

22.3
P-49

**S.R.Polvonov, X.S.Daliyev,
E.X.Bozorov, G.S.Palvanova**

UMUMIY FIZIKADAN MASALALAR TO'PLAM

→ MEXANIKA

→ MOLEKULYAR FIZIKA

→ ELEKTR VA MAGNETIZM

→ TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR

→ OPTIKA

→ KVANT MEXANIKASI, ATOM YADROSI

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**S.R.Polvonov, X.S.Daliyev,
E.X.Bozorov, G.S.Palvanova**

UMUMIY FIZIKADAN MASALALAR TO'PLAMI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlarining fizika mutaxassisligi bo'yicha ta'lim
olayotgan talabalari uchun darslik sifatida
tavsiya etilgan*

**Toshkent
«Ijod-Press»
2019**

UO•K: 53(076.1)

KBK 22.3v6

D 17

Daliyev, X.S.

Umumiy fizikadan masalalar to'plami [Matn]: darslik. / S.R.Polvonov, X.S.Daliyev, E.X.Bozorov, G.S.Palvanova. – T.: «Ijod-Press» nashriyoti. 2019. - 264 b.

Mas'ul muharrirlar: O'zR FA akademigi **T.M.Muminov**;
O'zR FA akademigi **R.A.Muminov**;
f.-m.f.d., professor **A.V.Karimov**;
f.-m.f.d., professor **K.Olimov**

Taqrizchilar: O'zMU «Fizika» fakulteti «Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronikasi» laboratoriyasi mudiri, fizika-matematika fanlari doktori, professor **Sh. B. Utamuradova**;
BDU «Fizika-matematika» fakulteti «Fizika» kafedrasini professori, pedagogika fanlari doktori **S.K.Kaxxorov**;
TATU professori, fizika-matematika fanlari doktori **X.M.Iliyev**

UO•K: 53(076.1)

KBK 22.3v6

Ushbu darslik fizikaning barcha bo'limlariga oid masalalarni o'z ichiga qamrab olgan. Har bir bo'limda 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, magistr, doktorantlar hamda o'qituvchilar uchun mo'ljallangan.



ISBN 978-9943-5815-4-8

© «Ijod-Press» nashriyoti, 2019.

© S.R.Polvonov va boshq., 2019.

SO'ZBOSHI

Fizika fanini o'rganishda masalalar yechish muhim ahamiyatga ega. O'quvchilar masalalar yechish jarayonida turli muammoli vaziyatlarga vujudga kelishi mumkin. Bu muammoli vaziyatlarni hal qilish uchun o'quvchilar nazariy bilimlarni qayta ko'rib chiqishi kerak bo'ladi. Bu esa fizikadan olgan bilimlarni mustahkamlash, chuqurlashtirish va turmushga tatbiq qilishda yordam beradi.

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

Darslikning har bir mavzusi asosiy nazariy tushunchalar, qonunlar va formulalarni qisqacha bayon qilish bilan boshlanadi. Har bir mavzuga oid masalalar yechish namunalari keltirilgan bo'lib, ular o'quvchilarning fizika qonunlarini tushunishga va fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishga qaratilgan. Har bir bob yakunida mustaqil yechish uchun masalalar keltirilgan. Darslik yakunida masalalarning javoblari, ilovalar va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati keltirilgan.

Darslik akademik litsey va kasb-hunar kollejlari o'quvchilari, universitet va institut talabalari hamda o'qituvchilari uchun mo'ljallangan.

Mualliflar

UMUMIY USLUBIY KO'RSATMALAR

Fizika masalalarini yechishda quyidagi reja yoki algoritmgga rioya qilish maqsadga muvofiq:

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 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 fizikaviy 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.

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
- 1.4-§. Hidrostatika
- 1.5-§. Mustaqil yechish uchun masalalar

1.1-§. Kinematika

Asosiy formulalar

- Moddiy nuqtaning fazodagi holati **radius r vektor**, ya'ni koordinata boshidan mazkur nuqtagacha o'tkazilgan **vektor** bilan aniqlanadi.

