

S. Polvonov, X. Daliyev,
E. Bozorov, G. Polvonova

UMUMIY FIZIKADAN MASALALAR TO'PLAMI



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETI**

**S.R. POLVONOV, X.S. DALIYEV,
E.H. BOZOROV, G.S. POLVONOVA**

UMUMIY FIZIKADAN MASALALAR TO‘PLAMI

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi tomonidan Oliy
o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

Toshkent - “NIF MSH” - 2020

UDK: 53
BBK: -22.3
P 80

S.R.Polvonov, X.S.Daliyev, E.H.Bozorov, G.S.Polvonova.

Umumiy fizikadan masalalar to'plami/darslik./Toshkent: "NIF MSH"
2020. 272 bet.

Ushbu darslik fizikaning barcha bo'limlariga oid masalalarni o'z ichiga olgan. Har bir bo'limga tegishli asosiy formulalar, uslubiy ko'rsatmalar va masalalarni yechishga doir misollar keltirilgan.

Darslik oliy o'quv yurtlarida fizika mutaxassisligi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalar, tayanch doktorantlar hamda o'qituvchilar uchun mo'ljallangan.

Darslik Mirzo Ulug'bek nomli O'zbekiston Milliy universiteti Kengashining kengaytirilgan yig'ilishida muhokama qilinib, chop etishga tavsiya qilingan. (2017 – yil «25» oktyabr № 2-son yig'ilish bayoni).

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2018-yil 27-martdagi 274-sonli buyrug'iga asosan, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan litsenziya berilgan nashriyotlarga nashr qilishga ruxsat berildi. Ro'yxatga olish raqami 274-319.

Taqrizchilar:

Sh.B. Utamuradova-

O'zMU "Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronikasi" institute direktori, fizika-matematika fanlari doktori, professor

X.M.Iliyev-

TATU fizika-matematika fanlari doktori, professori,

D.A. Qarshiyev-

Tosh PTI "Tibbiy va biologik fizika, informatika va informatsion texnologiyalar" kafedrası mudiri, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI TOMONIDAN NASHRGA TAVSIYA ETILGAN.**

ISBN 978-9943-7011-1-3

©S.R Polvonov va boshq. 2020
© "NIF MSH", 2020.



SO‘Z BOSHI

Fizika fanini o‘rganishda masalalar yechish muhim ahamiyatga ega. O‘quvchilar masalalar yechish jarayonida turli muammoli vaziyatlar vujudga kelishi mumkin. Bu muammoli vaziyatlarni hal qilish uchun esa o‘quvchilar nazariy bilimlarni tahlili nuqtai nazardan qayta ko‘rib chiqishga majbur bo‘ladi. Bu esa o‘z navbatida fizikadan olgan bilimlarini mustahkamlashga, chuqurlashtirishga va turmushga tatbiq etishga yordam beradi.

Mazkur darslikning asosiy maqsadi o‘quvchilarning mustaqil masalalar yechish qobiliyatini rivojlantirishdan va yechish uslublarini o‘rgatishdan iboratdir. Mustaqil masalalar yechish, o‘quvchilarni ishda yuz beradigan qiyinchiliklarni yengishga o‘rgatadi.

Darslikning har bir mavzusida asosiy nazariy tushunchalar, qonunlar va formulalarni qisqacha bayon qilish bilan boshlanadi. Har bir mavzusiga oid masalalar yechish uchun namunalar keltirilgan bo‘lib, ular o‘quvchilarning fizika qonunlarini tushunishga va ularning fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga qaratilgan. Har bir bob yakunida mustaqil yechish uchun masalalar keltirilgan. Darslik yakunida mustaqil yechish uchun berilgan masalalarning javoblari, ilovalar va foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati keltirilgan.

Ushbu “Umumiy fizikadan masalalar to‘plami” akademik litsey va kasb-hunar kollejlari o‘quvchilari, universitet va institut talabalari hamda o‘qituvchilari foydalanishlari uchun mo‘ljallangan.

Mualliflar

UMUMIY USLUBIY KO'RSATMALAR

Fizika masalalarini yechishda quyidagi *reja* yoki *algoritmga* rioya etish maqsadga muvofiq bo'ladi:

1. *Masala shartini diqqat bilan o'qib chiqing va unda qanday fizikaviy hodisa yoki jarayonlar berilganligini aniqlang.*
2. *Masala shartida keltirilgan hodisaga qanday fizikaviy qonunlar to'g'ri kelishini eslang.*
3. *Masala shartida keltirilgan hodisa yoki jarayonni oydinlashtiruvchi kattaliklarning fizikaviy ma'nosini aniqlang.*
4. *Masalada berilgan kattaliklarni va izlanayotgan kattaliklarni chap tomonga yozing. Barcha kattaliklarni xalqaro birliklar sistemasi (SI) ga o'tkazing.*
5. *Masala yechishda rasm, chizma va grafik talab qilinsa, ularni masala shartiga mos holda chizing.*
6. *Masala shartini hisobga olgan holda zarur fizik qonunlar va fizik kattaliklar ta'rifini matematik ko'rinishda yozing.*
7. *Masaladagi hodisani oydinlashtiruvchi qo'shimcha shartlarning fizik ma'nosini ifodalovchi munosabatlarni matematik ko'rinishga keltiring.*
8. *Olingan tenglamalar sistemasini umumiy holda izlanayotgan kattaliklarga nisbatan yeching.*
9. *Olingan formulalar yordamida izlanayotgan kattalik o'lchamining mos kelishini tekshiring.*
10. *Izlangan kattaliklarning son qiymatini topilgan ishchi formulaga qo'ying, matematik hisoblashlarni bajaring va uning fizik ma'nosini aniqlang.*

I-BOB. M E X A N I K A

1.1-§. Kinematika

1.2-§. Dinamika

1.3-§. Statika

1.4-§. Qattiq jism dinamikasi

1.5-§. Hidrostatika

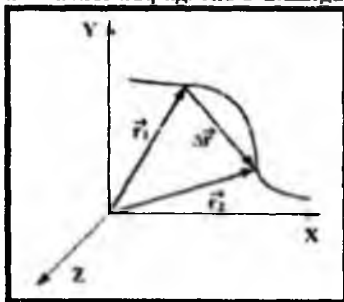
1.6-§. Suyuqliklar va gazlar mexanikasi

1.7-§. Mustaqil yechish uchun masalalar

1.1-§. Kinematika

Asosiy formulalar

- Moddiy nuqtaning fazodagi holatini radius r vektor bilan aniqlanadi, ya'ni koordinata boshidan mazkur nuqtagacha o'tkazilgan vektor (1.1-rasm).



