

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

Гулистон Давлат университети

“МЕХАНИКА”

фани бўйича ёзилган ўқув услубий қўлланма
(Кинематика бўлими)

ГУЛИСТОН-2007

“Механика” фанидан амалий машғулотлар бўйича ёзилган ўқув услубий қўлланма. Гулистон 2007 .32 бет.

54401000- Физика таълим йўналишида таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган. Услубий қўлланма тўплами Гулистон Давлат университети Илмий Кенгаши томонидан(“10” январ 2007 йил, 3- сонли баённома) нашрга тавсия этилди.

Тузувчилар: Умумий физика кафедраси доценти Ғ.Б. Самадов
 Умумий физика кафедраси доценти Ў.Б. Жўраев
 Умумий физика кафедраси ўқитувчиси К. К. Жумаев

Тақризчилар: доцент, п.ф.н. А. Эшмуродов
 доцент, ф-м.ф.н. Г. Т. Рахмонов

Умумий физика кафедраси доценти Ғ. Т. Рахмонов.

Кириш

Ушбу ўқув-методик қўлланмада Олий ўқув юртларида Умумий физика курсининг амалий машғулотларини ўқитишда мустақил ишларни амалга оширишга аҳамият берилган. Ўқувчи-талаба маъруза машғулотларида олган билимларини мустаҳкамлаш, кўникмалар ҳосил қилиш ва баҳолаш талабларига имконига эга бўладиган амалий машғулотларда масала ечишга эътибор қаратилади. Ўқув режасида ҳам 1/1 миқдорда соатлар тақсимланишини кўришимиз мумкин. Физикада масалалар ҳар бир бўлимда мавжуд бўлиб бу бўлимларни ўзида мужассам қилган турли масалалар тўпламлари бор. Масалан, намунавий дастурда кўрсатилганидек, М.С. Цедрик таҳрири остида, Чертов, Воробьев ҳаммуаллифлигида ҳамда В.С. Волькенштейнларнинг Умумий физика курсидан масалалар тўпламларидан фойдаланиш талаб этилади. Биз шулардан В.С. Волькенштейннинг масалалар тўпламини Механика қисмининг Кинематика бўлими масалаларини ечишни кўрсатиб ўтамиз. Масалалар шартига кўра ҳаётий бўлиши ва табиат қонунларидан олинганлиги ёки қўллаш мумкин бўлган ҳамда долзарблиги билан ажралиб туриши лозим. Ушбу ўқув-методик қўлланмада масалаларнинг ечилиш усулларида бири келтирилган. Баҳоли қудрат масалани енгил усул билан ечишга аҳамият берилган. Масалани ечишда тасаввур керак бўлади, тасаввур қилиш учун унинг чизмалари ҳам келтирилиши талаб этилади. Чизмалардан ўқувчи-талаба илғай олмаган жиҳатларини ҳам аниқлаш мумкин бўлади. Масалалар ечилиш тартибига кўра бажарилиши лозим бўлади.

Ушбу методик-қўлланма фақат ўқувчи-талаба учун эмас балки, ўқитувчилар учун ҳам ёрдамчи қўлланма сифатида тавсия этилади. Методик-қўлланма физика ўқитиладиган ҳамма бакалаврлар учун мўлжалланган.

1.1. Автомобиль ўз ҳаракати вақтининг биринчи ярмида 80км/соат тезлик билан, қолган вақтида эса 40км/соат тезлик билан ҳаракатланган. Автомобиль ҳаракатининг ўртача тезлиги топилсин.

Ечиш:

Ўртача тезлик $\bar{v} = \frac{S}{t}$ ифода билан аниқланади, бу ерда $S = S_1 + S_2 = v_1 \frac{t}{2} + v_2 \frac{t}{2}$,

чунки $t_1 = t_2 = \frac{t}{2}$. Яъни $S = \frac{t}{2}(v_1 + v_2)$.

Бундан

$$\bar{v} = \frac{t(v_1 + v_2)}{2t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$\bar{v} = 60\text{км/соат}$$

1.2. Автомобиль йўлнинг биринчи ярмини 80км/соат тезлик билан, қолган йўлни эса 40км/соат тезлик билан босиб ўтган. Автомобиль ҳаракатининг ўртача тезлиги топилсин.

Ечиш:

Ўртача тезлик $\bar{v} = \frac{S}{t}$ ифодадан аниқланади. Бу ерда $t = t_1 + t_2$; $S_1 = S_2 = \frac{S}{2}$:

У ҳолда $t_1 = \frac{S}{2v_1}$; $t_2 = \frac{S}{2v_2}$,

Бундан $t = \frac{S(v_1 + v_2)}{2v_1v_2}$ (2) ифодани (1) га қўйиб, $\bar{v} = \frac{S2v_1v_2}{S(v_1 + v_2)} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$ ифодани оламиз.

Ҳисоблаш натижасида $\bar{v} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 80 \cdot 40}{80 + 40} = \frac{6400}{120} = 53,33\text{км/соат}$

1.3. Параход дарёда А пунктдан В пунктга $v_1 = 10\text{км/соат}$ тезлик билан қайтишда эса $v_2 = 16\text{км/соат}$ тезлик билан ҳаракатланади. 1) Параходнинг ўртача тезлиги, 2) дарёнинг оқим тезлиги топилсин.

Ечиш:

А) $\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{U}$, ёки X – ўқига проекциялаб, $v = v_0 + U = 3\text{м/с}$ ни топамиз.

Б) $\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{U}$, ёки X – ўқига проекциялаб, $v = v_0 - U = 1\text{м/с}$ ни топамиз.

В) $\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{U}$, векторларни учбурчаклар қоидаси бўйича қўшиб,

$$v = \sqrt{v_0^2 + U^2} = \sqrt{4 + 1} = \sqrt{5} \approx 2,24\text{м/с} \text{ эканлигини аниқлаймиз.}$$

1.5. Самолёт ҳавога нисбатан $v_1 = 800\text{км/соат}$ тезлик билан учмоқда. Ғарбдан шарққа томон $v_2 = 15\text{м/сек}$ тезлик билан шамол эсиб турибди. Самолёт ерга нисбатан қандай тезлик билан учиши ва 1) жанубга, 2) шимолга, 3) ғарбга, 4) шарққа силжиши учун меридианга нисбатан қандай бурчак ташкил қилиб учиши топилсин.

Ечиш:

А) $\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{U}$, ёки скаляр кўринишда $v_0 = \sqrt{v^2 - U^2}$

Сон қийматлари қўйиб ва $U = 15\text{м/с} = 54\text{км/соат}$ эканлигини ҳисобга олиб,

$v_2 = 798\text{км/соат}$ қийматни оламиз. Расмдан кўринадики $v = v_0 \cos \alpha$, $\cos \alpha = \frac{v}{v_0}$

$\cos \alpha = 0,998$, $\alpha \approx 4^\circ$: Самолётнинг ҳаракат курси жанубий-ғарб томонга.

Б) $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{U}$, ёки скаляр кўринишда $v_0 = \sqrt{v^2 - U^2}$ ёки $v_0 = 798 \text{ км/соат}$.

$v = v_0 \cos \alpha$, бўлгани учун, $\cos \alpha = \frac{v}{v_0}$. $\cos \alpha = 0,998$, $\alpha \approx 4^\circ$: Самолётнинг ҳаракат курси шимолий-ғарбий томонга.

В) $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{U}$, ёки X – ўқига проекция кўринишида, $v = v_0 - U$.
 $v = 800 - 54 = 746 \text{ км/соат}$. Самолётнинг ҳаракат курси ғарб томонга.

Г) $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{U}$, ёки X – ўқига проекция кўринишида, $v = v_0 + U$.
 $v = 800 + 54 = 854 \text{ км/соат}$. Самолётнинг ҳаракат курси шарқ томонга.

1.6. Самолёт А пунктдан шарғ томондаги 300 км узоғликда жойлашган В пунктга учмоқда. Қуйидаги ҳолларда самолётнинг бу масофани учиб ўтиш вақти топилсин: 1) шамол бўлмаганда, 2) шамол жанубдан шимолга эсганда ва 3) шамол ғарбдан шарққа эсганда. Шамолнинг тезлиги $v_1 = 20 \text{ м/сек}$, самолётнинг тезлиги $v_2 = 600 \text{ км/соат}$.

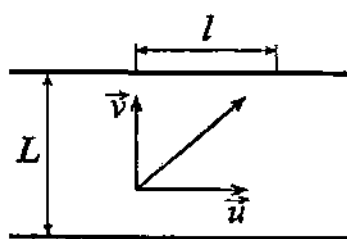
Ечиш:

А) $t = \frac{l}{v_0}$; $t = 0,5 \text{ соат}$; Б) $v_0^2 = \left(\frac{l}{t}\right)^2 + U^2$, бундан $t = \sqrt{\frac{l^2}{v_0^2 - U^2}}$ ни аниқлаймиз:

ёки $t = 0,504 \text{ соат} = 30,2 \text{ минут}$.

В) $t = \frac{l}{v_0 + U}$; $t = \frac{300}{672} = 0,45 \text{ соат} = 26,8 \text{ минут}$.

1.7. Қайиқ сувга нисбатан $7,2 \text{ км/соат}$ тезлик билан қирғоққа тик йўналишда ҳаракат қилмоқда. Оқим қайиқни 150 м пастга судради. Дарёнинг кенглиги 0,5 км. 1) Дарё оқимининг тезлиги ва 2) қайиқнинг дарёдан ўтиши учун сарф қилинган вақт топилсин.

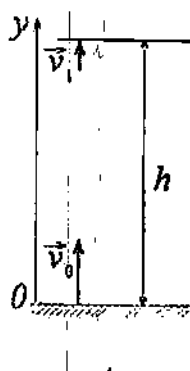


Ечиш:

Қайиқнинг дарёга нисбатан ҳаракати $L = v \cdot t$ формула билан аниқланади, ундан $t = \frac{L}{v} = 250 \text{ с}$. Худди шу t вақт ичида қайиқ қирғоққа нисбатан l масофага силжиган, ундан ташқари қайиқнинг қирғоққа нисбатан тезлиги, дарё тезлигига тенг, у ҳолда

$$U = \frac{l}{t}; \quad U = 0,6 \text{ м/с}.$$

1.8. Вертикал юқорига отилган жисм 3 сек дан кейин ерга қайтиб тушди. 1) Жисмнинг бошланғич тезлиги қандай бўлган? 2) Жисм қандай баландликка кўтарилган? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

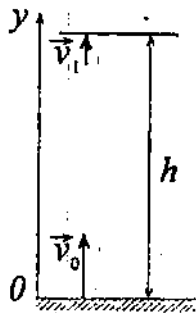
Кинематика тенгламаларини у ўқига проекциялар бўйича ёзамиз.

$$y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2};$$

$$v(t) = v_0 - gt$$

Энг юқорига кўтарилиш нуктасида $y(t_1) = h$; $v(t_1) = 0$, яъни $h = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$ ва $0 = v_0 - gt_1$: бу ерда $t_1 = t/2$: t_1 – кўтарилиш вақти. Бундан $v_0 = gt$, $v_0 = gt/2$; $h = gt_1^2 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt_1^2}{2}$; $h = \frac{gt_1^2}{2}$ сон қийматларини қўйиб $v_0 = 14,7 \text{ м/с}$; $h \cong 11 \text{ м}$ қийматларни оламиз.