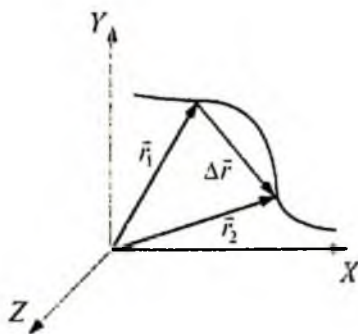
- Nuqtaning ko'chishi (Δr) – bu nuqtaning boshlang'ich holatidan oxirgi holatiga o'tkazilgan vektor va u mazkur nuqtadagi **radius-vektor** orttirmasiga teng.

- **Tezlik** deb, *harakatlanayotgan nuqtaning radius-vektoridan vaqt bo'yicha olingan hosilaga* aytiladi:

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

- **To'g'ri chiziqli tekis harakat** vaqt o'rishi bilan tezlik o'zgaraydigan harakatdir ($v = \text{const}$). Tekis harakat tezligi nuqta ko'chishining shu ko'chish sodir bo'lgan vaqtga nisbatiga teng:

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



• **Tezlanish** deb, *tezlikdan vaqt bo'yicha olingan hosilaga yoki nuqtaning radius-vektoridan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi hosilaga aytiladi:*

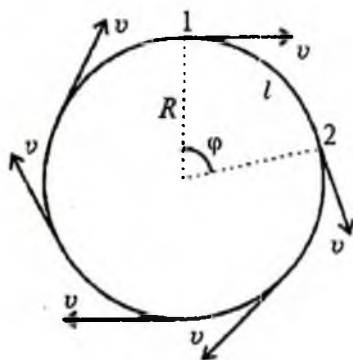
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}. \quad (1.3)$$

• *Vaqt o'tishi bilan tezlanish o'zgar olmaydigan ($a = \text{const}$) 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 traektoriyaga **urinish** bo'ladi. Xuddi shunday hol aylanma bo'ylab harakatda ham sodir bo'ladi. **Aylana bo'ylab tekis harakatda** nuqtaning harakatini xarakterlash uchun quyidagi kattaliklar kiritilgan: **chastota ν** , **aylanish davri T** va **burchak chastota ω** .

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

$$\nu = \frac{N}{t}. \quad (1.5)$$

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

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

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

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}. \quad (1.7)$$

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

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu. \quad (1.8)$$

ω **burchak tezlik** bilan ν **chiziqli tezlik** orasida quyidagi munosabat mavjud:

$$\nu = \omega \cdot R. \quad (1.9)$$

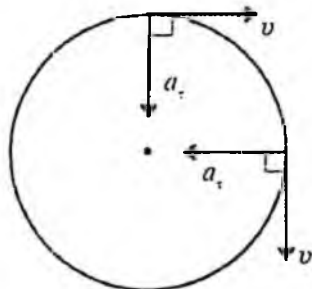
• Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatida to'liq tezlanish a tangensial a_t va normal a_n tezlanishlar vektor yig'indisidan iborat. To'liq tezlanish moduli quyidagiga teng:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}. \quad (1.10)$$

Tangensial a_t va normal a_n tezlanishlar quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$a_t = \frac{dv}{dt}, \quad (1.11)$$

$$a_n = \frac{v^2}{R}. \quad (1.12)$$

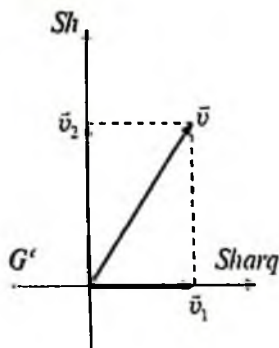


MASALA YECHISHGA NAMUNALAR

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: $v_1 = 48$ m/s; $v_2 = 14$ m/s.

