$$5.96. \quad T = 83^\circ K$$

5.97. Молекулаларнинг тезликлари бўйича тақсимланиш қуйидаги формула билан ифодаланади.

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} e^{-u^2} U^2 \Delta U \quad (1)$$

бундан U - нисбий тезлик. Бизнинг ҳолда $v = 10$ м/с ва $\Delta v = 10$ м/с

$$\text{эҳтимоллиги энг ката тезлик } v_3 = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} = 376 \text{ м/с. Демак } U = \frac{v}{v_3} = \frac{100}{376} \text{ ва}$$

$$U^2 = 0,071, \quad e^{-u^2} = 0,93 \text{ ва } \Delta U = \frac{10}{376} \text{ унда (1) формуладан}$$

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} 0,93 \cdot 0,071 \cdot \frac{10}{376} = 0,004 = 0,4\%$$

$$5.98. \quad h = 2,3 \text{ км}$$

$$5.99. \quad P_0 = 12,8 \text{ Н}, \quad P_h = 7,8 \text{ Н}$$

$$5.100. \quad h = 5,5 \text{ км.}$$

3-боб Электростатика

6-§. Кулон қонуни. Электр майдон кучланганлиги. Гаусс теоремаси. Электр сизим. Потенциал

$$6.1. \quad q = \frac{n e m_c N_A}{\mu} = 44 \text{ мКл}$$

$$6.2. \quad q_1 = 38 \text{ мКл}, \quad q_2 = 12 \text{ мКл.}$$

$$6.3. \quad \frac{F_k}{F_{zp}} = 4,2 \cdot 10^{42}$$

$$6.4. \quad n = 300 \text{ та.}$$

$$6.5. \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{2}$$

$$6.6. \quad r_2 = 8,94 \text{ см.}$$

6.7. q_1 заряддан q_1 ва q_2 зарядларни туташтирувчи чизик бўйича

$$x = r \sqrt{\frac{q_3}{q_1}} = 4,5 \text{ см.}$$

6.8. $F = 0,7 \text{ Н.}$

6.9. $\rho = \frac{\rho_k \varepsilon}{(\varepsilon - 1)} = 1,6 \cdot 10^3 \frac{\text{Кг}}{\text{м}^3}$

6.10. $E = 1,8 \text{ КВ/м}$

6.11. $E = 50,4 \text{ КВ/м}$

6.12. $E = 112 \text{ КВ/м}$

6.13. $70 \text{ КВ/м, } 10 \text{ КВ/м, } 50 \text{ КВ/м, } 50 \text{ КВ/м.}$

6.14. $\alpha = 13^0$

6.15. $\sigma = \frac{2\varepsilon_0 \varepsilon \sqrt{T^2 - P^2}}{q} = 7,8 \text{ мКл/м}^2$

6.16. Шарга учта куч: Юқорига йўналган электр майдоннинг таъсир кучи F_1 , пастга йўналган оғирлик кучи P ва юқорига йўналган Архимед кучи F_A таъсир этади. Мувозанат ҳолатида

$$P = F_1 + F_A \quad (1).$$

Маълумки

$$P = mg = \rho_1 \frac{4}{3} \pi r^3 g \quad (2)$$

Бунда ρ_1 - миснинг зичлиги;

$$F_1 = Eq \quad (3)$$

ва $F_A = \rho_2 \frac{4}{3} \pi r^3 g$

Бунда ρ_2 - ёғ зичлиги. (1), (2), (3) ва (4) формуладан қуйидагини топамиз.

$$q = \frac{4}{3} \frac{\pi R^3 (\rho_1 - \rho_2)}{E} = 11 \text{ нКл}$$

6.17. $r = 0,44 \text{ мкм.}$

6.18. $E = 2,5 \text{ КВ/м}$

6.19. $E = 10 \text{ мЖ.}$

6.20. $r_2 = 28 \text{ см.}$

6.21. $A = 90 \text{ мКЖ.}$

6.22. $\frac{mv^2}{2} = \frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0 r}; \quad r = 6 \text{ см.}$