1.9. Тош 10 м баландликка отилган. 1) Тош қанча вақтдан кейин ерга қайтиб тушади? 2) Агар тошнинг бошланғич тезлиги икки марта оширилса, у қанча баландликка кўтарилади? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

1.8. масаланинг ечимидан фойдаланамиз ва тенгламалар системасини ёзамиз;

$$h_0 = v_0 t - \frac{gt_1}{2} \quad (1)$$

$$0 = v_0 - gt_1 \quad (2)$$

$$t = 2t_1 \quad (3)$$

бундан

$$v_0 = \frac{gt}{2} \quad (4)$$

$$h_0 = \frac{gt^2}{8} \quad (5)$$

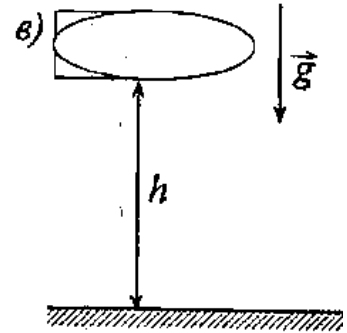
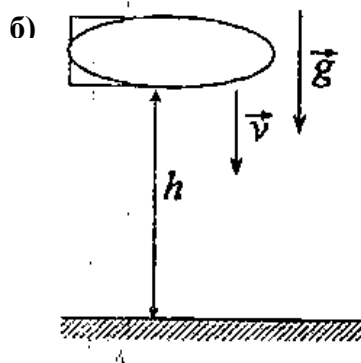
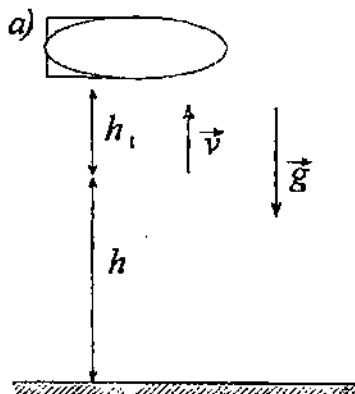
у ҳолда

$$(5) \text{ дан } t = \sqrt{\frac{8h_0}{g}}, \text{ бундан } t = 2,9 \text{ с} \quad (2) \text{ дан } t_1 = \frac{v_0}{g}; \text{ Агар } v_0 \text{ ни 2 марта орттирсак,}$$

кўтарилиш вақти ҳам 2 марта ортади. (1) дан $h = 2v_0$; $2t_1 - \frac{g4t_1^2}{2}$;

$$h = 4 \left(v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \right) = 4h_0 = 40 \text{ м.}$$

1.10. 300 м баландликдаги аэростатдан тош ташланган. 1) Аэростат 5 м/сек тезлик билан юқорига кўтарилаётганда, 2) 5 м/сек тезлик билан пастга тушаётганда ва 3) аэростат бир жойда тургандаги ҳолларда тошнинг ерга тушгунча ўтадиган вақтни ҳисобланг. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

Масалани қўзғалмас санок системаси, ерга нисбатан ечамиз.

У ҳолда бошланғич вақт моментида тошнинг ерга нисбатан тезлиги $\vec{v}_{тош} = 0$ куйидаги тезликлар йиғиндисига тенг:

- Тошнинг аэростатга нисбатан тезлиги $\vec{v}_{тош} = 0$.
- Аэростатнинг ерга нисбатан тезлиги v : яъни $\vec{v}_{тош} = 0 + \vec{v}$.

Шундай қилиб $t = 0$ да тошнинг тезлиги аэростатнинг тезлигига тенг. Дастлабки вақт моментида тош, v – бошланғич тезликка эга бўлган ҳолда, юқорига қараб учади ва t_1 вақт

ичида $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$ (1) баландликка кўтарилади. (1.8. масаланинг ечимига қаранг) Энг юқори

кўтарилиш нуқтасида тўхтаб, у пастга қараб ҳаракат қилади ва t_2 ва t_2 вақт ичида

$h + h_1 = \frac{gt_2^2}{2}$ (2) масофани ўтади. Умумий вақт $t = t_1 + t_2$ (3)

Юқорига ҳаракатланганда тезлик $v = gt_1$

Бундан $t_1 = \frac{v}{g}$ (4). (4) ни (1) га қўйиб $h_1 = \frac{v^2}{2g}$ ни оламиз:

(2) тенгламани шакл алмаштирамиз. $h + \frac{v^2}{2g} = \frac{gt_2^2}{2}$.

Бундан $t_2 = \frac{\sqrt{2gh + v^2}}{g}$ (5)

(4) ва (5) ни (3) га қўйиб $t = \frac{(v + \sqrt{2gh + v^2})}{g}$; $t = 8,4\text{с}$

Тошнинг ҳаракат тенгламаси $h = vt + \frac{gt^2}{2}$ ёки $\frac{gt^2}{2} + vt - h = 0$

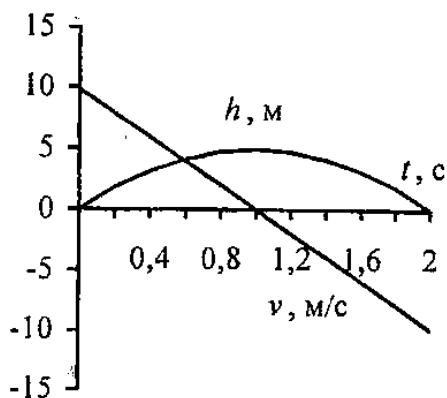
Квадрат тенгламани t га нисбатан ечамиз. $D = v^2 + 2gh$.

$$t = \left(-v \mp \sqrt{v^2 + 2gh} \right) / g;$$

t катталиқ мусбат бўлиши шарт, натижада $t \approx 7,3\text{с}$.

Тошнинг ҳаракат тенгламаси: $h = \frac{gt^2}{2}$ Бундан $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$: $t \approx 7,8\text{с}$.

1.11. 9,8м/сек бошланғич тезлик билан вертикал юқорига отилган жисм h баландлиги ва v тезлигининг t вақтга боғланиш графиги чизилсин. График 0 дан 2 сек гача, яъни $0 \leq t \leq 2\text{с}$ гача бўлган интервалда 0,2 сек дан оралаб тузилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

**Ечиш:**

Тезлик ва баландликнинг вақтга боғланиши куйидаги формулалар билан ифодаланади:

$$v = v_0 - gt;$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2};$$

Берилган вақт интервали учун жадвал тайёрлаймиз ва графикни чизамиз.

1.12. Жисм $h=19,6\text{ м}$ баландликдан бошланғич тезликсиз тушмоқда. 1) жисм ўз ҳаракатининг биринчи $0,1$ секундида қанча йўл ўтади ? 2) Охириги $0,1$ секундда-чи? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

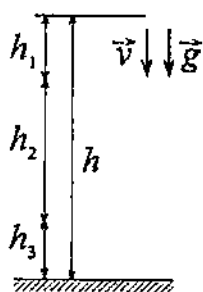
Ечиш:

Биринчи $0,1$ с давомида жисм $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$ йўлни ўтади. $h_1 = 0,049\text{ м}$. Жисм ҳамма $h = \frac{gt^2}{2}$

йўлни $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ вақт ичида ўтади. $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 19,6}{9,8}} = 2\text{ с}$.

Сўнгги $0,1$ с ичида жисм $h_3 = h - h_2$ йўл ўтади.

1.13. Жисм $h = 19,6\text{ м}$ баландликдан бошланғич тезликсиз тушмоқда. 1) Жисм ўз йўлининг биринчи 1 метрини қанча вақтда босиб ўтади? 2) Йўлнинг охириги , метрида-чи? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

Жисм дастлабки 1 м йўлни $t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$ вақт ичида босиб ўтади. Бу

ерда $h_1 = 1\text{ м}$.

Шундай қилиб,

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{9,8}} = 0,45\text{ с}.$$

Умумий тушиш вақти

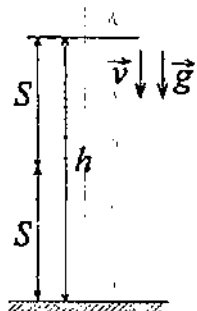
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 19,6}{9,8}} = 2\text{ с}.$$

Жисм сўнгги 1 м йўлини $t_3 = t - t_2$ вақт ичида босиб ўтади. Бу ерда $t_2 - h_2 = h - h_3$ йўлни босиб ўтиш вақти, $h_3 = 1\text{ м}$.

Чунки,

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}; \quad t_2 = \sqrt{\frac{2(h-h_1)}{g}} \text{ у ҳолда } t_3 = t - \sqrt{\frac{2(h-h_1)}{g}}; \quad t_3 = 0,05\text{ с}.$$

1.14. Эркин тушаётган жисм ўз ҳаракатининг охириги секундида бутун йўлнинг ярмини ўтади. 1) Жисмнинг қандай h баландликдан тушаётгани ва 2) ерга тушгунча кетган вақти топилсин.



Ечиш:

Йўлнинг биринчи ярмини S билан белгилайлик. У ҳолда $h = 2S$ (1),

Жисмнинг ҳаракат тенгламаси:

$$h = gt^2 / 2 \quad (2)$$

Йўлнинг иккинчи ярми

$$S = vt_2 + \frac{gt_2^2}{2};$$

бу ерда,

$$v = g(t - t_2);$$

$$t_2 = 1\text{ с}.$$

У ҳолда

$$S = gt_2(t - t_2) + \frac{gt_2^2}{2}. \text{ ёки (1) ни ҳисобга олиб, } h = 2gt_2(t - t_2) + gt_2^2 \quad (3)$$

(2) ва (3) ни ўзаро тенглаштирамиз.

$$\frac{gt^2}{2} = 2gt_2(t - t_2) + gt_2^2 :$$

Тенгламанинг ҳар иккала томонини 2 га кўпайтириб, g га бўлиб ва қавсларни очиб, куўидагини ҳосил қиламиз.

$$t^2 = 2t_2t - 4t_2^2 + 2t_2^2 :$$

Ҳисобларни осонлаштириш учун t_2 нинг қийматини қўямиз.

$$t_2 - 4t + 2 = 0$$

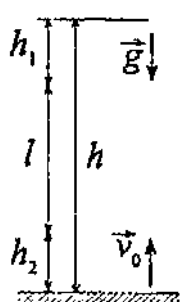
Квадрат тенгламани ечамиз

$$D = 8: \quad t = \frac{4 \pm \sqrt{8}}{2} :$$

t нинг $t = 0,6$ қиймати масала шартига мос келади, унда

$$t = 0,4 \text{ с: } h = 5 \cdot 3,4^2 = 57 \text{ м.}$$

1.15. А жисм v_1 бошланғич тезлик билан юқорига отилган вақтда, h баландликдан $v_2 = 0$ бошланғич тезлик билан В жисм пастга тушиб келади. Агар жисмлар бир вақтда ҳаракатланган бўлса, А ва В жисмлар орасидаги x масофанинг t вақтга боғланиши топилсин.