Topish kerak: $\nu - ?$



Yechilishi. Tezliklarni qo'shish qoidasidan foydalanamiz:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2,$$

bu yerda v_1 – shamol tezligi, v_2 – samolyotning havoga nisbatan tezligi bo'lib, u shimol tomonga yo'nalgan va 48 m/s ga teng. Pifagor teoremasiga asosan:

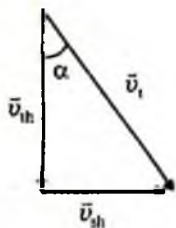
$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 50 \text{ m/s}.$$

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

Topish kerak: $v_{sh2} - ?$



Yechilishi. Tomchining harakatdagi havo bilan bog'liq bo'lgan sanoq tizimidagi tezligi v_{th} bu shamol bo'lmagandagi yomg'ir tomchisining tushish tezligidir.

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:

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{th} + \vec{v}_{sh},$$

bu yerda v_{sh} – shamol tezligi. Bu vektor tenglikni uchburchak ko'rinishida tasvirlaymiz (shamol tezligi gorizontaal yo'nalgan) (rasmga qarang). Bu uchburchakdan tomchining tushish burchagi bilan shamol tezligi orasidagi quyidagi munosabatni topamiz:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_{sh}}{v_{th}}.$$

Bu nisbatni ikkita burchak uchun yozamiz va ularning nisbatlarini olamiz:

$$\frac{v_{sh2}}{v_{sh1}} = \frac{\operatorname{tg}\alpha_2}{\operatorname{tg}\alpha_1}.$$

Bundan.

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

Javob: 30 m/s.

3-masala. Avtomobil yo'lining birinchi yarmini $v_1 = 36$ km/soat, ikkinchi yarmini esa $v_2 = 54$ km/soat tezlik bilan o'tdi. Avtomobilning butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligini toping. O'rtacha tezlik v_1 va v_2 ning o'rtacha arifmetik qiymatidan kichik ekanligini isbotlang.

Berilgan: $v_1 = 36$ km/soat = 10 m/s; $v_2 = 54$ km/soat = 15 m/s.

Topish kerak: v_{or} — ?

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

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

bu yerda S_1 va S_2 — yo'lining birinchi va ikkinchi yarmi, t_1 va t_2 — 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:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{S_1}{v_1} + \frac{S_2}{v_2} + \frac{S_3}{v_3}. \quad (2)$$

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

$$\bar{v} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{S/2 + S/2}{t_1 + t_2} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = 12 \text{ m/s}.$$

O'rtacha tezlik v_1 va v_2 ning o'rtacha arifmetik qiymatidan kichik, ya'ni:

$$\bar{v}_{arf} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 12,5 \text{ m/s}.$$

Javob: 12,5 m/s.

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

Berilgan: $v_0 = 100 \text{ m/s}$, $t = 20 \text{ s}$.

Topish kerak: $a - ?$ $S - ?$

Yechilishi. Samolyotning tezlanishini quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$a = \frac{v - v_0}{t},$$

bu yerda v — oxirgi tezlik bo'lib, u nolga teng.

Demak,

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

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

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 t - \frac{v_0 t^2}{2t} = \frac{1}{2} v_0 t.$$

Yo'lni aniqlashda quyidagi formuladan ham foydalanish mumkin:

$$v^2 - v_0^2 = 2aS,$$

bu yerdan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$0 - v_0^2 = 2aS = -2\frac{v_0 S}{t},$$

bu yerdan S ni topamiz:

$$S = \frac{1}{2} v_0 t.$$

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 ni 1 m/s^2 tezlanish bilan o'tdi, so'ngra 0,1 min davomida tekis harakatlandi va oxirgi 20 metrda to'xtaguniga qadar tekis sekinlanuvchan harakat qildi. Butun harakatlanish vaqtidagi o'rtacha tezlikni toping.

Berilgan: $t_1 = 4$ s; $a = 1$ m/s²; $t_2 = 0,1$ min = 6 s.