6.23. $r = 5,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

6.24. $A = 1,2 \text{ мКЖ.}$

6.25. а) $\varphi = 11,3 \text{ В.}$ б) $\varphi = 30 \text{ В.}$

6.26. $A = 113 \text{ мКЖ.}$

6.27. $v_1 = 16,7 \text{ см/с}$

$$6.28. \sigma = \frac{2A\varepsilon_0\varepsilon}{q\Delta r} = 6,6 \text{ мкКл/м}^2.$$

$$6.29. c = 6,2 \text{ нФ}.$$

$$6.30. d = 4,8 \text{ мм}.$$

$$6.31. q = 1,86 \text{ нКл}$$

$$6.32. C = 88,5 \text{ нФ}; E_1 = 43 \text{ кВ/м}; E_2 = 100 \text{ кВ/м}; \Delta\varphi_1 = \Delta\varphi_2 = 300 \text{ В}.$$

$$6.33. m = 5,1 \cdot 10^{-16} \text{ кг}.$$

$$6.34. \text{Электр майдон бўлмаганда} \quad mg = 6\pi\eta r v_1 \quad (1)$$

$$\text{Электр майдон бўлганда эса} \quad mg - Eq = 6\pi\eta r v_2 \quad (2)$$

$$(1) \text{ ва } (2) \text{ дан } mg - Eq = \frac{v_2}{v_1} mg \text{ ёки } q = \frac{mg}{E} \left(1 - \frac{v_2}{v_1}\right) = \frac{mgd}{U} \left(1 - \frac{v_2}{v_1}\right) = 4,1 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$$

$$6.35. U = 22 \text{ кВ}.$$

$$6.36. U = 2,8 \text{ В}, E = 530 \text{ В/м}, \sigma = 4,7 \text{ нКл/м}^2.$$

$$6.37. E = 5,7 \text{ В/м}, v = 10^6 \text{ м/с}, A = 4,5 \cdot 10^{-19} \text{ Ж}, U = 2,8 \text{ В}.$$

$$6.38. R = 9 \cdot 10^9 \text{ м}.$$

$$6.39. c = 710 \text{ мкФ}, \Delta\varphi = 1400 \text{ В}.$$

6.40. n та томчининг заряди $q_0 = nq$. Бу катта томчи зарядидир. Катта томчининг радиуси $n \frac{4}{3} \pi r^2 \rho = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$ шартдан топилади, бунда $R = \sqrt[3]{n} \cdot r$.

Унда бу томчининг потенциали $\varphi = \frac{q_0}{C} = \frac{nq}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{nq}{4\pi\varepsilon_0 r \sqrt[3]{n}}$; бизда $n = 8$, $q = 10^{-10}$

Кл, $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, $\varepsilon = 1$ қийматларни формулага қўйиб қуйидаги қийматни оламиз. $U = 3600 \text{ В}$.

$$6.41. r = 2,1 \text{ см}.$$

$$6.42. c = 5,9 \text{ нФ}, \sigma = 1,77 \text{ мкКл/м}^2.$$

$$6.43. c = 0,33 \text{ мкФ}.$$

$$6.44. c_1 = 200 \text{ нФ}.$$

$$6.45. 1) q_1 = 360 \text{ мкКл}, q_2 = 720 \text{ мкКл}, U = 120 \text{ В}.$$

$$2) q_1 = 240 \text{ мкКл}, U = 80 \text{ В}.$$

$$6.46. q_1 = q_2 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}. U_1 = 4 \text{ В}, U_2 = 2 \text{ В}.$$

$$6.47. E = 0,1 \text{ Ж}.$$

$$6.48. E = 0,05 \text{ Ж}.$$

$$6.49. R = 7 \text{ мм}, q = 7 \text{ нКл}, C = 1,55 \text{ нФ}, E = 15,8 \text{ мкЖ}$$

$$6.50. E_0 = 93 \text{ мЖ/м}^3.$$

$$6.51. q = 17,7 \text{ мкКл}, E = 333 \text{ кВ/м}, E_0 = 2,94 \text{ Ж/м}^3.$$

4-боб: Ўзгармас электр токи

7-§. Ўзгармас токнинг асосий қонунлари. Ом қонуни. Жоуль-Ленц қонуни. Кирхгофф қоидалари. Токнинг иши ва қуввати.

$$7.1. I = 0,5 \text{ мА}.$$

$$7.2. j = \frac{U}{\rho \ell} = 10 \text{ A/cm}^2.$$

$$7.3. E = 1,81 \cdot 10^{-2} \text{ В/м.}$$

$$7.4. j = 4,9 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2.$$

$$7.5. R = \frac{16m\rho}{\pi^2 d^4 \rho_0} = 9 \text{ Ом. Бу ерда } \rho = 15 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м пўлат симнинг солиштира}$$

қаршилиги. $\rho_0 = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ - пўлатнинг зичлиги.

$$7.6. R_2 = \frac{R_1(1 + \alpha t_2)}{(1 + \alpha t_1)} = 22 \text{ Ом.}$$

$$7.7. N = 200 \text{ ўрам.}$$

$$7.8. \ell = 500 \text{ м, } d = 1 \text{ мм.}$$

$$7.9. R_1 = R_0(1 + \alpha t_1), \text{ бунда } R_0 - \text{ температура } 0^\circ\text{C бўлгандаги қаршилик}$$