Ечиш:

Фараз қилайлик, 1 ва 2 жисмлар бир хил бўлсин; у ҳолда 1-жисмнинг энг юқори кўтарилиш нуқтасигача ҳаракат вақти, 2-жисмнинг тушиш вақтига тенг.

1-жисмнинг босиб ўтган йўли

$$h_1 = v_0 t - gt^2 / 2 \quad (1)$$

2- жисмнинг босиб ўтган йўли

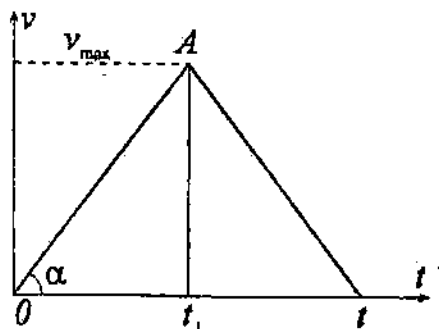
$$h_2 = gt^2 / 2 \quad (2)$$

Жисмлар орасидаги масофа

$$l = h - (h_1 + h_2) :$$

(1) ва (2) ни қўшиб $h_1 + h_2 = v_0 t$ ни ҳосил қиламиз; у ҳолда $l = h - v_0 t$.

1.16. Метрополитен икки станциясининг оралиғи 1,5 км. Поезд бу масофанинг биринчи ярмида текис тезланувчан, қолган иккинчи ярмида текис секинланувчан ҳаракат қилади. Поезднинг максимал тезлиги 50 км/соат га тенг. 1) тезланувчан ва секинланувчан ҳаракатнинг тезланишларини миқдор жиҳатдан тенг деб ҳисоблаб, унинг катталиги, 2) поезднинг икки станция орасидаги ҳаракат вақти топилсин.



Ечиш:

Поезднинг текис тезланувчан ҳаракатида

$$l/2 = at_1^2 / 2 :$$

Унинг текис секинланувчан ҳаракатида

$$l/2 = vt_2 - at_2^2 / 2 :$$

Умумий ҳаракат вақти $t = t_1 + t_2$

Максимал тезлик $v = at_1 = at_2$

Натижада $t_1 = t_2$:

Умумий йўл $l = \frac{at_1^2}{2} + vt_1 - \frac{at_2^2}{2}$:

Бундан

$$t_1 = \frac{l}{v}; \quad v = 50 \text{ км/соат} = 13,9 \text{ м/с}; \quad t_1 = 108 \text{ с} = 1,8 \text{ минут};$$

$$t = 3,6 \text{ минут.} \quad a = \frac{v}{t}; \quad a = 0,13 \text{ м/с}^2$$

Ушбу масалани ечиш учун, график усулдан ҳам фойдаланиш мумкин. Поезд тезликнинг вақтга боғланиш графигини ясаймиз. Йўл эгри чизик остидаги юзага тенг ёки OAt_1 ва t_1At учбурчаклар юзасининг йиғиндисига тенг.

Шундай қилиб

$$l = \frac{v_{\text{макс}} t_1}{2} + \frac{v_{\text{макс}} t_2}{2} \quad l = \frac{1}{2} v_{\text{макс}} (t_1 + t_2); \quad l = \frac{1}{2} v_{\text{макс}} t$$

Бундан

$$t = \frac{2l}{v_{\text{макс}}} \approx 3,6 \text{ минут.} \quad a = \tan \alpha = \frac{v_{\text{макс}}}{t/2} \approx 0,13 \text{ м/с}^2.$$

1.17. Поезд 36 км/соат тезликда ҳаракат қилмоқда. Агар буғ бериш тўхтатилса, поезд текис секинланувчан ҳаракат қилиб 20 сек дан кейин тўхтайд. 1) Поезднинг манфий тезланиши топилсин. 2) Тўхтатиш жойидан неча метр нарида буғ беришни тўхтатиш керак?

Ечиш:

Ҳаракат йўналишига проекцияларда ҳаракат тенгламаси

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

Тезлик тенгламаси $v = v_0 - at$.

$v = 0$ бўлганидан $a = \frac{v_0}{t}$ га тенг.

$$v_0 = 36 \text{ км/соат} = 10 \text{ м/с}; \quad a = -0,5 \text{ м/с}^2; \quad S = 100 \text{ м.}$$

1.18. Тормозланган поезд текис секинланувчан ҳаракат қилиб 1 мин да ўз тезлигини 40 км/соат дан 28 км/соат гача камайтирилган. 1) Поезднинг манфий тезланиши ва 2) тормозланиш вақтида ўтгант йўли топилсин.

Ечиш:

Тезлик тенгламаси $v_2 = v_1 - at$;

бундан тезланиш $a = \frac{v_1 - v_2}{t} = 0,055 \text{ м/с}^2$;

Босиб ўтилган йўл $S = v_1 t - \frac{at^2}{2}; \quad S = 567 \text{ м.}$

1.19. Вагон- $0,5 \text{ м/сек}^2$ манфий тезланиш билан текис секинланувчан ҳаракат қилмоқда. Вагоннинг бошланғич тезлиги 54 км/соат . Вагон қанча вақтдан кейин ва бошланғич нуқтадан қанча узоқликда тўхтайд?

Ечиш:

Текис секинланувчан ҳаракатда тезлик тенгламаси

$$v = v_0 - at \quad (1)$$

Шарт бўйича тезланиш «-» ишора билан берилганидан, у ҳолда (1) тенгламадан, $v = 0$ ни ҳисобга олиб, $v_0 = at$ оламиз, бундан $t = \frac{v_0}{a}$, бу ерда

$$v_0 = 54 \text{ км/соат} = 15 \text{ м/с}.$$

Сон қийматларини қўйиб, $t = 30 \text{ с}$ ни ҳосил қиламиз. $a < 0$ эканлигини ҳисобга олиб, босиб ўтилган йўлни, $S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ формуладан топамиз. $S = 225 \text{ м}$.

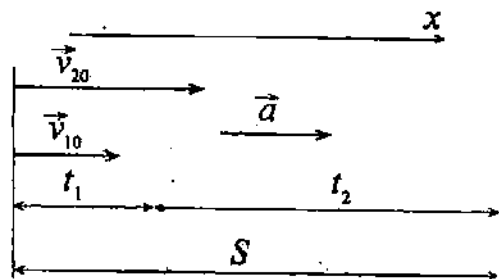
1.20. А жисм v_0' бошланғич тезлик ва ўзгармас a_1 тезланиш билан ҳаракат қилади. А жисм билан бир вақтнинг ўзида В жисм v_0'' бошланғич тезлик ва ўзгармас манфий a_2 тезланиш билан ҳаракат қилади. Ҳаракат бошлангандан кейин қанча вақт ўтгач иккала жисмнинг тезлиги бир хил бўлади?

Ечиш:

Биринчи жисм учун $v = v_{10} + a_1 t$. Иккинчи жисм учун $v = v_{20} + a_2 t$.

Натижада $v_{10} + a_1 t = v_{20} + a_2 t$: бундан $t = \frac{v_{20} - v_{10}}{a_1 + a_2}$: $v_{20} > v_{10}$: чунки $t > 0$.

1.21. А жисм $v_0' = 2 \text{ м/сек}$ бошланғич тезлик ва ўзгармас a тезланиш билан ҳаракат қилади. А жисм $\Delta t = 10 \text{ сек}$ ҳаракатлангандан кейин ўша нуқтадан В жисм $v_0' = 12 \text{ м/сек}$ бошланғич тезлик билан ҳаракатлана бошлайди ва А жисмникидек a тезланиш билан ҳаракат қилади. А жисмни қувиб ета оладиган В жисм a тезланишнинг энг катта қиймати қандай?



Ечиш:

Фараз қилайлик t – биринчи жисмнинг ҳаракати бошлангандан то тугагунча ўтган вақт, t_1 – фақат 1-жисм ҳаракатланган вақт оралиғи. ($t_1 = 10 \text{ с}$)

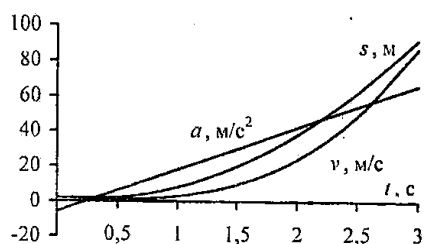
t_2 – 2-жисмнинг ҳаракати бошлангандан учрашгунча ўтган вақт: $t = t_1 + t_2$

Учрашгунча жисмларнинг босиб ўтган йўллари $S = v_{10}t + \frac{at^2}{2}$: (1) $S = v_{20}t_2 + \frac{at_2^2}{2}$: (2)

(1) ва (2) нинг ўнг томонларини тенглаштирамиз $v_{10} + a(t_1 + t_2) = v_{20} + at_2$.

Бундан $a = \frac{v_{20} - v_{10}}{t_1}$: $a = 1 \text{ м/с}^2$:

1.22. Жисмнинг босиб ўтган йўли s нинг t вақтга боғлиқлиги $s = At + Bt^2 + Ct^3$ тенглама орқали берилган, бунда $A = 2 \text{ м/сек}$, $B = 3 \text{ м/сек}^2$ ва $C = 4 \text{ м/сек}^3$. 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. $0 \leq t \leq 3 \text{ сек}$ интервалда 0,5 сек дан оралатиб йўл, тезлик ва тезланишнинг графиги чизилсин.



Ечиш:

А) Жисмнинг тезлиги $v = \frac{ds}{dt}$: $v = A + 2Bt + 3Ct^2$:

$$v = 2 + 6t + 12t^2 \text{ м/с};$$

Жисмнинг тезланиши

$$a = \frac{dv}{dt} = -2B + 6Ct;$$

$$a = -6 + 24tm/c^2.$$

Б) Жисмнинг босиб ўтган масофаси,

$$S = 2t - 3t^2 + 4t^3$$

У ҳолда $t = 2c$ вақт ўтгандан сўнг $S = 24m$ эканлигини аниқлаймиз.

$$v = 38m/c \quad a = 42/c^2.$$

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

Ечиш:

$$\bar{v}_2 = \frac{2(t_2 - t_1) + t_2^2 - t_1^2}{t_2 - t_1} = 5m/c \quad \text{Мос ҳолда} \quad \bar{v}_3 = \frac{1S_3}{\Delta t_3}:$$

$$\bar{v}_3 = \frac{2(t_3 - t_2) + t_3^2 - t_2^2}{t_3 - t_2} = 7m/c$$

$$\text{Ўртача тезланиш} \quad \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}; \quad v = \frac{dS}{dt} = B + 2Ct$$

$$\text{бўлгани учун,} \quad v_0 = B + 2Ct_0 = 2m/c \quad v_2 = B + 2Ct_2 = 6m/c \quad v_3 = 8m/c$$

$$\text{Шунда} \quad \bar{a}_1 = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = 2m/c^2; \quad \bar{a}_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = 2m/c^2; \quad \bar{a}_3 = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = 2m/c^2;$$

$$\bar{a}_3 = 2m/c^2;$$

1.25. Жисмнинг босиб ўтган йўли s нинг t вақтга боғлиқлиги $s = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ тенглама орқали берилган, бунда $C = 0,14m/сек^2$ ва $D = 0,01m/сек^3$. 1) Ҳаракат бошлангандан қанча вақт ўтгандан кейин жисмнинг тезланиши $1m/сек^2$ га тенг бўлади ? 2) Шу вақт ораллиғида жисмнинг ўртача тезланиши нимага тенг бўлади?