Topish kerak: v_{or} - ?

Yechilishi. Velosipedchi yo'lining 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:

$$S_2 = v_1 \cdot t_2. \quad (2)$$

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

$$S_3 = v_1 t_3 - \frac{a_3 t_3^2}{2}. \quad (3)$$

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

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

Masala shartida t_1 va t_2 hamda S_3 berilgan. S_1 ni (1) formula orqali topamiz. U $S_1 = 8$ m ga teng bo'ladi. S_2 ni topish uchun v_1 ni bilish kerak. Bu quyidagi formulaga asosan topiladi:

$$v_1 = a_1 t_1 = 4 \text{ m/s}. \quad (5)$$

Demak,

$$S_1 = v_1 t_2 = 24 \text{ m}.$$

t_3 quyidagi formulaga asosan topiladi:

$$0 = v_1 - a_3 t_3.$$

Bundan,

$$a_3 = \frac{v_1}{t_3}. \quad (6)$$

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

$$S_3 = \frac{v_1 \cdot t_3}{2}.$$

Bundan

$$t_3 = \frac{2S_3}{v_1} = 10 \text{ s.}$$

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

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

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: $t_3 = 5 \text{ s}$; $v_3 = 36 \text{ km/soat} = 10 \text{ m/s}$.

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

Yechilishi. Avtomobilning boshlang'ich tezligi nolga teng, ya'ni $v_0 = 0$ bo'lgani uchun

$$v = at.$$

Ushbu formulaga $t_3 = 5 \text{ s}$, $v_3 = 10 \text{ m/s}$ qiymatlarni qo'yamiz va tezlanishni topamiz: $a = 2 \text{ m/s}^2$. Uchinchi sekundda bosib o'tilgan yo'l 3 sekund va 2 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: $v_{2-3} = 5 \text{ m}$.

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

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: $v = ?$ $a = ?$ $v_{o'r} = ?$

Yechilishi. Oniy tezlik yo'ldan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosiladir, ya'ni:

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

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

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

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

$$v_{o'rt} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S(t) - S(t_0)}{t - t_0}.$$

$t_0 = 0$ bo'lganda

$$v_{o'rt} = \frac{t^4 + 2t^2 + 5 - 5}{t} = t^3 + 2t = 12 \text{ m/s.}$$

$t = 2$ 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: $t = 2,4$ s.

Topish kerak: h_{\max} - ?

Yechilishi. Sharchaning *maksimal balandlikka ko'tarilish vaqti* quyidagiga teng:

$$t_1 = \frac{v_0}{g}. \quad (1)$$

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

$$t = \frac{2v_0}{g}. \quad (2)$$

Bundan v_0 *boshlang'ich tezlikni* aniqlaymiz:

$$v_0 = \frac{gt}{2}. \quad (3)$$

Sharchaning maksimal ko'tarilish balandligi:

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}. \quad (4)$$

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

$$h_{\max} = \frac{gt^2}{8} \approx 7,2 \text{ m}.$$

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 sekundda bosib o'tgan yo'lni jismning t vaqt davomida erkin tushgandagi balandligi va ($v_0 = 0$) $t - \Delta t$ ($\Delta t = 1 \text{ s}$) vaqt davomida bosib o'tgan yo'li farqi ko'rinishida yozamiz:

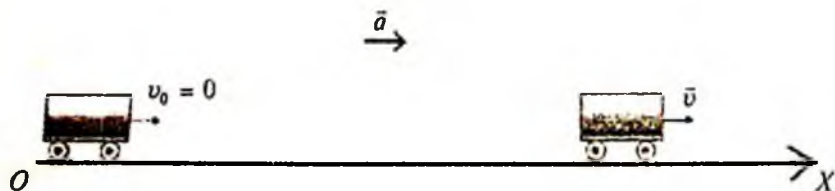
$$l = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t-\Delta t)^2}{2}.$$

Ushbu formuladan t ni topamiz va $h = gt^2/2$ 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 qanday bo'ladi?