(бошланғич температурадаги эмас). Бунда $R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} = 32,8 \text{ Ом. Сўнгра}$

$$R_2 = \frac{U}{I} = 364 \text{ Ом, } R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \text{ бундан } t_2 \text{ ни топамиз: } t_2 = \frac{R_2 - R_0}{R_0 \alpha} = 2200^\circ\text{C}$$

$$7.10. I = 17,5 \text{ mA.}$$

$$7.11. t = 70^\circ\text{C температурагача.}$$

$$7.12. U = 5,4 \text{ В.}$$

$$7.13. I = 8 \text{ A.}$$

$$7.14. U_1 = 12 \text{ В, } U_2 = U_3 = 4 \text{ В, } I_2 = 2 \text{ A, } I_3 = 1 \text{ A.}$$

$$7.15. 1) I = 0,11 \text{ A, } 2) U_1 = 0,99 \text{ В, } 3) U_2 = 0,11 \text{ В, } 4) \eta = 0,9.$$

$$7.16. I = 0,5 \text{ A, } U = 4 \text{ В.}$$

$$7.17. U = 0,125 \text{ В, } R = 7,5 \text{ Ом.}$$

$$7.18. U = 2,7 \text{ В, } r = 0,9 \text{ Ом.}$$

$$7.19. \varepsilon = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{(I_1 - I_2)} = 10 \text{ В.}$$

$$r = \frac{I_2 R_2 - R_1 I_1}{(I_1 - I_2)} = 5 \text{ Ом.}$$

$$7.20. \eta = 25 \%$$

$$7.21. r = 12 \text{ Ом.}$$

$$7.22. P_\phi = 2,3 \text{ кВт, } P_{\text{ym}} = 2,4 \text{ кВт, } \eta = 25 \%$$

$$7.23. I_{\text{кис.}} = 20 \text{ A.}$$

$$7.24. \eta = 80 \%$$

$$7.25. \varepsilon = 15 \text{ В.}$$

$$7.26. \text{Элементларни кетма – кет улаганда } I' = \frac{2\varepsilon}{2r + R}. \text{ Параллел улаганда}$$

$$I'' = \frac{\varepsilon}{0,5r + R}$$

$$1) I' = 5 \text{ A, } I'' = 5,7 \text{ A.}$$

2) $I' = 0,24 \text{ A}$, $I'' = 0,124 \text{ A}$.

Шундай қилиб, ташқи қаршилик кичик бўлганда элементларни параллел улаш фойдали бўлса, ташқи қаршилик катта бўлганда кетма – кет улаш *фойдали* бўлади.

7.27. $I_1 = 0,6 \text{ A}$, $I_2 = 0,4 \text{ A}$, $I = I_1 + I_2 = 1 \text{ A}$.

7.28. Занжирдаги ток кучи $I = \frac{2\varepsilon}{R + r_1 + r_2} = \frac{4}{3} \text{ A}$. Берилган элемент

қискичларидаги потенциаллар айирмаси $U_1 = \varepsilon - Ir_1 = \frac{2}{3} \text{ В}$. Иккинчи элемент

қискичларидаги потенциаллар айирмаси $U_2 = \varepsilon - Ir_2 = 0$.

7.29. $\varepsilon = 2 \text{ В}$, $r = 0,5 \text{ Ом}$.

7.30. $R_1 = 60 \text{ Ом}$.

7.31. $I_2 = 0,4 \text{ A}$, $U_2 = 32 \text{ В}$.

7.32. $R_2 = 60 \text{ Ом}$.

7.33. $I = 2 \text{ A}$, $U_2 = 2 \text{ В}$.

7.34. $I_1 = I_2 = 26,7 \text{ mA}$, $I_3 = I_4 = 4 \text{ mA}$.

7.35. $R = \frac{2}{3} \text{ Ом}$, $I_2 = 0,5 \text{ A}$, $I_k = 1,5 \text{ A}$.

7.36. $R = 0,75 \text{ Ом}$, $I_2 = 2 \text{ A}$, $I_k = 4 \text{ A}$.

7.37. $I = 0,4 \text{ A}$.

7.38. $I = 2 \text{ A}$.

7.39. $R_1 = 20 \text{ Ом}$.

7.40. $I = 0,45 \text{ mA}$.

7.41. $I = 1 \text{ mA}$.

7.42. $I_1 = 0,385 \text{ A}$, $I_2 = 0,077 \text{ A}$, $I_3 = 0,308 \text{ A}$.

7.43. $I = 9 \text{ A}$.

7.44. $\varepsilon_1 = 24 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 12 \text{ В}$, $I_2 = 1,2 \text{ A}$, $I_3 = 0,3 \text{ A}$.