1.1-rasm.

- Nuqtaning ko'chishi (Δr) bu uning boshlang'ich holatidan oxirgi holatiga o'tkazilgan vektor va u mazkur nuqtadagi radius-vektor ortirmasiga teng (1.1-rasm).

- Tezlik deb, harakatlanavotgan nuqtaning radius-vektoridan vaqt bo'yicha olingan hosilaga atiladi:

$$\vec{g} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (1.1)$$

- To'g'ri chiziqli tekis harakat, ya'ni vaqt o'tishi bilan tezlik vektori o'zgarmaydigan harakat ($\vec{g} = \text{const}$). Tekis harakat tezligi nuqta ko'chishining shu ko'chish sodir bo'lgan vaqtga nisbatiga teng:

$$\vec{g} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{yoki} \quad \Delta \vec{r} = \vec{g} \cdot \Delta t \quad (1.2)$$

• Tezlanish deb, tezlikdan vaqt bo'vicha olingan hosilaga voki nuqtaning radius-vektoridan vaqt bo'vicha olingan ikkinchi hosilaga aytiladi:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \quad (1.3)$$

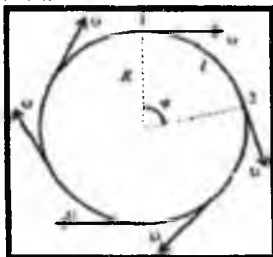
• Vaqt o'tishi bilan tezlanish o'zgarmaydigan ($a = \text{const}$) harakat tekis o'zgaruvchan harakat deyiladi. Mazkur harakatda harakat tenglamalari quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \quad (1.4)$$

$$\Delta\vec{r} = \vec{v}_0t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \quad (1.5)$$

bu yerda v_0 - boshlang'ich tezlik.

• Jismning aylana bo'ylab harakati egri chiziqli harakatning xususiy holi hisoblanadi. Kinematikada harakatning bunday ko'rinishi ham ko'rib chiqiladi. Egri chiziqli harakatda jism tezlik vektorining yo'nalishi hamma vaqt trayektoriyaga urinma bo'ladi. Xuddi shunday hol aylanma bo'ylab harakatda ham sodir bo'ladi (1.2-rasm). Aylana bo'ylab tekis harakatda nuqtaning harakatini tavsiflash uchun quyidagi kattaliklar kiritilgan: chastota ν , aylanish davri T va burchak chastota ω .



1.2-rasm.

• Moddiy nuqtaning aylanish markazi atrofida bir sekund ichidagi aylanishlar soni aylanish chastotasi deyiladi:

$$\nu = \frac{N}{t} \quad (1.6)$$

• Nuqtaning aylana bo'ylab bir marta to'lia aylanib chiqishi uchun ketgan vaqt oralig'i davr deyiladi:

$$T = \frac{t}{N} \quad (1.7)$$

- Aylana bo'ylab harakatning umumiy holda **burchak tezligi** quyidagiga teng bo'ladi:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad (1.8)$$

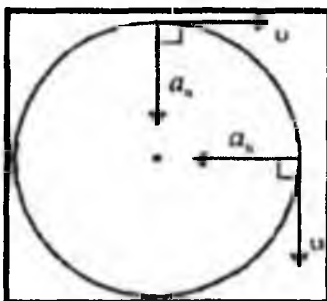
- Aylana bo'ylab tekis harakatda **burchak tezlik**:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad (1.9)$$

ω burchak tezlik bilan \mathcal{V} chiziqli tezliklar orasida quyidagi munosabat mavjud:

$$\mathcal{V} = \omega \cdot R. \quad (1.10)$$

- Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatida to'liq tezlanish a , tangensial a_t va normal a_n tezlanishlar vektor yig'indisidan iborat.



To'liq tezlanish moduli quyidagiga teng:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}. \quad (1.11)$$

Tangensial a_t va normal a_n tezlanishlar quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$a_t = \frac{d\mathcal{V}}{dt} \quad (1.12)$$

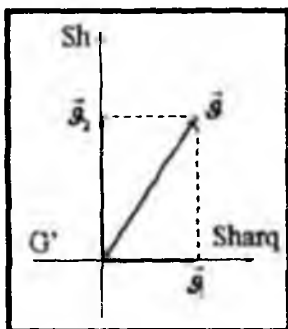
$$a_n = \frac{\mathcal{V}^2}{R} \quad (1.13)$$

MASALA YECHISH UCHUN NAMUNALAR

1-masala. Samolyot yerga nisbatan 48 m/s tezlik bilan shimolga uchib bormoqda. Agar g'arbdan tezligi 14 m/s bo'lgan shamol esa boshlagan bo'lsa, samolyot yerga nisbatan qanday tezlik bilan harakatlanadi?

Berilgan: $\mathcal{V}_1 = 48 \text{ m/s}$; $\mathcal{V}_2 = 14 \text{ m/s}$.

Topish kerak: \mathcal{G} — ?
Yechilishi.



Tezliklarni qo‘shish qoidasidan foydalanamiz:

$$\vec{\mathcal{G}} = \vec{\mathcal{G}}_1 + \vec{\mathcal{G}}_2$$

bu yerda \mathcal{G}_1 - shamol tezligi, \mathcal{G}_2 - samolyotning havoga nisbatan tezligi bo‘lib, u shimol tomonga yo‘nalgan va 48 m/s ga teng. Pifagor teoremasiga asosan:

$$\mathcal{G} = \sqrt{\mathcal{G}_1^2 + \mathcal{G}_2^2} = 50 \text{ m/s}$$

Javob: 50 m/s

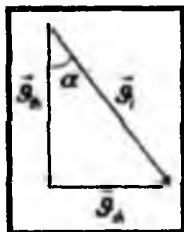
2-masala. Shamol tezligi 10 m/s ga teng bo‘lganda yomg‘ir tomchisi vertikalga nisbatan 30° burchak ostida tushmoqda. Shamolning tezligi qanday bo‘lganda tomchi vertikalga nisbatan 60° burchak ostida tushadi?

Berilgan: $\mathcal{G}_{sh1} = 10 \text{ m/s}$; $\alpha_1 = 30^\circ$; $\alpha_2 = 60^\circ$.