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:

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

Tenglama vektor ko'rinishida bo'lgani uchun uning proyeksiyasini olishimiz lozim bo'ladi. (1) ning Ox koordinata o'qiga proyeksiyasi

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

$$v = at,$$

$$v_{or} = \frac{v+v_0}{2} = \frac{v+0}{2} = \frac{v}{2} \text{ yoki } v_{or} = \frac{at}{2}.$$

Demak,

$$v = 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s} = 2,5 \text{ m/s}, \quad v_{or} = \frac{2,5 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 1,25 \text{ m/s}.$$

Javob: $v = 2,5 \text{ m/s}$; $v_{or} = 1,25 \text{ m/s}$.

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

Berilgan: $v = 12 \text{ m/s}$; $S = 54 \text{ m}$.

Topish kerak: $t = ?$

Yechilishi. Masala shartiga mos chizma chizamiz va Ox o'qini kiritib olamiz. Avtobusning harakatini xarakterlovchi kinematik tenglamalarni vektor ko'rinishida yozib olamiz:

$$\begin{cases} \vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \end{cases}$$



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:

$$v_0 = at, \quad a = \frac{v_0}{t}. \quad (2)$$

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

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

va bundan

$$t = \frac{2S}{v_0} \quad (3)$$

kelib chiqadi.

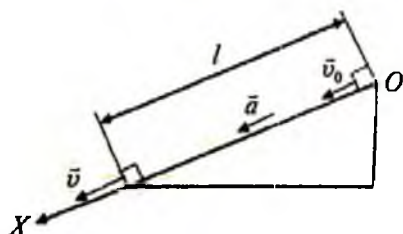
$$t = \frac{2 \cdot 54}{12} \text{ s} = 9 \text{ s}.$$

Javob: 9 s.

13-masala. Chang'ichi uzunligi 135 m bo'lgan qiya tekislikdan rushmoqda. Agar tezlanishi 40 sm/s, boshlang'ich tezligi 6,0 m/s bo'lsa, u pastga qancha vaqtda tushadi?

Berilgan: $l = 135$ m; $a = 0,4$ m/s²; $v_0 = 6$ 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,

sharcha harakatining kinematik tenglamasini vektor ko'rinishida yozib olamiz:

$$\begin{cases} \vec{l} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t \end{cases}$$

Tenglamaning OX koordinata o'qiga proyeksiyasi quyidagicha:

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

Tenglamadan t ni topib olamiz:

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

(2) ni (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, uni hisoblab qo'yishimiz mumkin:

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

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.

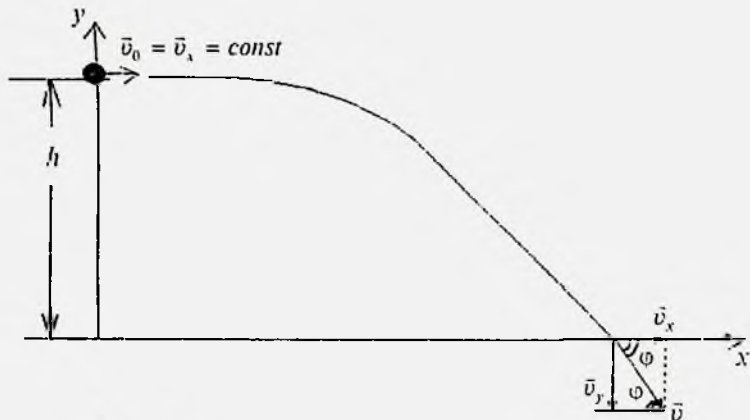


14-masala. Daryoning 20 m balandlikdagi tik qirg'og'idan 15 m/s tezlik bilan gorizontal yo'nalishda tosh otilgan. Tosh qancha vaqtdan keyin suvga borib tushadi? U suvga qanday tezlik bilan tegadi? Toshning suvga tegish paytidagi tezlik vektori suv sirti bilan qanday burchak hosil qiladi? Erkin tushish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

Berilgan: $h = 20$ m; $v_0 = 15$ m/s; $g = 10$ m/s²

Topish kerak: $t - ?$ $v - ?$ $\varphi - ?$

Yechilishi.