$$\text{Ечиш: Оний тезлик } v = \frac{dS}{dt}; \quad \text{Тезланиш } a = \frac{d^2S}{dt^2}; \quad \frac{dS}{dt} = v = B + 2Ct + 3Dt^2;$$

$$\frac{d^2S}{dt^2} = 2C + 6Dt \text{ ни ҳосил қиламиз.} \quad \text{Шундай қилиб,} \quad a = 2C + 6Dt, \quad \text{бундан}$$

$$t = a - \frac{2C}{6D} \quad t = 12c. \quad \text{Ўртача тезланиш} \quad \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}; \quad v = B + 2Ct + 3Dt^2 \text{ бўлгани учун,}$$

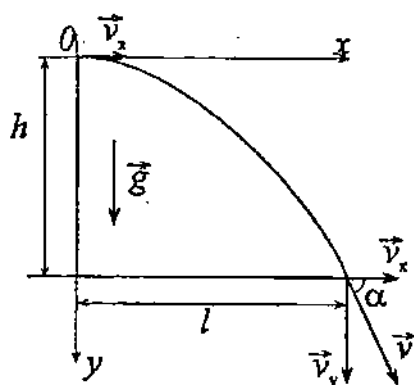
$$\Delta v = v_1 - v_0; \quad \Delta t = t_1 - t_0 \text{ ни топиш мумкин:}$$

$$\text{бу ерда } t_1 = 12c, \quad t_0 = 0: \quad v_0 = B + 2Ct_0 + 3Dt_0^2; \quad v_1 = B + 2Ct_1 + 3Dt_1^2$$

$$\text{бундан} \quad \Delta v = 2C(t_1 - t_0) + 3D(t_1^2 - t_0^2) \quad \bar{a} = \frac{2C(t_1 - t_0) + 3D(t_1^2 - t_0^2)}{t_1 - t_0};$$

$$\bar{a} = 2C + 3D(t_1 - t_0); \quad \bar{a} = 0,64m/c^2;$$

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



Ечиш:

Тошнинг вертикал йўналишда кўчиши

$$S_y = h = gt^2 / 2$$

(1)

горизонтал йўналишда

$$S_x = l = v_x \cdot t$$

(2)

(1) тенгламадан

$$t = \sqrt{2h/g};$$

$$t = 2,26\text{с.}$$

(2) тенгламадан

$$l = v_x \cdot t;$$

$$l = 33,9\text{м.}$$

тошнинг тезлиги $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

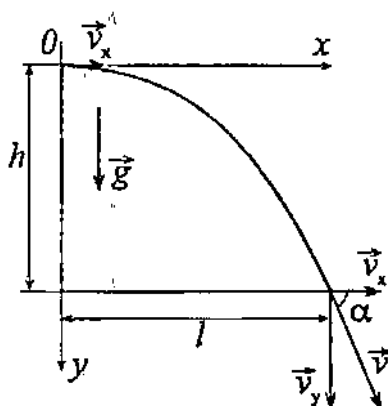
Тезликнинг вертикал ташкил этувчиси $v_y = gt,$

Натижада $v = \sqrt{v_x^2 + (gt)^2}.$

$\vec{v}$ тезлик векторининг йўналиши билан унинг горизонтал ташкил этувчиси вектори орасидаги бурчак, φ – бу қидириляётган бурчакдир.

Расмдан кўринадики, $\cos \varphi = \frac{v_x}{v}$; $\cos \varphi = \frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + (gt)^2}}$; $\cos \varphi = 0,56$. $\varphi \approx 56^\circ$.

1.27. Горизонтал отилган жисм 0,5сек дан кейин ташланиш жойидан горизонтал бўйлаб 5 м узоққа бориб тушган. 1) Жисм қандай h баландликнинг ташланган.? 2) У қандай бошланғич v_0 тезлик билан ташланган? 3) У ерга қандай v тезлик билан тушган? 4) Унинг ерга тушиш нуктасидаги траекторияси горизонт билан қандай φ бурчакни ташкил қилади? Ҳавонинг қаршилиги эътиборга олинмасин.



Ечиш:

Тошнинг вертикал йўналишда кўчиши

$$S_y = h = gt^2 / 2; \quad (1)$$

горизонтал йўналишда кўчиши

$$S_x = l = v_x \cdot t \quad (2)$$

(1) тенгламадан

$$h = gt^2 / 2; \quad h = 1,22\text{м.}$$

(2) тенгламадан $v_x = \frac{l}{t}$ ни ҳосил қиламиз.

$$v_x = 10\text{м/с};$$

Ерга тушгандаги тезлиги $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}:$

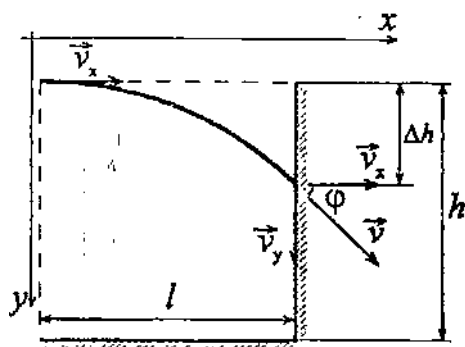
бу ерда $v_y = gt;$ $v = \sqrt{v_x^2 + (gt)^2},$ яъни $v = 11,1\text{м/с};$

Қидириляётган φ – бурчак, v – тезлик вектори ва унинг горизонтал ташкил этувчиси

вектори орасидаги бурчакдир. Расмда $\cos \varphi = \frac{v_x}{v}$ $\cos \varphi \approx 0,9$ $\varphi = 26^\circ$

эканлиги кўринади.

1.28. Горизонтал отилган копток 5 м узокликдаги деворга урилган. Коптокнинг урилиш баландлиги копток отилган баландликдан 1 м пастда. 1) Копток қандай v_0 тезлик билан отилган? 2) Копток деворга қандай бурчак φ остида урилади? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

Тўпнинг вертикал бўйича кўчиши

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

(1)

Горизонтал бўйича

$$S_x = l = v_x t$$

(2)

$$v_y = gt; \quad v_x = \frac{l}{t}:$$

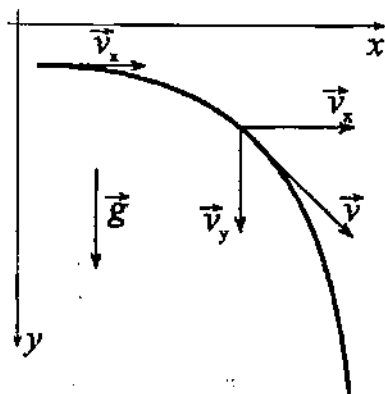
(1) тенгламадан $t = \sqrt{2\Delta h / g}$ ни ҳосил қиламиз. Тезликнинг горизонтал ташкил этувчиси

$$v_x = l\sqrt{g / 2\Delta h}: \quad v_x = 11,1 \text{ м/с}$$

Тезликнинг вертикал ташкил этувчиси $v_y = g\sqrt{2\Delta h / g}: \quad v_y = \sqrt{2g\Delta h}$

расмдан кўринадики, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{v_x}{v_y} = \frac{l}{2\Delta h}: \quad \operatorname{tg} \varphi = 2,5: \quad \varphi \cong 68^\circ.$

1.29. Тош горизонтал йўналишда отилгандан 0,5сек ўтгач, унинг тезлиги бошланғич тезлигидан 1,5 марта катта бўлган. Тошнинг бошланғич тезлиги топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

Тошнинг тезлик вектори $\vec{v}$ ни, вертикал $\vec{v}_y$ ва

горизонтал $\vec{v}_x$ ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

Абсолют катталиги бўйича

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (1)$$

бу ерда $v_y = gt: \quad v = 1,5v_x$ шартга асосан (1)

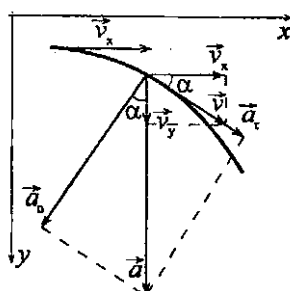
тенгламадан

$$v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2} = \sqrt{(1,5v_x)^2 - (gt)^2}$$

(2)

(2) ни ечиб $v_x^2 = 2,25v_x^2 - (gt)^2; \quad 1,25v_x^2 (gt)^2,$

$$v_x = \frac{gt}{\sqrt{1,25}} = 4,47 \text{ м/с}.$$



1.30. Тош горизонтал йўналишда $v_x = 15 \text{ м/сек}$ тезлик билан отилгандан 1сек ўтгач, унинг нормал ва тангенциал тезланиши топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

Ечиш:

Тошнинг тўла тезланиши $a = g:$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

Тўла тезлик $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

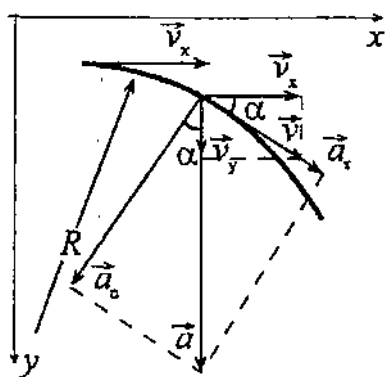
Расмдан кўриниб турибдики $\cos \alpha = \frac{v_x}{v} = \frac{a_n}{g}$; $\sin \alpha = \frac{v_y}{v}$; $\sin \alpha = \frac{a_\tau}{g}$

У ҳолда $a_n = \frac{gv_x}{v}$; $a_n = \frac{gv_x}{\sqrt{v_x^2 + g^2 t^2}}$

$$a_\tau = \frac{gv_y}{v}; \quad a_\tau = \frac{gt^2}{\sqrt{v_x^2 + g^2 t^2}}$$

$$a_n = 8,2 \text{ м/с}^2; \quad a_\tau = 5,4 \text{ м/с}^2.$$

1.31. Тош горизонтал йўналишда 10 м/сек тезлик билан отилганидан 3 сек ўтгач, тош траекториясининг эгрилик радиуси топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

Тошнинг нормал теланиши

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

Расмдан кўринадики

$$a_n = g \sin \alpha \quad (2)$$

(1) тенгламадан

$$R = \frac{v^2}{a_n},$$

бу ерда

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Бундан ташқари

$$\sin \alpha = \frac{v_y}{\sqrt{v_y^2 + v_x^2}}$$

$$v_y = gt:$$

Мос алмаштиришларни бажариб,

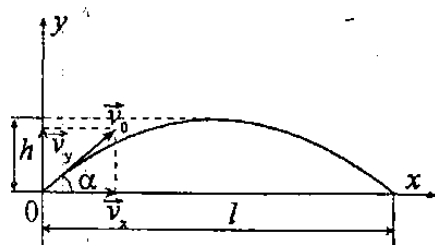
$$R = \frac{(v_y^2 + v_x^2) \sqrt{v_y^2 + v_x^2}}{v_x g} = \frac{((gt)^2 + v_x^2) \sqrt{(gt)^2 + v_x^2}}{v_x g}$$

$$R = 305 \text{ м.}$$

1.32. Копток горизонтга $\alpha = 40^\circ$ бурчак остида $v_0 = 10 \text{ м/сек}$ бошланғич тезлик билан отилган. 1) Копток қандай s_y баландликка кўтарилади? 2) Копток отилган жойдан қандай s_x масофага бориб ерга тушади? 3) Копток қанча вақт ҳаракатланади? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