Topish kerak: \mathcal{G}_{sh2} - ?

Yechilishi.

Tomchining harakatdagi havo bilan bog‘liq bo‘lgan sanoq sistemadagi tezligi \mathcal{G}_h bu shamol bo‘lmagandagi yomg‘ir tomchisining tushish tezligi.



Ushbu tezlik vertikal pastga yo‘nalgan bo‘lib, u faqat yomg‘ir turi (tomchi o‘lchami) bo‘yicha aniqlaniladi. Tomchi uchun tezliklarni qo‘shish qonuni, ya’ni:

$$\vec{g}_1 = \vec{g}_{sh} + \vec{g}_{sh}$$

Bu yerda g_{sh} — *shamol tezligi*. Bu vektor tenglikni uchburchak ko'rinishida tasvirlaymiz (shamol tezligi gorizontal yo'nalgan) (rasmga qarang). Bu uchburchakdan tomchining tushish burchagi bilan shamol tezligi orasidagi quyidagi munosabatni topamiz:

$$tg\alpha = \frac{g_{sh}}{g_{sh}}$$

Bu nisbatni ikkita burchak uchun yozamiz va ularning nisbatlarini olamiz:

$$\frac{g_{sh2}}{g_{sh1}} = \frac{tg\alpha_2}{tg\alpha_1}$$

Bundan

$$g_{sh2} = g_{sh1} \frac{tg\alpha_2}{tg\alpha_1} = 30 \text{ m/s}$$

Javob: 30 m/s.

3-masala. Avtomobil yo'lining birinchi yarmini $g_1 = 36 \text{ km/soat}$, ikkinchi yarmini esa $g_2 = 54 \text{ km/soat}$ tezlik bilan o'tdi. Butun yo'l davomidagi o'rtacha tezlikni toping. O'rtacha tezlik g_1 va g_2 ning o'rtacha arifmetik qiymatidan kichik ekanligini isbotlang.

Berilgan: $g_1 = 36 \text{ km/soat} = 10 \text{ m/s}$; $g_2 = 54 \text{ km/soat} = 15 \text{ m/s}$.

Topish kerak: g_{or} - ?

Yechilishi.

Avtomobil o'rtacha tezligini topish uchun o'rtacha tezlik formulasidan foydalanamiz:

$$g_{or} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} \quad (1)$$

bu yerda S_1 va S_2 yo'lining birinchi va ikkinchi yarmi, t_1 va t_2 esa shu yo'llarni bosib o'tish uchun ketgan vaqt.

Butun yo'lni S bilan, to'liq vaqtni esa t bilan belgilab olamiz. U holda to'liq vaqt:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{S_1}{g_1} + \frac{S_2}{g_2} + \frac{S_3}{g_3} \quad (2)$$

(2) ifodani (1) formulaga qo'yib, o'rtacha tezlikni topamiz:

$$\bar{g} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{S/2 + S/2}{t_1 + t_2} = \frac{2g_1g_2}{g_1 + g_2} = 12 \text{ m/s}$$

O'rtacha tezlik g_1 va g_2 ning o'rtacha arifmetik qiymatidan kichik, ya'ni:

$$\bar{g}_{arf} = \frac{g_1 + g_2}{2} = 12,5 \text{ m/s}$$

Javob: 12,5 m/s.

4-masala. Tezligi 100 m/s bo'lgan samolyot qo'nish yo'liga kelib tushdi. U 20 s vaqt davomida to'xtaydi. Tezlanish va tormozlanish yo'lining uzunligi topilsin.

Berilgan: $g_0 = 100 \text{ m/s}$, $t = 20 \text{ s}$.

Topish kerak: a -? S -?

Yechilishi.

Samolyotning tezlanishini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$a = \frac{g - g_0}{t}$$

bu yerda g – oxirgi tezlik bo'lib, u nolga teng.

Demak

$$a = -\frac{g_0}{t}$$

To'xtashigacha bo'lgan yo'l uzunligini topamiz:

$$S = g_0 t + \frac{at^2}{2} = g_0 t - \frac{g_0 t^2}{2} = \frac{1}{2} g_0 t$$

Yo'lni aniqlashda quyidagi formuladan ham foydalanish mumkin:

$$g^2 - g_0^2 = 2aS$$

bu yerdan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$0 - g_0^2 = 2aS = -2 \frac{g_0 S}{t}$$

bu yerdan S ni topamiz:

$$S = \frac{1}{2} g_0 t$$

Son qiymatlarini qo'yib hisoblashlarni bajaramiz:

$$a = -5 \text{ m/s}^2; \quad S = 1000 \text{ m}$$

Javob: $a = -5 \text{ m/s}^2$; $S = 1000 \text{ m}$.

5-masala. Velosipedchi tinch holatidan boshlab birinchi 4 s davomida 1 m/s^2 tezlanish bilan o'tdi, so'ngra $0,1 \text{ min}$ davomida tekis harakatlandi va oxirgi 20 m davomida to to'xtagunicha tekis sekinlanuvchan harakat qildi. Butun harakatlanish vaqtidagi o'rtacha tezlikni toping.

Berilgan: $t_1 = 4 \text{ s}$; $a = 1 \text{ m/s}^2$; $t_2 = 0,1 \text{ min} = 6 \text{ s}$.

Topish kerak: $\bar{g}_{o'r} = ?$

Yechilishi.

Yo'ning birinchi qismini boshlang'ich tezliksiz va tekis tezlanuvchan harakat qilgani uchun:

$$S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} \quad (1)$$

Yo'ning ikkinchi qismini to'g'ri chiziqli tekis harakat qilgani uchun:

$$S_2 = g_1 \cdot t_2 \quad (2)$$

Yo'ning uchinchi qismini to'g'ri chiziqli tekis sekinlanuvchan harakat qilgani uchun:

$$S_3 = g_1 t_3 - \frac{a_3 t_3^2}{2} \quad (3)$$

Masalada so'ralayotgan o'rtacha tezlik formulasini yozib olamiz:

$$\bar{g} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3} \quad (4)$$

Masala shartida t_1 va t_2 lar hamda S_3 berilgan. S_1 ni (1) formula orqali topamiz. U $S_1 = 8 \text{ m}$ ga teng bo'ladi. S_2 ni topish uchun g_1 bilish kerak. Bu quyidagi formulaga asosan topiladi:

$$g_1 = a_1 t_1 = 4 \text{ m/s} \quad (5)$$

Demak

$$S_1 = g_1 t_2 = 24 \text{ m}$$

t_3 quyidagi formulaga asosan topiladi: $0 = g_1 - a_3 t_3$

Bundan

$$a_1 = \frac{g_1}{t_1} \quad (6)$$

(6) ifodani (3) ga qo'yamiz:

$$S_1 = \frac{g_1 \cdot t_1}{2}$$

Bundan

$$t_1 = \frac{2S_1}{g_1} = 10 \text{ s}$$

Aniqlangan qiymatlarni (1) ifodaga qo'yamiz va quyidagi qiymatni olamiz: $g_{o'rt} = 2,6 \text{ m/s}$.