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

$$h = \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

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

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

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

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

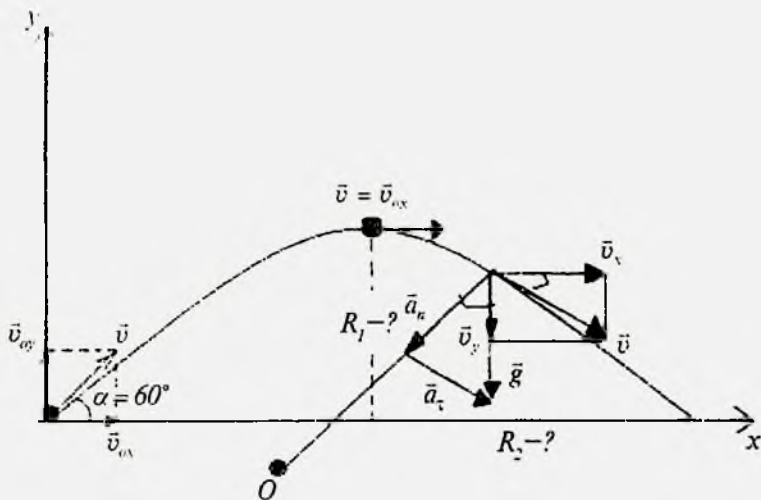
Javob: 53° .

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

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

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

Yechilishi.



Chizmadan ko'rinib turibdiki,

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

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

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

$$\begin{cases} \cos \beta = \frac{v_x}{v} = \frac{a_n}{g}, \\ \sin \beta = \frac{v_y}{v} = \frac{a_t}{g} \end{cases} \quad (1)$$

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

$$\begin{cases} a_n = \frac{v_x}{v} g, \\ a_t = \frac{v_y}{v} g \end{cases} \quad (2)$$

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,

$$R = \frac{v^3}{v_x g} = \frac{v_0^3}{v_0 \cdot \cos \alpha \cdot g} = \frac{v_0^2}{\cos \alpha \cdot g}.$$

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

$$R_2 = \frac{v_0^2}{\cos \alpha \cdot g} \quad (6)$$

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

$$R_1 = \frac{10^2 \cos^2 60^\circ}{10} \text{ m} = 2,5 \text{ m}; \quad R_2 = \frac{10^2}{\cos 60^\circ \cdot 10} \text{ m} = 20 \text{ m}.$$

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 necha metr? 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

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t, \quad (1)$$

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

ko'rinishda yozib olinadi. (1) ni skalar ko'rinishda ifodalasak,

$$v = v_0 + gt = 0 + gt = gt, \quad v = gt. \quad (3)$$

(2) ifodaning esa

$$h = 0 \cdot t + \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2} \quad (4)$$

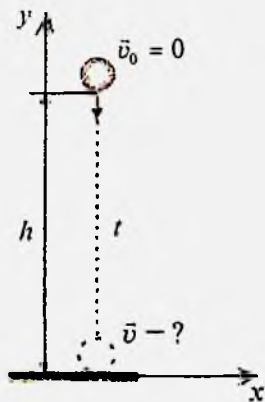
ko'rinishga egaligini ko'ramiz. Bundan qirg'oqning suv sirtidan balandligi

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

hamda toshning suv sirtidagi tezligi

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

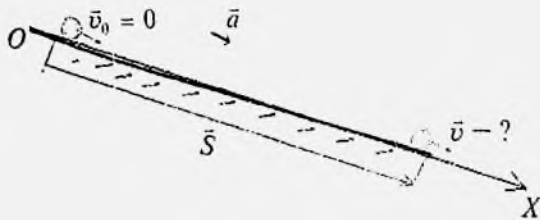
ga teng bo'lishligini hisoblab topamiz.