Ечиш:

Тўпнинг вертикал бўйича кўчиши



$$S_y = (v_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

Тезликнинг вертикал ташкил этувчиси

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \quad (2)$$

Тўпнинг горизонтал бўйича кўчиши.

$$S_x = (v_0 \cos \alpha)t \quad (3)$$

$t = t_1$ вақт моментида $S_y = h$, $v_y = 0$ эканини ҳосил қиламиз, натижада (2) дан

$$v_0 \sin \alpha = gt_1 \quad (4)$$

(1) дан

$$h = (v_0 \sin \alpha)t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad (5)$$

(4) дан t_1 ни аниқлаб ва (5) га қўйиб

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

ни топамиз. $t = 2t_1$ вақт моментида $S_x = l$ ни ҳосил қиламиз: У ҳолда

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad (6)$$

Тўпнинг тўла ҳаракатланиш вақти $t \approx 1,3\text{с}$ (3) тенгламадан

$$l = (v_0 \cos \alpha)t; \quad l \approx 10\text{м.}$$

1.33. Ленинграддаги спорт мусобақасида спортчи ядрони 16 м 20 см масофага улоқтирди. Ўшандай ядро Тошкентда ўша шароитда (Бошланғич тезлик ва горизонтга қиялик ўзгармаганда) қанча масофага учиб борар эди? Ленинградда оғирлик кучининг тезланиши $981,9\text{см/сек}^2$ га, Тошкентда эса $980,1\text{см/сек}^2$ га тенг.

Ечиш:

Аввалги масаладаги (6) формуладан фойдаланамиз:

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

Ядронинг горизонтал йўналишдаги силжиши

$$S_x = l = (v_0 \cos \alpha)t$$

Ифодага t нинг ифодасини қўйиб,

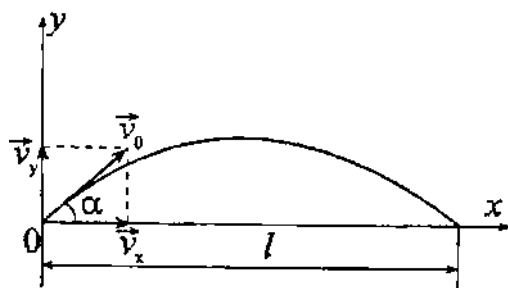
$$S = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

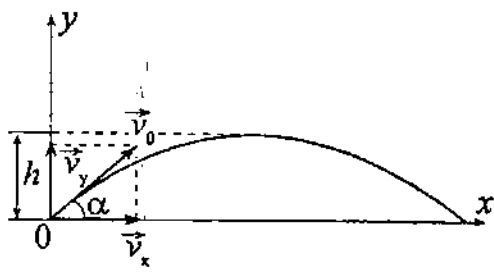
У ҳолда

$$l_1 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g_1}; \quad l_2 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g_2};$$

Бундан қуйидаги $\frac{l_1}{l_2} = \frac{g_2}{g_1}$ нисбатни аниқлаймиз, ёки $l_2 = \frac{l_1 g_1}{g_2} = \frac{16,2 \cdot 9,819}{9,801} = 16,23\text{м.}$

1.34. Горизонтга v_0 тезлик билан қиялатиб отилган жисмнинг ҳаракат вақти $t = 2,2\text{сек}$ га тенг. Унинг кўтарилган энг катта баландлиги топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.





Ечиш:

Вертикал бўйича кўчиши

$$S_y = (v_0 \sin \alpha) t - \frac{gt^2}{2}$$

(1)

Жисмнинг h баландликка кўтарилиш вақтини t_1 – билан белгилаймиз.

У ҳолда (1) дан

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

ни оламиз. Юқори нуктада $v_y = 0$, лекин

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt_1$$

Натижада

$$v_0 \sin \alpha = gt_1$$

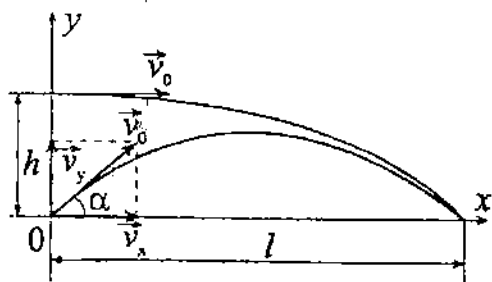
У ҳолда

$$h = gt_1^2 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt_1^2}{2}$$

$t_1 = \frac{t}{2}$ бўлганлигидан

$$h = \frac{gt^2}{8}; \quad h = \frac{9,8 \cdot 2,2^2}{8} = 5,9 \text{ м.}$$

1.35. Горизонтга $v_0 = 12 \text{ м/сек}$ тезлик билан $\alpha = 45^\circ$ бурчак остида отилган жисм, отилган жойдан S масофага бориб ерга тушган. Тош тушган жойга тушишлиги учун, қандай h баландликдан тошни шундай v_0 тезлик билан горизонтал йўналишда отиш керак?



Ечиш:

Агар тош горизонтга нисбатан бурчак остида отилган бўлса,

$$l = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$$

(1)

Бу ерда $t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ (1.32. масалага қаранг.)

Иккинчи ҳолда $l = v_0 t_2$

t_1 нинг ифодасини (1) га қўйиб $t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ ни ҳосил қиламиз. Ундан

$$t_2 = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g v_0} = \frac{v_0^2 \sin^2 2\alpha}{2g}; \quad p = \frac{144 \cdot 1}{2 \cdot 9,8} = 7,3 \text{ м.}$$

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

Ечиш:

Жисмнинг траекториясининг энг юқори нуктасига кўтарилиши учун зарур вақтни аниқлаймиз: тезликнинг вертикал ташкил этувчиси

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt_1$$

Энг юқори нуктада $v_y = 0$, шу сабабли

$$v_0 \sin \alpha = gt_1$$

у ердан

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} : t_1 = 0,75c.$$

Яъни $t_1 = 1,25c$ да жисм юқори нуктадан пастга тушаётган бўлади.

Шундаё қилиб, тасаввур қилиш мумкинки агар жисмининг горизонтал йўналишда $v_y = v_0 \cos \alpha$ тезлик билан улоқтирсак $t_2 = t - t_1 = 0,5c$ дан сўнгги a_n ва a_τ ларни аниқлаш зарур.

Тезланишлар учбурчагини тасвирлаб, уни тезликлар учбурчаги билан мос туширамиз.

Тангенциал тезланиш a_τ худди $\vec{v}$ тезлик каби, уринма бўйлаб йўналган. $\vec{a}_n \perp \vec{a}_\tau$; Тўла тезланиш- бу эркин тушиш тезланишидир.

Расмдан кўринадики

$$\cos \varphi = \frac{v_x}{v} = \frac{a_n}{g}; \quad \sin \varphi = \frac{v_y}{v} = \frac{a_\tau}{g};$$

Ундан

$$a_n = g \frac{v_x}{v}; \quad a_\tau = g \frac{v_y}{v}:$$

Жисмнинг тўла тезлиги

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (gt_2)^2}$$

У ҳолда

$$a_n = g \frac{v_0 \cos \alpha}{\sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (gt_2)^2}}:$$

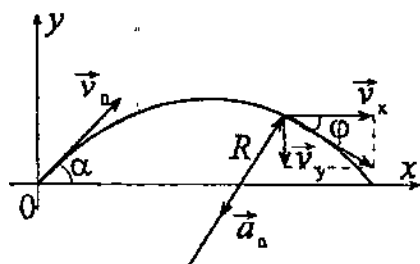
$$a_\tau = g \frac{gt_2}{\sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (gt_2)^2}}:$$

Сон қийматни қўйиб

$$a_n = 9,15m/c^2; \quad a_\tau = 3,52m/c^2.$$

эканлигини аниқлаймиз.

1.37. Жисмни горизонтга $\alpha = 45^\circ$ бурчак сотида $v_0 = 10m/сек$ тезлик билан отилгандан $t = 1сек$ ўтгач, жисм траекториясининг эгрилик радиуси топилсин. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинамасин.

**Ечиш:**

Жисмнинг траекториясининг энг юқори нуктасига кўтарилиш вақтини топамиз.

Унинг тезлигини вериткал ташкил этувчиси

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt_1$$

Траекториянинг энг юқори нуктасида $v_t = 0$, шу сабабли,

$$v_0 \sin \alpha = gt_1 /$$

Бундан

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} : t_1 = 0,7c,$$

яъни $t = 1c$ да жисм траекториянинг тушиш қисмида бўлади, шундай қилиб жисмнинг горизонтал қал йўналишда $v_x = v_0 \cos \alpha$ тезлик билан улоқтирдик деб тасаввур қилиш мумкин. Жисмнинг нормал тезланиши

$$a_n = g \sin \varphi;$$

$$\sin \varphi = \frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}} :$$

У шолда

$$a_n = g \frac{v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}} :$$

ва

$$R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{(v_x^2 + v_y^2) \sqrt{v_x^2 + v_y^2}}{v_x g} :$$

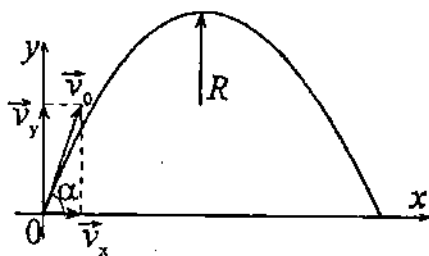
v_x ва v_y ларни алоҳида ҳисоблаймиз.

$$v_x = v_0 \cos \alpha = 5\sqrt{2}m/c :$$

$$v_y = g(t - t_1) = 3m/c$$

Сон қийматларни қўйиб, $R \cong 6,3m$ эканлигини топамиз.

1.38. Жисм горизонтга α бурчак остида v_0 тезлик билан отилган. Агар жисм энг юқори кўтарилиш баландлиги $h = 3m$ ва жисм траекториясининг эгрилик радиуси $R = 3m$ га тенглиги маълум бўлса, v_0 ва α ларнинг катталиги топилсин.



Ечиш:

Жисмнинг вертикал йўналишдаги ҳаракат тенгламаси

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$S_y = (v_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2} :$$

Траекториянинг юқори нуктасида $v_y = 0$.