Javob: $g_{o'rt} = 2,6 \text{ m/s}$.

6-masala. Avtomobil tekis tezlanuvchan harakat qilib, harakat boshlangandan 5 s vaqt o'tgandan keyin 36 km/soat tezlikka erishgan. Harakatning uchinchi sekundida avtomobil qancha yo'l bosib o'tadi?

Berilgan: $t_1 = 5 \text{ s}$; $g_1 = 36 \text{ km/soat} = 10 \text{ m/s}$.

Topish kerak: $g_{2-3} = ?$

Yechilishi.

Avtomobilning boshlang'ich tezligi nolga teng, ya'ni $g_0 = 0$ bo'lgani uchun

$$g = at$$

Ushbu formulaga $t_1 = 5 \text{ s}$; $g_1 = 10 \text{ m/s}$ qiymatlarni qo'yamiz va tezlanish-ni topamiz: $a = 2 \text{ m/s}^2$. Uchinchi sekundda bosib o'tilgan yo'l, uch sekund davomida bosib o'tilgan yo'ldan ikki sekund davomida bosib o'tilgan yo'llar farqiga teng:

$$S_{2-3} = S_3 - S_2 = \frac{at_3^2}{2} - \frac{at_2^2}{2}$$

bu yerda $t_2 = 2 \text{ s}$, $t_3 = 3 \text{ s}$. Mazkur qiymatlarni formulaga qo'yamiz va quyidagi qiymatni olamiz: $g_{2-3} = 5 \text{ m}$.

Javob: $g_{2-3} = 5 \text{ m}$.

7-masala. Moddiy nuqta to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanmoqda. Uning harakat tenglamasi $S = t^4 + 2t^2 + 5$. Moddiy nuqtaning harakat boshlanganidan ikkinchi sekundi oxiridagi oniy tezligi va tezlanishi, shuningdek ushbu vaqt davomida bosib o'tgan yo'li va o'rtacha tezligi topilsin.

Berilgan: $S = t^4 + 2t^2 + 5$; $t = 2 \text{ s}$.

Topish kerak: g — ?; a — ?; $g_{o'rt}$ — ?

Yechilishi.

Oniv tezlik bu yo'ldan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosiladir, ya'ni:

$$g = \frac{dS}{dt} = 4t^3 + 4t = 40 \text{ m/s.}$$

Oniv tezlanish bu tezlikdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosiladir, ya'ni:

$$a = \frac{dg}{dt} = 12t^2 + 4 = 52 \text{ m/s}^2$$

$\Delta t = t - t_0$ vaqt davomidagi moddiy nuqtaning o'rtacha tezligi quyidagi formula bo'yicha aniqlaniladi:

$$g_{\text{ort}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S(t) - S(0)}{t - t_0}$$

$t_0 = 0$ bo'lganda

$$g_{\text{ort}} = \frac{t^4 + 2t^2 + 5 - 5}{t} = t^3 + 2t = 12 \text{ m/s}$$

$t = 2 \text{ s}$ vaqt davomida nuqta bosib o'tgan yo'l quyidagiga teng bo'ladi:

$$S = S(t) - S(0) = t^4 + 2t^2 + 5 - 5 = 24 \text{ m.}$$

Javob: 24 m.

9-masala. Yuqoriga vertikal otilgan sharcha, otilgan joyiga (nuqtasiga) 2,4 s da qaytib tushgan bo'lsa, sharcha qanday balandlikka ko'tarilgan?

Berilgan: $t = 2,4 \text{ s}$.

Topish kerak: $h_{\text{max}} - ?$

Yechilishi.

Sharchaning maksimal balandlikka ko'tarilish vaqti quyidagiga teng:

$$t_1 = \frac{g_1}{g} \quad (1)$$

Havoning qarshiligi hisobga olinmasa, ko'tarilish vaqti tushish vaqtiga teng, demak to'liq harakatlanish vaqti:

$$t = \frac{2g_0}{g} \quad (2)$$

Bundan g_0 boshlang'ich tezlikni aniqlaymiz:

$$g_0 = \frac{gt}{2} \quad (3)$$

Sharchaning maksimal ko'tarilish balandligi:

$$h_{\max} = \frac{g_0^2}{2g}$$

(4)

(3) formulani (4) formulaga qo'yamiz:

$$h_{\max} = \frac{g t^2}{8} = 7,2 \text{ m}$$

Javob: 7,2 m.

10-masala. Agar jism oxirgi sekundda 45 m masofani o'tgan bo'lsa, u qanday balandlikdan tushgan?

Berilgan: $l = 45 \text{ m}; \Delta t = 1 \text{ s}$.

Topish kerak: h — ?

Yechilishi.

Jism oxirgi sekund bosib o'tgan yo'li, jismning t vaqt davomida erkin tushgandagi balandligidan ($g_0 = 0$) $t - \Delta t$ ($\Delta t = 1 \text{ s}$) vaqt davomida bosib o'tilgan yo'llar farqi ko'rinishda yozamiz:

$$l = \frac{g t^2}{2} - \frac{g(t - \Delta t)^2}{2}$$

Ushbu formuladan t vaqtini topamiz va $h = g t^2 / 2$ formulaga qo'yamiz. Hisoblashni bajarib quyidagi qiymatni olamiz: $h = 125 \text{ m}$.

11-masala. Vagon tinch holatdan 25 sm/s tezlanish bilan harakatga keldi. Harakat boshlangandan 10 s o'tgach, u qanday tezlikka erishadi? Uning 10 s davomidagi o'rtacha tezligi qancha?