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:

$$\begin{cases} \vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}, \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \end{cases} \quad (1)$$

(1) ifodani OX o'qqa proyeksiyalaymiz:

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

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

$$\begin{cases} S = 0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} \\ v = 0 + at = at \end{cases} \quad (3)$$

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

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

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

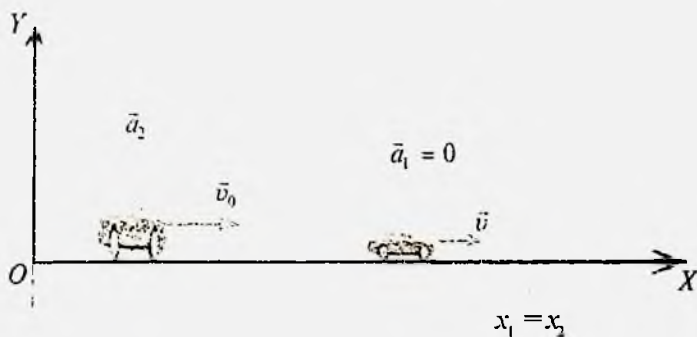
Javob: 0,3 m/s.

18-masala. DAN posti yonidan katta tezlik v 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:

$$\vec{u} = \vec{v}_2 + \vec{a}_2 t, \quad (1)$$

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

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

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

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

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

$$V = v_1 + 0 \cdot t, \quad V = v_1 = \text{const}. \quad (6)$$

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

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

(7) ifodadan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$x_0 + v_1 t + \frac{a_1 t^2}{2} = x_0 + v_2 t + \frac{a_2 t^2}{2}. \quad (8)$$

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

$$t = \frac{2v}{a}. \quad (9)$$

(9) va (5) dan

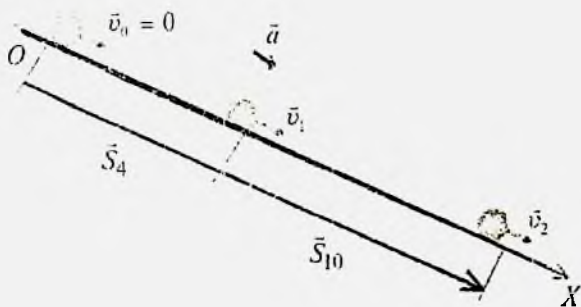
$$u = at = a \cdot \frac{2v}{a} = 2v, \quad u = 2v.$$

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: $v_0 = 0$; $t_1 = 4$ s; $\Delta S_4 = 14$ m = 0,14 m; $t_2 = 10$ s.

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



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

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

$$\bar{S}_4 = \bar{v}_0 t_1 + \frac{\bar{a} t_1^2}{2}; \quad \bar{S}_{10} = \bar{v}_1 t_2 + \frac{\bar{a} t_2^2}{2}.$$

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

$$S_4 = \frac{at_1^2}{2}; \quad S_{10} = v_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2} \quad (1)$$

To'rtinchi sekundda bosib o'tilgan yo'l deyilganda $\Delta S_4 = S_4 - S_3$ ni, o'ninchi sekundda bosib o'tilgan yo'l deyilganda esa $\Delta S_{10} = S_{10} - S_9$ ni tushunamiz.

(1) ga ko'ra,

$$\Delta S_4 = \frac{at_1^2}{2} - \frac{a(t_1-1)^2}{2};$$

$$\Delta S_{10} = v_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2} - \left(v_1 (t_2 - 1) + \frac{a(t_2-1)^2}{2} \right)$$

deb yozib olishimiz o'rinlidir. 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 -sekundda bosib o'tilgan yo'l uchun

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

formula o'rinli ekan.

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

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

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

Javob: 38 sm.