Шу сабабли, $v_0 \sin \alpha = gt_1$, бундан

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} :$$

Кўтарилиш баландлиги

$$h = S_y = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (1)$$

Траекториянинг энг юқори нуктасида жисмнинг нормал тезланиши

$$a_n = g = \frac{v_x^2}{R};$$

Бу ерда

$$v_x = v_0 \cos \alpha.$$

У ҳолда

$$g = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{R},$$

ундан

$$v_0 = \sqrt{\frac{gR}{\cos^2 \alpha}} = \frac{\sqrt{gR}}{\cos \alpha} \quad (2)$$

(2) ни (1) га қўйиб,

$$h = \frac{gR \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha \cdot 2g} = \tan^2 \alpha \cdot \frac{R}{2}:$$

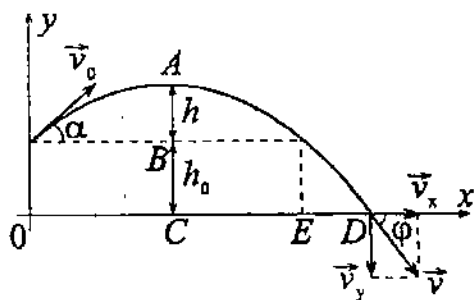
Бу ифодадан

$$\tan \alpha = \sqrt{\frac{2h}{R}}; \quad \tan \alpha = \sqrt{2};$$

$\alpha \cong 60^\circ 30'$: (2) тенгламадан

$$v_0 = 9,35 \text{ м/с};$$

1.39. Баландлиги $H = 25 \text{ м}$ бўлган минорадан горизонтга $\alpha = 30^\circ$ бурчак остида $v_0 = 15 \text{ м/сек}$ тезлик билан тош отилган. 1) Тош қанча вақт ҳаракатда бўлади? 2) У минора асосида қанча узоқликда ерга тушади? 3) У қандай тезлик билан ерга тушади? 4) Тошнинг ерга тушиш нуқтасида унинг траекторияси горизонт билан қандай бурчак ҳосил қилади? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

h_0 – баландликдан горизонтга нисбатан α бурчак остида улоқтирилган (ташланган) эисмнинг ҳаракатини 2-та этапга ажратиш мумкин;

- Жисмнинг энг юқори А нуқтагача ҳаракати,
- А нуқтадан $v_x = v_0 \cos \alpha$ тезлик билан горизонтал улоқтирилган жисмнинг

ҳаракати.

Жисмнинг кўтарилиш баландлиги

$$S_y = AC = h_0 + h = h_0 + \frac{(v_0^2 \sin^2 \alpha)}{2g}$$

Тошнинг тўла ҳаракатланиш вақти

$$t = t_1 + t_2;$$

бу ерда $t_1 = \frac{(v_0 \sin \alpha)}{g}$ - жисмнинг h баландликка кўтарилиш вақти.

Масалада берилганларни қўйиб, $S_y = 27,9 \text{ м}$, $t_1 = 0,77 \text{ с}$, $t_2 = 2,39 \text{ с}$; эканлигини топамиз.

Ундан $t = 3,16 \text{ с}$.

Миноранинг асосидан тошни ерга тушиш жойигача бўлган масофа

$$l = OD = OC + CD,$$

бу ерда

$$CD = \frac{OE}{2} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} \approx 10 \text{ м}.$$

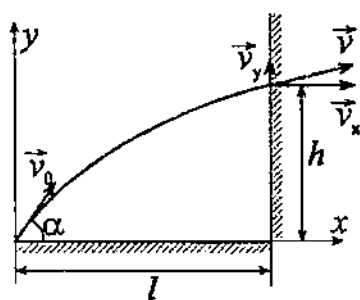
$$CD = v_x t_2 = v_0 t_2 \cos \alpha = 31,1 \text{ м}; \text{ ундан } l = 41,1 \text{ м}$$

Тезлик $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$; бу ерда $v_x = v_0 \cos \alpha = 13 \text{ м/с}$

Тошнинг ерга тушиш нуктасида, тошнинг ҳаракат траекториясининг горизонт билан ҳосил қилган бурчаги φ – ни $v_y = v_x \tan \varphi$ ифодадан топамиз, бундан

$$\tan \varphi = \frac{v_y}{v_x} = 1,8 \quad \text{ва} \quad \varphi = 61^\circ$$

1.40. Бола горизонтга $\alpha = 45^\circ$ бурчак остида $v_0 = 10 \text{ м/сек}$ тезлик билан отган копток $s = 3 \text{ м}$ узоқликда деворга урилган. 1) Коптокнинг деворга урилиши (унинг юқорига кўтарилишида ёки пастга тушишида) қачон содир бўлганлигини аниқланг. 2) Копток (отилган баландликдан ҳисобланганда) деворга қандай h баландликда урилган ? 3) Урилиш вақтида коптокнинг тезлиги қандай бўлган ? Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.



Ечиш:

Тўпнинг энг юқори нуктага кўтарилиш вақти (1.38. чи масалага қаранг).

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

(1)

Тўп юқори нуктада турганда

$$S_x = (v_0 \cos \alpha) t_1;$$

(1) ни ҳисобга олиб,

$$S_x = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} = 5,1 \text{ м.}$$

Демак, тўп деворга юқорига кўтарилишда урилади. Тўп деворга, координатаси

$$S_y = h = (v_0 \sin \alpha) t - \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

бўлганда урилади. Бу вақт моментида

$$S_x = l = (v_0 \sin \alpha) t,$$

бу ердан,

$$t = \frac{l}{v_0 \cos \alpha} \quad (3)$$

(3) ни (2) га қўйиб,

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot l}{v_0 \cos \alpha} = \frac{gl^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = l \cdot \tan \alpha - \frac{gl^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} :$$

Сон қийматларни қўйсак,

$$h = 2,1 \text{ м.}$$

Тезликнинг горизонтал ташкил этувчиси

$$v_x = v_0 \cos \alpha; \quad v_x = 7,07 \text{ м/с} :$$

Тезликнинг вертикал ташкил этувчиси

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt = v_0 \sin \alpha - \frac{gl}{v_0 \cos \alpha}$$

$$v_y = 2,91 \text{ м/с.}$$

Тўла тезлик

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v = 7,6 \text{ м/с.}$$

1.41. 1) Ернинг суткалик айланиши, 2) соатдагисоат стрелкасининг, 3) соатдаги минут стрелкасининг, 4) айлана орбита бўйлаб $T = 88 \text{ мин}$ айланиш даври билан ҳаракатланаётган Ер сунъий йўлдошнинг бурчак тезликлари ва 5) агар сунъий йўлдошнинг орбитаси Ер сиртидан 200 км баландликда бўлса, унинг чизикли тезлиги топилсин.

Ечиш:

Бурчак тезлик

$$\omega = \frac{2\pi}{T} :$$

бу ерда T – айланиш даври.

$$\text{А) } T = 24 \text{ соат} = 86,4 \cdot 10^3 \text{ с}; \quad \omega = 72,7 \cdot 10^{-6} \text{ рад/с};$$

$$\text{Б) } T = 12 \text{ соат} = 43,2 \cdot 10^3 \text{ с}; \quad \omega = 145,4 \cdot 10^{-6} \text{ рад/с};$$

$$\text{В) } T = 1 \text{ соат} = 3600 \text{ с}; \quad \omega = 1,74 \cdot 10^{-6} \text{ рад/с};$$

$$\text{Е) } T = 88 \text{ мин} = 5280 \text{ с}; \quad \omega = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ рад/с};$$

Ер сунъий йўлдошининг чизикли тезлиги $\vec{v} = [\vec{\omega} \vec{R}]$, скаляр кўринишда $U = \omega R \sin 90^\circ = \omega R$, бу ерда $R = R_3 + h$;

R_{ep} – ернинг радиуси.

У ҳолда

$$v = \omega(R_{\text{до}} + h) :$$

$$v = 7,83 \text{ км/соат.}$$

1.42. Ленинград кенглигидаги (60°) ер сирти нукталари айланишининг чизикли тезлиги топилсин.

Ечиш:

Чизикли тезлик $v = \omega \cdot r$ ((1.4) масалага қаранг) бу ерда $\omega = \frac{2\pi}{T} :$

Ернинг айланиш даври $T = 24 \text{ соат} = 86400 \text{ с.}$

$$r = R \cos \varphi,$$

бу ерда R – Ернинг радиуси.

Бундан

$$v = \frac{2\pi R \cos \varphi}{T} :$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,38 \cdot 10^6 \cdot 0,5}{86400} \approx 231 \text{ м/с.}$$

1.43. Самолётдаги йўловчига Қуёш осмонда қўзғалмай тургандек кўриниши учун, самолёт экватор бўйлаб шарқдан ғарбга томон қандай тезлик билан ҳаракатланиши керак ?

Ечиш:

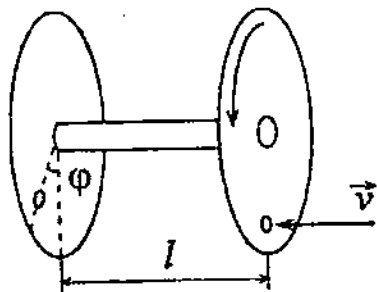
Кўриниб турибдики, самолёт Ернинг чизикли айланиш тезлигига тенг тезлик билан ҳаракатланиши зарур.

$$v = \omega R = \frac{2\pi}{T} R;$$

Бу ерда $T = 24 \text{ соат}$ – Ернинг айланиш даври, $R = 6378 \text{ км}$ – Ер радиуси. Бундан

$$v = 1669 \text{ км/соат}$$

1.44. Бир-биридан $l = 0,5\text{ м}$ оралиқда икки диск маҳкамланган ўқ $v = 1600\text{ ай/мин}$ частотага мос бурчак тезлик билан айланма ҳаракат қилмоқда. Диск маҳкамланган ўқ бўйлаб учиб борувчи ўқ икки дискни тешиб ўтади ва иккинчи дискдаги тешик биринчисидигига нисбатан $\varphi = 12^\circ$ бурчакка силжийди. Ўқнинг тезлиги аниқлансин.



Ечиш:

Айланма ҳаракат тенгламаси

$$\vec{\varphi} = \vec{\varphi}_0 + \vec{\omega}t + \frac{\vec{\beta}t^2}{2}:$$

$\varphi_0 = 0$ ни танлаб оламиз. Масала шартидан кўринадикки, ҳаракат $\omega = 2\pi n$ бурчак тезлик билан амалга оширилади. Натижада, бурчак тезланиш 0 га

тенг. Яъни бурилиш

$$\varphi = \omega t,$$

бундан

$$t = \frac{\varphi}{\omega} \quad (1)$$

$$\omega = n \cdot 2\pi \quad (2)$$

Ўқнинг тезлиги

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

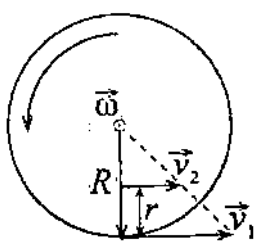
(2) ни (1) қўйиб, сўнгра (1) ни (3) га қўйиб

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

ни ҳосил қиламиз.

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

1.45. Айланма ҳаракат қилаётган ғилдирак гардишидаги нуқтанинг v_1 , чизиқли тезлиги гардишдан ўққа 5 см яқин бўлган нуқтасининг v_2 чизиқли тезлигидан 2,5 марта катта бўлса, ғилдиракнинг радиуси топилсин.