Berilgan: $v_0 = 0; a = 25 \text{ sm/s}^2 = 0,25 \text{ m/s}^2; t = 10 \text{ s}$

Topish kerak: $v = ?$

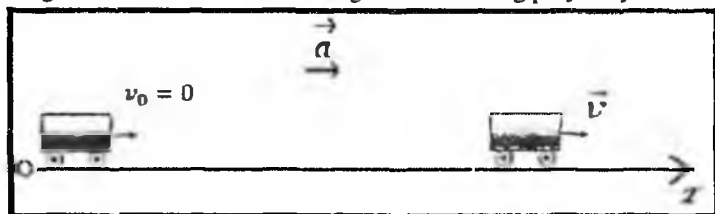
Yechilishi:

Ilgarilanma harakat kinematikasiga ko'ra aravacha harakatini xarakterlovchi kinematik tenglamani vektor ko'rinishida yozib olamiz:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

(1)

Tenglama vektor ko'rinishida bo'lgani uchun uning proyeksiyasini



olishimiz lozim bo'ladi. (1) ning OX koordinata o'qiga proyeksiyasi

$$v = v_0 + at = 0 + at$$

$$v = at$$

$$v_{o'rt} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{v + 0}{2} = \frac{v}{2}$$

yoki
$$v_{o'rt} = \frac{at}{2}$$

Demak

$$v = 0,25 \frac{m}{s^2} \cdot 10 s = 2,5 m/s$$

$$v_{o'rt} = \frac{2,5 m}{2 s} = 1,25 m/s$$

ga teng.

Javob: $v = 2,5 m/s$; $v_{o'rt} = 1,25 m/s$.

12-masala. Tezligi $12 m/s$ bo'lgan avtobusning tormozlanish yo'li $54 m$. Avtobus tormozlana boshlagandan to'xtaguncha qancha vaqt o'tadi?

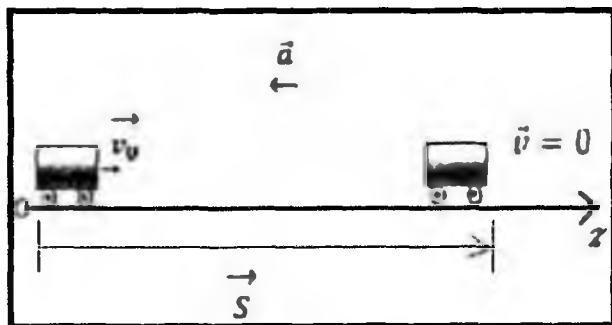
Berilgan: $v = 12 m/s$; $S = 54 m$

Topish kerak: $t = ?$

Yechilishi:

Masala shartiga mos chizma chizamiz va OX o'qni kiritib olamiz.

Avtobusning harakatini xarakterlovchi kinematik tenglamalarni vektor ko'rinishida yozib olamiz:



$$\begin{cases} S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ v = v_0 + at \end{cases}$$

Tenglama **vektor** ko'rinishida bo'lgani uchun uning proyeksiyasini olishimiz lozim bo'ladi. Tenglamaning Ox koordinata o'qiga proyeksiyasi quyidagicha:

$$\begin{cases} S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ v = v_0 + at \end{cases} \quad (1)$$

Bu yerdan *boshlang'ich tezlikni* topamiz:

$$v_0 = at,$$

$$a = \frac{v_0}{t}$$

(2)

(2) ni (1) ifodaga qo'yamiz :

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

va bundan

$$t = \frac{2S}{v_0}$$

(3)

kelib chiqadi

$$t = \frac{2 \cdot 54}{12} \text{ s} = 9 \text{ s.}$$

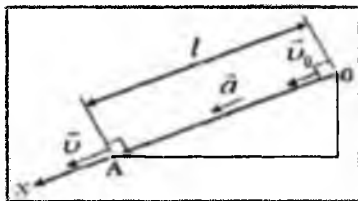
Javob: 9 s.

13-masala. Chang'ichi uzunligi 135 m bo'lgan qiya tekislikdan tushmoqda. Agar tezlanishi 40 sm/s , boshlang'ich tezligi 6 m/s bo'lsa, u pastga qancha vaqtda tushadi?

Berilgan: $l = 135 \text{ m}$; $a = 0,4 \text{ m/s}^2$; $v_0 = 6 \text{ m/s}$

Topish kerak: $t = ?$

Yechilishi:



Masala mazmunidan kelib chiqib chizma chizamiz hamda chang'ichining ilgari lanma harakatini xarakterlovchi kinematik kattaliklarni chizmada ko'rsatamiz. Ilgari lanma harakat kinematikasidan foydalanib, chang'ichi harakatining kinematik tenglamasini vektor ko'rinishida yozib olamiz:

$$\begin{cases} l = v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ v = v_0 + at \end{cases}$$

Tenglamaning OX koordinata o'qiga proyeksiyasi quyidagicha:

$$\begin{cases} l = v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ v = v_0 + at \end{cases} \quad (1)$$

tenglamadan t ni topib olamiz,

$$t = \frac{v - v_0}{a} \quad (2)$$

(2) \rightarrow (1) ga qo'ysak

$$l = v_0 \frac{v - v_0}{a} + \frac{a \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2}{2} = \frac{v^2}{2a} - \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$2al = v^2 - v_0^2 \quad v = \sqrt{2al + v_0^2} \quad (3)$$

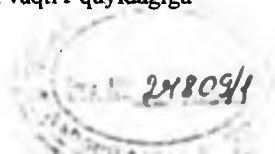
(3) \rightarrow (2)

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{\sqrt{2al + v_0^2} - v_0}{a} \quad (4)$$

Demak, chang'ichining qiya tekislik oxiridagi tezligi masala shartida so'ralmagan bo'lsada, hisoblab qo'yishimiz mumkin:

$$v = \sqrt{2 \cdot 0,4 \cdot 135 + 6^2} \frac{m}{s} = 12 \frac{m}{s}$$

Chang'ichining qiya tekislik uchidan pastgacha tushish vaqti t quyidagiga



teng bo'ladi:

$$t = \frac{12-6}{0,4} = 15 \text{ s.}$$

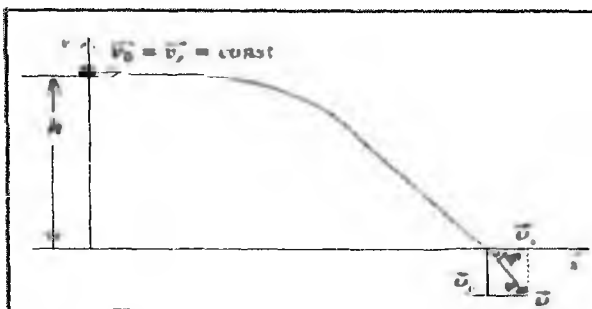
Javob: 15 s.