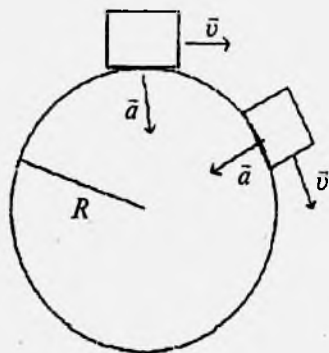
20-masala. Lokomotiv yo'lining radiusi 750 m bo'lgan burilish joyidan 54 km/soat tezlik bilan o'tmoqda. Uning markazga intilma tezlanishini aniqlang. Tezligi 2 marta kamaysa, lokomotivning markazga intilma tezlanishi qanday o'zgaradi?

Berilgan: $R = 750 \text{ m}$; $v = 54 \text{ km/soat} = 15 \text{ m/s}$.

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 telik 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'nggi 5 s da 0,5 m/s o'zgarmas tezlanish bilan harakat qilsa, u qancha yo'l o'tadi?

Berilgan: $t_1 = 5$ s; $v = 10$ m/s; $t_2 = 5$ s; $a = 0,5$ m/s².

Topish kerak: $S = ?$

Yechilishi. Masala shartiga mos chizma chizamiz.



Masalani yechish 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'zgarmas 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:

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

(3) va (4) ifodalarni (1) 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.

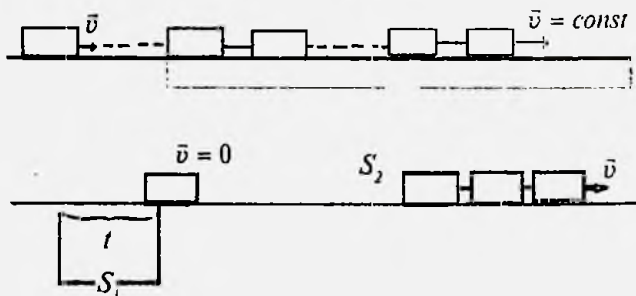
Masalani yechish uchun uning mazmunini to'liq tahlil qilib, unga mos chizma chizamiz.

Masala shartidan bizga tormozlanish yo'li berilgan:

$$S_{\text{tor}} = S_1 = 1 \text{ km}.$$

Tekis o'zgaruvchan harakatda tormozlanish yo'li quyidagiga teng:

$$S_{\text{tor}} = \frac{v_0 t}{2}. \quad (1)$$



Bundan vaqtni topib olamiz:

$$t = \frac{2S_1}{v_0}. \quad (2)$$

Shu vaqtda poyezdning bosib o'tgan yo'lini

$$S_2 = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (3)$$

formuladan topish kerak. Poyezd tekis harakat qilgani uchun uning tezlanishi $a = 0$ bo'ladi. Buni hisobga olsak, (3) formula quyidagi ko'rinishga keladi:

$$S_2 = v_0 t. \quad (4)$$

(4) dagi t ning o'rniga (2) ni qo'yamiz:

$$S_2 = v_0 \frac{2S_1}{v_0} = 2S_1 = 2 \text{ km}.$$

Javob: 2 km.

23-masala. Radiusi 1,5 m bo'lgan shamol g'ildiragi minutiga 30 marta aylanadi. G'ildirak parragi uchidagi nuqtalarning markazga intilma tezlanishi qanday bo'ladi? Chastotasi (ayl/min larda) qanday bo'lganda markazga intilma tezlanish 2 marta katta bo'ladi?

Berilgan: $R = 1,5 \text{ m}$; $N = 30$; $t = 60 \text{ s}$.

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

Yechilishi. a) Bu masalani yechish uchun aylanma harakat kinematikasi formulalaridan foydalanamiz:

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

$$v = \frac{2\pi R}{T}. \quad (2)$$

(2) \rightarrow (1)

$$a = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2 R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, \quad (3)$$

$$T = \frac{t}{N}. \quad (4)$$