Ечиш:

$\vec{\omega}$ вектор чизма текислигига перпендикуляр, шу асосда, скаляр кўринишда

$$v = \omega \cdot r; \quad v_1 = \omega \cdot R; \quad v_2 = \omega(R - r);$$

Ундан

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega R}{\omega(R - r)} = 2,5$$

$$\frac{R}{R - r} = 2,5$$

$$1,5 \cdot R = 12,5$$

$$R = 8,3\text{ см};$$

1.46. Текис тезланиш билан айланаётган ғилдирак ҳаракат бошидан $N=10$ марта айлангандан кейин $\omega = 20 \text{ рад/сек}$ бурчак тезликка эришса, унинг бурчак тезланиши топилсин.

Ечиш:

Ғилдиракнинг ҳаракат тенгламаси

$$\begin{cases} \varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2} : \\ \omega = \omega_0 + \varepsilon t \end{cases}$$

Масала шартидан $\omega_0 = 0$:

У ҳолда

$$\begin{cases} \varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2} \\ \omega = \varepsilon t \end{cases}$$

(1) дан ε ни топиб, $\varphi = 2\pi N$ эканлигини ҳисобга олиб

$$\varepsilon = \frac{4\pi N}{t^2} \quad (3)$$

ни аниқлаймиз. (2) тенгламадан $t = \frac{\omega}{\varepsilon}$ ни аниқлаб, (3) га қўямиз

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{4\pi N}; \quad \varepsilon = 3,2 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$$

ни аниқлаймиз.

$\varepsilon > 0$ бўлганлигидан, $\vec{\varepsilon}$ нинг йўналиши $\vec{\omega}$ нинг йўналиши билан мос тушади. (1.45 масаладаги расмга қаранг).

1.47. Маховой ғилдирак ҳаракат бошланишидан $t = 1 \text{ мин}$ ўтгач $\nu = 720 \text{ айл/мин}$ га мос тезликка эришади. Ғилдиракнинг бурчак тезланиши ва бир минутдаги айланиш сони топилсин. Ҳаракат текис тезланувчан деб ҳиоблансин.

Ечиш:

Ғилдиракнинг бурчак тезлиги

$$\vec{\omega}(t) = \vec{\omega}_0 + \vec{\varepsilon} t$$

$\omega_0 = 0$ да скаляр кўринишда

$$\omega = \varepsilon t$$

ни аниқлаймиз. Ундан ташқари

$$\omega = n \cdot 2\pi;$$

Бундан;

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = n \cdot 2\pi / t; \quad \varepsilon = 1,25 \text{ рад/с}^2.$$

1.48. Текис секинланиб айланаётган ғилдирак тормозланиш натижасида 1 мин давомида ўзининг тезлигини 300 айл/мин дан 180 айл/мин гача камайтиради. Ғилдиракнинг бурчак тезланиши ва бу минут ичидаги айланишлар сони топилсин.

Ечиш:

Сон қийматларни СИ-бирликлар системасига ўтказамиз.

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}. \quad n_1 = 300 \frac{\text{айл}}{\text{мин}} = 3 \frac{\text{айл}}{\text{с}}.$$

Ҳаракатнинг текис секинланувчанлигидан

$$N = \frac{n_1 + n_2}{2} t = 240.$$

Бурчак тезлик

$$\omega = \omega_0 - \varepsilon t \quad (1)$$

Бу ерда

$$\omega_0 = n_1 \cdot 2\pi; \quad \omega_2 = n_2 \cdot 2\pi$$

(1) дан

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

ни ҳосил қиламиз. Ундан

$$\varepsilon = \frac{\omega_0 - \omega}{t} = \frac{2\pi(n_1 - n_2)}{t} = \frac{2 \cdot 3,14(5 - 3)}{60} = 0,21 \text{ рад/с}^2.$$

1.49. Вентилятор 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 ўтади ?

Ечиш:

$$n = 900 \frac{\text{айл}}{\text{мин}} = 15 \frac{\text{айл}}{\text{с}}$$

Ҳаракат тенламасини скаляр кўринишда ёзамиз:

$$\begin{cases} \varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2} \\ \omega = \omega_0 - \varepsilon t \end{cases}$$

Бу ерда $\varphi = 2\pi N$ (3)

$$\omega = 0; \quad \omega_0 = 2\pi n \quad (4)$$

(2) ифодадан

$$t = \frac{\omega_0}{\varepsilon} = \frac{2\pi n}{\varepsilon} \quad (5)$$

(1) тенгламани (3), (4) ва (5) ни ҳисобга олиб қайта ёзамиз.

$$2\pi N = \frac{(2\pi n)^2}{2\varepsilon}; \quad N = \frac{\pi n^2}{\varepsilon},$$

бундан

$$\varepsilon = \frac{\pi n^2}{N}$$

ифодани (5) тенгламага қўйиб

$$t = \frac{2\pi n \cdot N}{\pi n^2} = \frac{2N}{n}$$

ни ҳосил қиламиз.

$$t = \frac{2 \cdot 75}{15} = 10 \text{ с.}$$

1.50. Вал 180 *айл/мин* частотага мос ўзгармас тезлик билан айланади. Вал тормозланган вақтдан бошлаб сон жиҳатдан 3 рад/сек^2 га тенг бурчак тезланиш билан текис секинланувчан айланма ҳаракат қилади. 1) Вал қанча вақт ўтгач тўхтайди ? 2) То тўхтагунча у неча марта айланади ?

Ечиш:

$$n = 180 \frac{\text{айл}}{\text{мин}} = 3 \frac{\text{айл}}{\text{с}} :$$

Айланма ҳаракат текис секинланувчан бўлганлигидан, вал тўхтагунча айланишлар сони,

$$N = \frac{n}{2} t$$

Бурчак тезлик

$$\omega = \omega_0 - \varepsilon t$$

Шартга асосан $\omega = 0$, натижада $\omega_0 = \varepsilon t$, ундан ташқари

$$\omega_0 = n \cdot 2\pi ,$$

у ҳолда

$$\varepsilon t = n \cdot 2\pi ,$$

бундан

$$t = \frac{n \cdot 2\pi}{\varepsilon} = 6,28 \text{с}$$

$$N = 9,4 \frac{\text{айл}}{\text{с}} .$$

1.51. Нукта $R = 20 \text{см}$ радиусли айлана бўйлаб ўзгармас тангенциал тезланиш $a_t = 5 \text{м/сек}^2$ билан ҳаракатланади. Ҳаракат бошланишидан қанча вақт ўтгач нуктанинг a_n нормал тезланиши: 1) тангенциал тезланишига тенг, 2) тангенциал тезланишидан икки марта катта бўлади ?

Ечиш:

Масала шартига асосан, айланишлар текис тезланувчанлигидан, натижада

$$a_t = \frac{v}{t} ; \quad a_n = \frac{v^2}{R} :$$

Бундан

$$t = \frac{v}{a_t} ; \quad v = \sqrt{a_n R}$$

У ҳолда

$$t = \frac{\sqrt{a_n R}}{a_t} :$$

а) Агар $a_n = a_t$ бўлса, у ҳолда $t = \sqrt{\frac{R}{a_t}} = \sqrt{\frac{20}{5}} = 2 \text{с}.$

б) Агар $a_n = 2a_t$ бўлса, у ҳолда $t = \sqrt{\frac{2R}{a_t}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{5}} = 2,8 \text{с}.$

1.52. Нукта $R = 10 \text{см}$ радиусли айлана бўйлаб ўзгармас тангенциал тезланиш a_t билан ҳаракатланади. Агар ҳаракат бошлангандан кейинги бешинчи марта айланиш охирида нуктанинг тезлиги $v = 79,2 \text{см/сек}$ га тенг бўлса, нуктанинг a_t тангенциал тезланиши топилсин.

Ечиш:

$$a_{\tau} = \frac{dv}{dt}:$$

шартга асосан

$$a_{\tau} = \text{const};$$

натижада

$$a_{\tau} = \frac{v}{t} \quad (1)$$

Бу ерда $v = \omega R:$ $\omega = 2\pi \cdot n = \frac{2\pi N}{t}:$

Бундан $t = \frac{2\pi NR}{v}:$ (2)

(2) ни (1) га қўйиб,

$$a_{\tau} = \frac{v^2}{2\pi NR} = 0,2 \text{ м/с};$$

1.53. Нукта $R = 10 \text{ см}$ радиусли айлана бўйлаб ўзгармас тангенциал тезланиш a_t билан ҳаракатланади. Агар ҳаракат бошлангандан кейинги бешинчи марта айланиш охирида нуктанинг чизиқли тезлиги $v = 10 \text{ см/сек}$ га тенг бўлса, ҳаракат бошлангандан $t = 20 \text{ сек}$ ўтгандан кейин нуктанинг a_n нормал тезланиши топилсин.

Ечиш:

Нормал тезланиш

$$a_n = \omega^2 R$$

Бу ерда

$$\omega = \varepsilon$$

бундан

$$a_n = \varepsilon^2 t^2 R \quad (1)$$

Бурчак тезланиш ε ни топамиз.

Текис тезланувчан ҳаракатда бируик вақтдаги айланишларнинг ўртача сони (тўғри чизиқли текис тезланувчан ҳаракатдаги ўртача тезликга ўхшаш)

$$\bar{n} = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N}{t_1}$$

бу ерда $t - 5$ чи айланиш охирига мос келувчи вақт моменти.

$$\bar{n} = \frac{n_0 t n}{2}: \quad n_0 = 0,$$

натижада

$$N = \frac{n}{2} t, \quad (2)$$

Айланишлар частотаси

$$n = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi R} \quad (3)$$

(2) дан t_1 ни (3) ни ҳисобга олиб ифодалаймиз.

$$t_1 = \frac{4\pi NR}{v} \quad (4)$$

Бурчак тезланиш

$$\varepsilon = \frac{\omega_1}{t_1} \quad (5)$$

Бу ерда

$$\omega_1 = \frac{v}{R} \quad (6)$$

(4) ва (6) ни (5) га қўйиб,

$$\varepsilon = \frac{v^2}{4\pi NR^2}$$

ни аниқлаймиз. (1) тенгламадан

$$a_n = \frac{v^4 t^2 R}{16\pi^2 N^2 R^3} = 0,01 м / с^2.$$

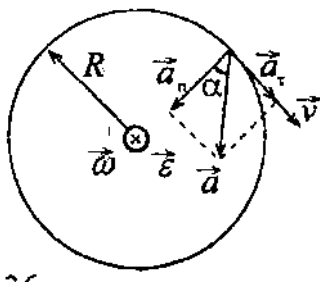
1.54. Биринчи яқинлашишда водород атомида электрон айлана орбита бўйлаб ўзгармас v тезлик билан ҳаракатланади дейиш мумкин. Электроннинг ядро атрофида айланишининг бурчак тезлиги ва нормал тезланиши топилсин. Орбитанинг радиуси $r = 0,5 \cdot 10^{-10} м$ ва электроннинг бу орбитадаги тезлиги $v = 2,2 \cdot 10^6 м / сек.$

Ечиш:

$$a_n = \frac{v^2}{r} : \quad a_n = \frac{4,84 \cdot 10^{12}}{0,5 \cdot 10^{-10}} 9,7 \cdot 10^{22};$$

$$\omega = \frac{v}{r} : \quad \omega = \frac{2,2 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^{-10}} = 4,4 \cdot 10^{16} \frac{рад}{с} :$$

1.55. Радиуси $R = 10 см$ ғилдирак $\varepsilon = 3,14 рад / сек^2$ 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.