14-masala. Daryoning 20 m balandlikdagi tik qirg'og'idan 15 m/s tezlik bilan gorizontal yo'nalishda tosh otilgan. Tosh qancha vaqtdan so'ng suvga borib tushadi? U suvga qanday tezlik bilan tegadi? Toshning suvga tegish paytidagi tezlik vektori suv sirti bilan qanday burchak hosil qiladi? Erkin tushish tezlanishi 10 m/s² deb olinsin.

Berilgan: $h = 20 \text{ m}$; $v_0 = 15 \text{ m/s}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

Topish kerak: $t = ?$; $v = ?$; $\varphi = ?$

Yechilishi:



$$h = \frac{gt^2}{2}$$
$$v_x = v_0, v_y = gt; v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$$
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$$

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

(1)

(1) ifodadan toshning otilgandan suvga borib tushguncha o'tgan vaqtni topib olishimiz mumkin:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} \text{ s} = 2 \text{ s}.$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{15^2 + (2 \cdot 10)^2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$\text{tg} = \frac{gt}{v_0} = \frac{10 \cdot 2}{15} = 1,33 \quad \varphi = \text{arctg}(1,33) = 53^\circ$$

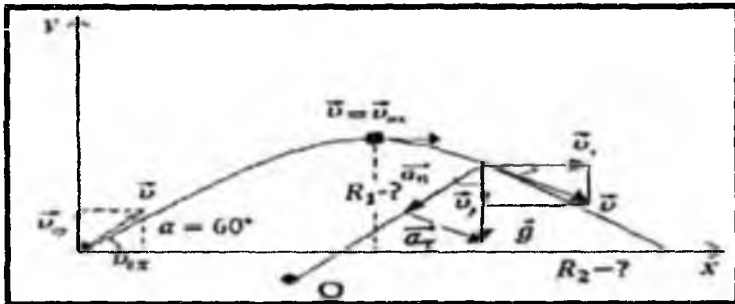
Javob: 53°

15-masala. Tosh gorizontga 60° burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otilgan. Trayektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi va oxiridagi egrilik radiuslarini toping.

Berilgan: $\alpha = 60^\circ$; $v_0 = 10 \text{ m/s}$

Topish kerak: $R_1 = ?$; $R_2 = ?$

Yechilishi:



Chizmadan ko'rinib turibdiki,

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha, \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha, \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_r^2} = g$$

Og'irlik kuchi ta'siri ostida harakatlanayotgan jism gorizont bilan ixtiyoriy biror bir β burchak hosil qilgan paytda

$$\left. \begin{aligned} \cos \beta &= \frac{v_x}{v} = \frac{a_n}{g} \\ \sin \beta &= \frac{v_z}{v} = \frac{a_r}{g} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ifodalar o'rinli bo'ladi. Bu yerdan normal tezlanish a_n va a_r larni topib olamiz:

$$\left. \begin{aligned} a_n &= \frac{v_x}{v} g \\ a_r &= \frac{v_z}{v} g \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Ma'lumki, markazga intilma tezlanish $a_n = v^2/R$ ifoda bilan aniqlanadi. Yuqoridagi formulalardan foydalanib so'ralgan kattaliklarni topishimiz mumkin. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakat trayektoriyasining eng yuqori nuqtasidagi tezligi faqatgina tezlikning v_x tashkil etuvchisidan iborat bo'ladi:

$$v = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad (3)$$

Bu nuqtadagi to'la tezlanish faqatgina markazga intilma tezlanishdan iborat bo'ladi,

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

(3) va (4) ifodalardan trayektoriyaning eng yuqori nuqtasidagi egrilik radiusini aniqlasak,

$$R_1 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \quad (5)$$

Endi trayektoriyaning oxiridagi egrilik radiusini topamiz. Trayektoriyaning oxiridagi tezlik boshlang'ich tezlikka teng bo'ladi: $v=v_0$

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad \text{va} \quad a_n = \frac{v_x}{v} g$$

ifodalardan egrilik radiusini topsak,

$$R = \frac{v^2}{v_x g} = \frac{v_0^2}{v_0 \cdot \cos \alpha \cdot g} = \frac{v_0^2}{\cos \alpha \cdot g}$$

Shunday qilib, trayektoriyaning oxiridagi egrilik radiusi uchun quyidagi ifoda o'rinli ekan:

$$R_2 = \frac{v_0^2}{\cos \alpha \cdot g}$$

(6)

(5) va (6) ifodalar yordamida so'ralgan kattaliklarning son qiymatini aniqlaymiz:

$$R_1 = \frac{10^2 \cos^2 60^\circ}{10} \text{ m} = 2,5 \text{ m};$$

$$R_2 = \frac{10^2}{\cos 60^\circ \cdot 10} \text{ m} = 20 \text{ m}$$

Javob: $R_1 = 2,5 \text{ m}; R_2 = 20 \text{ m}$.

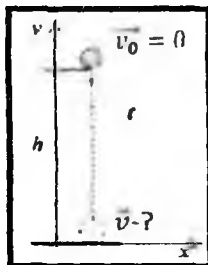
16-masala. Daryo qirg'og'idan tashlangan tosh 3 s dan so'ng suvga tegsa, qirg'oqning suv sirtidan balandligi qancha ekan? Toshning oxirgi tezligi qancha?

Berilgan: $t = 3 \text{ s}$

Topish kerak: $h = ?; v = ?$

Yechilishi:

Masalaga tegishli chizma chizib, unda kinematik kattaliklarni ko'rsatamiz.