7.45. $I = 0,8 \text{ A}$, $I = 0,5 \text{ A}$, $I = 0,3 \text{ A}$

7.46. $A = 0,29 \text{ кЖ}$, $P = 29 \text{ Вт}$, $R = 5 \text{ Ом}$.

7.47. $I_{1,2} = \left(\varepsilon + \sqrt{\frac{(\varepsilon - 2Nr)^2}{2r}} \right)$ $I_1 = 1 \text{ A}$, $I_2 = 2 \text{ A}$

7.48. Схемаси қуйидагича чизилади.

$I_1 = I_2 = 0,365 \text{ A}$.

$I_3 = 0,73 \text{ A}$.

7.49. $U = 6,8 \text{ В}$.

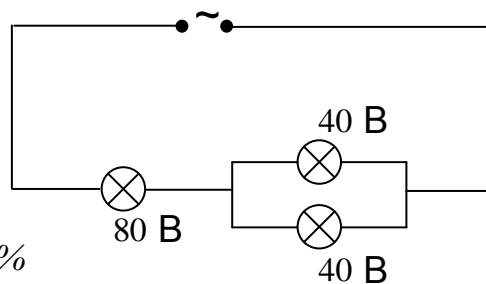
7.50. $\Delta P = 212 \text{ Вт}$

7.51. 1) $P = 2,4 \text{ кВт}$. 2) $P = 2,3 \text{ кВт}$, $\eta = 96 \%$

7.52. $P = 1,2 \text{ кВт}$, $R = 12 \text{ Ом}$.

7.53. $Q = 250 \text{ кЖ}$.

7.54. 1) $\tau = 45 \text{ мин}$. 2) $\tau = 10 \text{ мин}$.



$$7.55. \Delta T = \frac{j^2 \rho \tau}{c \rho_0} = 4^0 K$$

$$7.56. P = C \rho_0 \frac{V}{\tau \eta} \Delta T = 1,5 \text{ кВт}, \text{ бунда } \Delta T = T_k - T_0.$$

$$7.57. \varepsilon = 12 \text{ В.}$$

$$7.58. \eta = 80 \%$$

$$7.59. Q_\tau = 1,55 \text{ кЖ/с} \cdot \text{м}^3.$$

АДАБИЁТЛАР

1. Исмоилов М., Хабибуллаев П., Халиулин М. «Физика курси», Тошкент, 2000 йил.
2. Назаров Ў.Қ., Икрамова Х.З., Турсунметов К.А. Умумий физика курси «Механика ва молекуляр физика» Тошкент, «Ўзбекистон», 1992 йил.
3. Ахмаджонов О.И. Физика курси, «Механика ва молекуляр физика», Тошкент, «Ўқитувчи», 1988 йил.
4. Назаров Ў.Қ. Умумий физика курси «Электр ва электромагнетизм» Тошкент, «Ўзбекистон» 2002 йил.
5. Қодиров О. Физика курси 1 қисм «Механика молекуляр физика», 2006 й.
6. Чертов А.Т., Воробьев А.А. «Физикадан масалалар тўплами» Тошкент, «Ўқитувчи», 1997 йил.
7. Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики» М. «Наука» 1990 г.
8. Иродов И.Е. «Сборник задач по общей физике» М. «Наука» 1988 г.
9. Гольдфарб Н.И. «Сборник вопросов и задач по физике» М. «Наука» 1983 г.
10. Мамуров А., Нигмонхўжаев А.С., Норматов Б. «Физикадан масалалар тўплами», 1-қисм, Тошкент, ТошПИ босмахонаси, 1991 йил.

М У Н Д А Р И Ж А

Амалий машғулотларда масала ечишнинг қоидалари	3
1-боб. Механиканинг физик асослари.....	4
1-§. Кинематика.....	4
2-§. Жисмнинг илгариланма ҳаракат динамикаси.	
Ньютон қонунлари.....	10
3-§. Қаттиқ жисмнинг айланма ҳаракат динамикаси.....	18
4-§. Механик тебранишлар ва тўлқинлар.....	26
2-боб. Молекуляр физика ва термодинамика.....	32
5-§. Молекулаларнинг кинетик назарияси ва термодинамиканинг физик асослари.....	32
3-боб. Электростатика.....	42
6-§. Кулон қонуни. Электр майдон кучланганлиги.	
Гаусс теоремаси. Электр сиғим. Потенциал.....	42
4-боб. Ўзгармас электр токи.....	53
7-§. Ўзгармас токнинг асосий қонунлари. Ом қонуни. Жоуль-Ленц қонуни. Кирхгофф қоидалари. Токнинг иши ва қуввати.....	53
Физик катталиклар жадвали.....	65
Жавоблар.....	69
Адабиётлар.....	88