Ечиш:

А) Текис ўзгарувчан айланма ҳаракат бурчак тезлик

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t.$$

$\omega_0 = 0$ шартда, $\omega = \varepsilon t$, $t = 1 с.$ да бурчак тезлик

$$\omega = 3,14 рад / с.$$

б) Чизиқли тезлик $v = \omega R$, $t = 1 с.$ да $v = 0,314 м / с.$

в) Тангенциал тезланиш $a_t = \varepsilon R$, тўла ҳаракат вақти

давомида ўзгармас; $t = 1 с.$ да $a_t = 0,314 м / с^2.$

г) Нормал тезланиш $a_n = \omega^2 R = \varepsilon^2 t^2 R$, $t = 1 с.$ да $a_n = 0,986 м / с^2.$

д) Тўла тезланиш $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = a_t \sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}$ $t = 1 с.$ да $a = 1,03 м / с^2.$

е) $\sin \alpha = \frac{a_t}{a} = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}}$, бу ерда α – ғилдиракнинг тўла тезланиш ва радиус векторлар

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

$$\sin \alpha = \frac{a_t}{a} = \frac{0,314}{1,09} = 0,305.$$

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

Ечиш:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{0,09}{0,02} = 4,5 \text{ м/с}^2; \quad a_\tau = \frac{d^2S}{dt^2} = 6Ct$$

a_n ни t орқали ифодалаймиз

$$v = \frac{dS}{dt} = 3Ct^2 :$$

наижада

$$a_n = \frac{9C^2t^4}{R}$$

Бундан

$$t^2 = \sqrt{\frac{a_n R}{9C^2}} = \frac{\sqrt{a_n R}}{3C}$$

$$t = \sqrt{\frac{\sqrt{a_n R}}{3C}}$$

Тангенциал тезланиш

$$a_\tau = 6C \sqrt{\frac{\sqrt{a_n R}}{3C}}$$

1.57. Нукта айлана бўйлаб шундай ҳаракатланадики, йўлнинг вақтга боғланиши $s = A + Bt + Ct^2$ тенглама орқали берилган, бунда $B = -2\text{м/сек}$ ва $C = 1\text{м/сек}^2$. Агар ҳаракат бошланишидан $t' = 2\text{сек}$ ўтгач нуктанинг нормал тезланиши $a'_n = 0,5\text{м/сек}^2$ га тенг бўлса, ҳаракат бошланишидан $t = 3\text{сек}$ ўтгандан кейин нуктанинг чизиқли тезлиги, унинг тангенциал, нормал ва тўла тезланиши топилсин.

Ечиш:

Нуктанинг чизиқли тезлиги

$$v = \frac{dS}{dt} = B + 2Ct.$$

$$v = 4\text{м/с} :$$

тангенциал тезланиш

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = 2C = 2\text{м/с}^2$$

Нормал тезланиш

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

$t' = 2\text{с.}$ дан сўнг нукта $v' = -B + 2Ct'$ чизиқли тезликка эга бўлади. $v' = 2\text{м/с.}$

Айланма радиусини қуйидагича ифодалаш мумкин

$$R = \frac{(v')^2}{a_n}$$

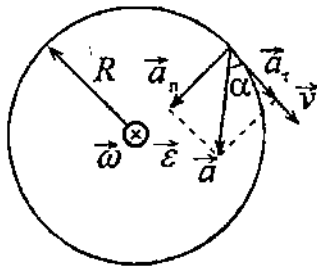
(1) га асосан

$$a_n = \frac{v^2 a'_n}{(v')^2} : \quad a_n = 2m/c^2$$

Тўла тезланиш

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = 2,8m/c^2.$$

1.58. Ҳаракат бошланишидан 2 сек ўтгач текис тезланувчан ҳаракат қилаётган ғилдирак гардишидаги нуқтанинг тўла тезланиш вектори шу нуқта чизиқли тезлигининг йўналиши билан 60° бурчак ташкил қилса, ғилдиракнинг бурчак тезланиши топилсин.



Ечиш:

Расмдан кўринадики

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_n}{a_\tau} \quad (1)$$

Текис тезланувчан айланишда

$$a_n = \frac{v^2}{R} : \quad a_\tau = \frac{dv}{dt};$$

лекин $v_0 = 0$.

наижада

$$a_\tau = \frac{v}{t};$$

чизиқли тезлик

$$v = \omega R,$$

бу ерда

$$\omega = \varepsilon t,$$

натижада

$$v = \varepsilon t R.$$

У ҳолда

$$a_n = \frac{\varepsilon^2 t^2 R^3}{R} = \varepsilon^2 t^2 R;$$

$$a_\tau = \frac{\varepsilon t R}{t} = \varepsilon R.$$

Натижаларни (1) га қўйиб,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varepsilon^2 t^2 R}{\varepsilon R} = \varepsilon^2 t^2,$$

бундан

$$\varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{t^2} = 0,43 \text{ рад/с}.$$

1.59. Ғилдирак ўзгармас $\varepsilon = 2 \text{ рад/сек}^2$ бурчак тезланиш билан айланади. Ҳаракат бошланишидан 0,5 сек ўтгач ғилдиракнинг тўла тезланиши $a = 13,6 \text{ см/сек}^2$ га тенг бўлса, унинг радиуси топилсин.

Ечиш:

Ғилдирак нормал тезланиш

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

Бурчак тезланиш

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}:$$

лекин

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t}$$

бундан

$$\omega = \varepsilon t.$$

Ғилдирак гардишидаги нуқталарнинг чизиқли тезлиги

$$v = \omega R = \varepsilon R \quad (2)$$

(2) ни (1) га қўйиб

$$a_n = \varepsilon^2 t^2 R.$$

Тангенциал тезланиш

$$a_\tau = \varepsilon R$$

Тўла тезланиш

$$a^2 = a_n^2 + a_\tau^2; \quad a^2 = \varepsilon^2 R^2 (\varepsilon^2 t^4 + 1)$$

$$R = \frac{a}{\varepsilon \sqrt{(\varepsilon^2 t^4 + 1)}} \quad R = 0,06 \text{ м.}$$

1.60. Радиуси $R = 0,1 \text{ м}$ бўлган ғилдирак шундай айланадики, ғилдирак радиусининг бурилиш бурчаги билан ақт орасидаги боғланиш $\varphi = A + Bt + Ct^3$ тенглама орқали берилган, бунда $B = 2 \text{ рад/сек}$ ва $C = 1 \text{ рад/сек}^3$. Ҳаракат бошлангандан 2 сек ўтгач, ғилдирак гардишидаги нуқталар учун қуйидаги катталиклар: 1) бурчак тезлик, 2) чизиқли тезлик, 3) бурчак тезланиш, 4) тангенциал тезланиш, 5) нормал тезланиш топилсин.

Ечиш:

А) Ғилдиракнинг айл. Бурчак тезлиги

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = B + 3Ct^2.$$

$$\omega = 2 + 3 \cdot 4 = 14 \text{ рад/сек}.$$

Б) Чизиқли тезлик $v = \omega R$: $v = 1,4 \text{ м/с}$

В) Бурчак тезланиш $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 6Ct$: $\varepsilon = 12 \text{ рад/сек}^2$.

Г) нормал тезланиш $a_n = \omega^2 R$: $a_n = 19,6 \text{ м/с}^2$.

Д) Тангенциал тезланиш $a_\tau = \varepsilon R$: $a_\tau = 1,2 \text{ м/с}^2$.

1.61. Радиуси $R = 5 \text{ см}$ бўлган ғилдирак шундай айланадики, ғилдирак радиусининг бурилиш бурчаги билан вақт орасидаги боғланиш $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ тенглама орқали берилади, бунда $D = 1 \text{ рад/сек}^3$. Ҳаракатнинг ҳар секундида ғилдирак гардишида ётган нуқталар учун тангенциал тезланиш Δa_τ нинг ўзгариши топилсин.

Ечиш:

Тангенциал тезланишнинг ўзгариши, бурчак тезланишнинг ўзгариши билан қуйидагича боғланган

$$\Delta a_\tau = \Delta \varepsilon R:$$

бу ерда

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} : \frac{d\varepsilon}{dt} = B + 2Ct + 2Dt^2$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 2C + 6Dt = \varepsilon$$

У ҳолда

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 :$$

$$\Delta\varepsilon = 6D(t_2 - t_1) = 6D$$

$$t_2 - t_1 = 1с$$

эканлигида

$$a_\tau = 6,1 \cdot 0,05 = 0,3 м/с^2.$$

1.62. Радиуси $R = 10 см$ бўлган ғилдирак шундай айланадики, ғилдирак гардишидаги нукталар чизиқли вақтга боғланиши $v = At + Bt^2$ тенглама орқали берилади, бунда $A = 3 см/сек^2$ ва $B = 1 см/сек^3$. Ҳаракат бошлангандан $t = 0,1, 2, 3, 4$ ва $5 сек$ ўтгандан кейин тўла тезланиш вектори билан ғилдирак радиуси орасидаги бурчак топилсин.

Ечиш:

α – бурчакни қуйидагича аниқлаш мумкин

$$tg \alpha = \frac{a_\tau}{a_n}$$

бу ерда a_τ ва a_n -тангенциал ва нормал тезланиш.

Лекин

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} : \quad a_n = \frac{v^2}{R} :$$

натижада

$$tg \alpha = \frac{(3 + 2t)^2}{(3t + t^2)^2} :$$

Бу формулага $t = 0, 1, 2, 3, 4$ ва $5 с$ қийматларни қўйиб, қуйидагиларни оламиз.

$t = 0$ да $tg \alpha = \infty$, яъни $\alpha = 90^\circ$ да тўла тезланиш уринма бўйлаб йўналган. t нинг $1 \div 5 с$ оралиғидаги натижалар жадвалда келтирилган.

t, с	1	2	3	4	5
$tg \alpha$	3,13	0,7	0,278	0,14	0,081
α	$72^\circ 17'$	$35^\circ 0'$	$15^\circ 32'$	$7^\circ 58'$	$4^\circ 38'$

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

Ечиш:

$$a_n = \omega^2 R,$$

бу ерда

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = B + 2Ct + 3Dt^2$$

ғилдирак радиуси

$$R = \frac{a_n}{\omega^2} = \frac{a_n}{(B + 2Ct + 3Dt^2)^2} :$$

$$R = 1,2 \text{ м.}$$

1.64. Айланаётган ғилдирак гардишидаги нуқталар тўла тезланишининг вектори шу нуқталар чизикли тезлигининг вектори билан 30° бурчак ташкил қилган пайтдаги нуқта нормал тезланишининг тангенциал тезланишидан неча марта катталиги топилсин.

Ечиш:

Нуқтанинг нормал тезланиши

$$a_n = a \sin \alpha.$$

Тангенциал тезланиши

$$a_\tau = a \cos \alpha :$$

бундан

$$\frac{a_n}{a_\tau} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = 0,58.$$