Jismning Y o'qi bo'ylab harakat tenglamalari

$$v = v_0 + gt$$

(1)

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

(2)

ko'rinishda yozib olinadi. (I) ni skalyar ko'rinishda ifodalasak,

$$v = v_0 + gt = 0 + gt = gt,$$

$v = gt$ (3) va (2) ifodani esa

$$h = 0 \cdot t + \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2}$$

(4)

ko'rinishga egaligini ko'ramiz. Bundan qirg'oqning suv sirtidan balandligi

$$h = \frac{9,81 \cdot 3^2}{2} m = 44,1 m$$

hamda toshning suv sirtidagi tezligi

$$v = 9,81 \cdot 3 \frac{m}{s} = 29,4 m/s$$

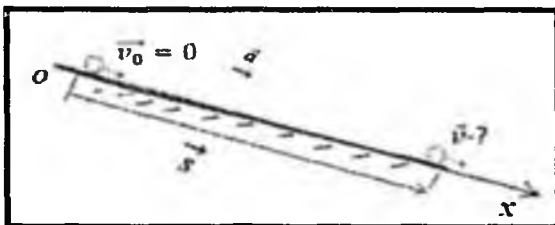
ga teng bo'lishligini hisoblab topamiz.

17-masala. Shar tarnovdan yumalab borib, 5 s da 75 sm yo'l o'tgan. Tezlanish va oxirgi tezlikni toping.

Berilgan: $v_0 = 0$; $t = 5$ s; $S = 75$ sm = 0,75 m

Topish kerak: $a = ?$; $v = ?$

Yechilishi:



Masala shartiga mos chizma chizamiz va OX o'qni kiritib olamiz. Sharchaning harakatini xarakterlovchi tenglamalarni vektor ko'rinishida yozib olamiz:

$$\begin{cases} S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ v = v_0 + at \end{cases}$$

(1)

(1) ifodani OX o'qqa proyeksiyalaymiz,

$$\begin{cases} S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \\ v = v_0 + at \end{cases}$$

(2)

Masala shartiga ko'ra, $v_0 = 0$ dan (2) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\begin{cases} S = 0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} \\ v = 0 + at = at \end{cases}$$

(3)

(3) ifodadan tezlanish a va sharchaning tarnov oxiridagi tezligi v ni aniqlay olamiz.

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,75}{5^2} \text{ m/s}^2 = 0,06 \text{ m/s}^2$$

$$v = at = 0,06 \cdot 5 \text{ m/s} = 0,3 \text{ m/s}$$

Javob: 0,3 m/s.

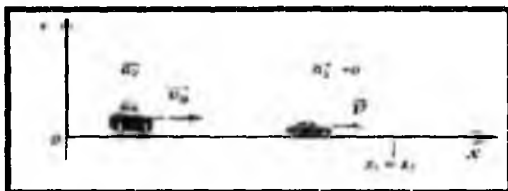
18-masala. DAN posti yonidan katta v tezlik bilan avtomobil o'tdi. U post bilan tenglashganda DAN inspektori uni boshqa avtomobilda quva boshladi. DAN inspektori avtomobilining harakatini tekis tezlanuvchan deb hisoblab, uning qochayotgan avtomobilni quvib yetgan tezligi u ni aniqlang.

Qulaylik uchun qochayotgan avtomobilni -1 , DAN inspektori avtomobilini esa -2 deb belgilab olamiz. Qochayotgan avtomobilni tekis harakat qilyapti, deb qarash mumkin, $a_1 = 0$ hamda masala shartiga ko'ra, DAN inspektori avtomobili tekis tezlanuvchan harakat qilayotganligi uchun uning tezlanishi biror a qiymatga teng bo'ladi, $a_2 = a$. Harakat boshida $v_{02} = 0$ ekanligi masala shartidan ma'lum. DAN inspektori qochayotgan avtomobilni quvib yetganda ularning oxirgi koordinatalari bir xil bo'ladi: $x_1 = x_2$

Berilgan: $v_1 = v$; $v_{02} = 0$; $a_1 = 0$; $a_2 = a$; $x_1 = x_2$

Topish kerak: $u = ?$

Yechilishi:



Avtomobillarning harakat tenglamalarini vektor ko'rinishida yozib olamiz:

$$\vec{u} = \vec{v}_0 + \vec{a}_0 t \quad (1)$$

$$\vec{V} = \vec{v}_1 + \vec{a}_1 t \quad (2)$$

$$x_1 = x_0 + v_1 t + \frac{a_1 t^2}{2} \quad (3)$$

$$x_2 = x_0 + v_2 t + \frac{a_2 t^2}{2} \quad (4)$$

(1), (2) ifodalarni OX o'qqa proyeksiyasini olsak,

$$u = 0 + a_2 t = a_2 t, \quad u = at \quad (5)$$

$$V = v_1 + 0 \cdot t, \quad V = v_1 = const \quad (6)$$

DAN inspektori qochayotgan avtomobilni quvib yetganda ularning oxirgi koordinatalari bir xil bo'ladi,

$$x_1 = x_2 \quad (7)$$

(7) ifodadan

$$x_0 + v_1 t + \frac{a_1 t^2}{2} = x_0 + v_2 t + \frac{a_2 t^2}{2}$$

(8)

ga ega bo'lamiz.

Masala shartida berilganlardan foydalansak

$$0 + vt + \frac{0 \cdot t^2}{2} = 0 + 0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$vt = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$\frac{a \cdot t^2}{2} - vt = 0$$

$$t \left(\frac{a \cdot t}{2} - v \right) = 0$$

$t = 0$ hamda

$$t = \frac{2v}{a}$$

(9)

(9) va (5) dan,

$$u = at = a \cdot \frac{2v}{a} = 2v$$

$$u = 2v$$

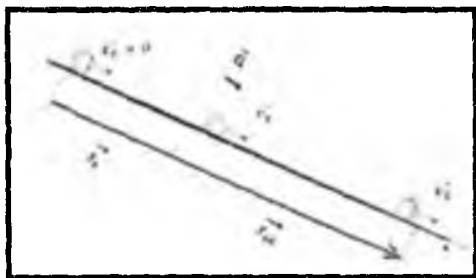
Demak, DAN inspektori qochayotgan avtomobilni quvib yetganda uning tezligi $u = 2v$ ga teng bo'larkan.

19-masala. Tinch turgan sharcha tarnovdan yumalay boshlab, to'rtinchi sekundda 14 sm yo'l bosdi. U o'ninchi sekundda qanday oraliqni o'tadi?

Berilgan: $v_0 = 0$; $t_1 = 4 \text{ s}$; $\Delta S_4 = 14 \text{ m} = 0,14 \text{ m}$; $t_2 = 10 \text{ s}$

Topish kerak: $\Delta S_{10} = ?$

Yechilishi:



Masala mazmunidan kelib chiqib chizma chizamiz hamda sharchaning ilgari lanma harakatini xarakterlovchi kinematik kattaliklari chizmada ko'rsatamiz.

Ilgari lanma harakat kinematikasidan foydalanib, sharcha harakatining kinematik tenglamasini vektor ko'rinishida yozib olamiz:

$$S_4 = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}; \quad S_{10} = v_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

Masalada berilganlar asosida yuqoridagi tenglamalarning OX o'qiga proyeksiyalarini olamiz:

$$S_4 = \frac{a t_1^2}{2}; \quad S_{10} = v_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

(1)

To'rtinchi sekunda bosib o'tilgan yo'l deyilganda $\Delta S_4 = S_4 - S_3$ ni,

O'ninchi sekunda bosib o'tilgan yo'l deyilganda esa $\Delta S_{10} = S_{10} - S_9$ ni tushunamiz.

(1) ga ko'ra,

$$\Delta S_4 = \frac{a t_1^2}{2} - \frac{a (t_1 - 1)^2}{2};$$

$$\Delta S_{10} = v_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} - \left(v_1 (t_2 - 1) + \frac{a (t_2 - 1)^2}{2} \right)$$

deb yozib olishimiz o'rindir. Matematik soddalashtirishlardan keyin quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz:

$$\Delta S_4 = \frac{a}{2}(2t_1 - 1) \quad (2)$$

$$\Delta S_{10} = \frac{a}{2}(2t_2 - 1) \quad (3)$$

Demak, umumiy holda *n*-sekunda bosib o'tilgan yo'l uchun

$$\Delta S_n = \frac{a}{2}(2t_n - 1)$$

formula o'rinli ekan.

Bizning masalamizda hozircha tezlanish noma'lum. Lekin tezlanishni (2) ifodadan topib olishimiz mumkin va undan foydalanib, (3) ning son qiymatini aniqlashimiz mumkin bo'ladi:

$$a = \frac{2 \cdot \Delta S}{(2t_1 - 1)} = \frac{2 \cdot 0,14 \text{ m}}{(2 \cdot 4 - 1) s^2} = 4 \frac{sm}{s^2}$$

$$\Delta S_{10} = \frac{a}{2}(2t_2 - 1) = \frac{4}{2}(2 \cdot 10 - 1)sm = 38sm.$$

Javob: 38 sm.

20-masala. Lokomotiv yo'lining radiusi *750 m* bo'lgan burilish joyidan *54 km/soat* tezlik bilan o'tmoqda. Uning markazga intilma tezlanishini aniqlang. Tezligi *2 marta kamaysa*, lokomotivning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

Berilgan: $R = 750m$; $v = 54km/soat = 15m/s$

Topish kerak: $a=?$; $v'=v/2$; $a'=?$

Yechilishi:

Masalaning mazmunini to'liq tushunib unga mos chizma chizamiz.



Aylanma harakatda markazga intilma tezlanish formulasidan foydalanib a ni topamiz:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{15^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{750 \text{ m}} = 0.3 \text{ m/s}^2$$

2-holda agar tezlik 2 *marta kamaysa*, tezlanishimiz qanday bo'lishini topishimiz kerak. Formuladan ko'rinadiki tezlanish tezlikning kvadratiga to'g'ri proporsional. Shunday ekan v 2 *marta kamaysa*, a 4 *marta kamayadi*. Ya'ni:

$$a' = \frac{\left(\frac{v}{2}\right)^2}{R} = \frac{v^2}{4R} = \frac{a}{4}$$

Javob: 0,3 m/s²; 0,075 m/s².

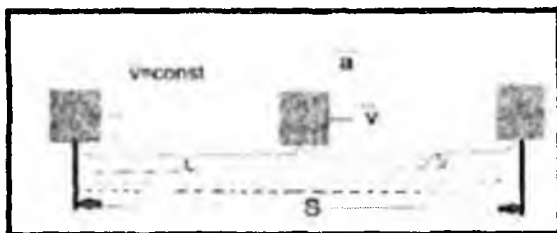
21-masala. Agar kater 5 s davomida 10 m/s o'zgarmas tezlik bilan harakat qilib, so'ngi 5 s da 0,5 m/s o'zgarmas tezlanish bilan harakat qilsa, u qancha yo'l o'tadi?

Berilgan: $t_1 = 5 \text{ s}$; $v = 10 \text{ m/s}$; $t_2 = 5 \text{ s}$; $a = 0,5 \text{ m/s}^2$

Topish kerak: $S = ?$

Yechilishi:

Masala shartiga mos chizma chizamiz:



Masalani yechilishi uchun kinematika formulalariga murojaat qilamiz

$$S = S_1 + S_2 \quad (1)$$

Biz bilamizki tekis o'zgaruvchan harakatda yo'l formulasi quyidagicha:

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

Bundan har bir holat uchun S larni topib olamiz. Harakatning *birinchi besh sekundida* kater o'zgarimas tezlik bilan harakat qilgan, bunda $a=0$ bo'ladi. Shuning uchun

$$S_1 = v \cdot t \quad (3)$$

Harakatning ikkinchi qismida tezlanish bilan harakat qilgan. Bu holda:

$$S_2 = v_0 t + \frac{at_2^2}{2} = v_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2} \quad (4)$$

3) va (4) ifodalarni (t) ga qo'yamiz:

$$S = v_1 t_1 + v_0 t_2 + \frac{at_2^2}{2}$$

$$v_0 = v_1; \quad t_2 = t_1 = t$$

$$S = v_1 t + v_1 t + \frac{at^2}{2} = 2v_1 t + \frac{at^2}{2} \quad (5)$$

(5) - ishchi formulani keltirib oldik. Endi masalada berilgan kattaliklarni (5) ga qo'yib hisoblaymiz.

$$S = 2 \cdot 10 \cdot 5 + \frac{0,5 \cdot 25}{2} = 100 + 6,25 = 106,25 \text{ m}$$

Javob: 106,25 m

22-masala. Tekis harakat bilan borayotgan poyezddan uzib yuborilgan oxirgi vagon tekis sekinlanuvchan harakat qilgan va to'xtaguncha 1 km yo'l bosgan. Shu vaqt ichida poyezd qancha yo'l bosgan?

Berilgan: $S_1 = 1 \text{ km}$

Topish kerak: $S_2 = ?$

Yechilishi:

Masalani Yechilishi uchun uni mazmunini to'liq tahlil qilib, unga mos chizma chizamiz:

