



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
FARG'ONA POLITEKNIKA INSTITUTI

“Fizika” kafedrası

USLUBIY QO'LLANMA

“Fizika” fanining amaliy mashg'ulot bo'yicha

5321000 – «Oziq ovqat texnologiyasi»
yo'nalishi bo'yicha bakalavriat talabalari
uchun



Fizika fani bo'yicha mazkur ishchi o'quvodastur O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 201__ yil "___" avgustdagi "___"-sonli buyrug'ining ___-ilovasi bilan fan dasturi ro'yxati tasdiqlangan namunaviy "O'quvodastur" asosida tayyorlandi

Tuzuvchilar:

Assistentlar T.I.Raxmonov, V.T.Mirzayev

(lavozimi, darajasi va ilmiy unvoni)

(imzo)

Taqrizchilar:

f.-m.f.n., dots. Z.Mirzajonov

(F.I.SH. lavozimi, darajasi va ilmiy unvoni)

(imzo)

Fanning uslubiy qo'llanma «Fizika» kafedrasining 201__ yil «___» ___ - son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet Kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **B.Z.Polvonov** «___» _____ 201__ yil

Fanning uslubiy qo'llanma Energetika fakulteti Kengashida muhokama etilgan va institut Ilmiy Kengashiga tavsiya qilingan. 2018 yil «28» 08 2018 1- sonli bayonnomasi.

Fakultet Kengash raisi: _____ **E.Yunusaliyev** «___» _____ 201__ yil

(imzo)

(F.I.SH.)

KELISHILDI:

O'quv-uslubiy

boshqarma boshlig'i: _____ **Mamajonov A.** «___» _____ 201__ yil

(imzo)

(F.I.SH.)

Institutning 201__ yil "___" ___ 201__ ___- son Ilmiy Kengashida muhokamadan etilgan va tasdiqlangan.

MUNDARIJA

1	MODDIY NUQTA KINEMATIKASIGA DOIR MASALALAR YECHISH	4
2	MODDIY NUKTA DINAMIKASIGA DOIR MASALALAR YECHISH	10
3	QATTIQ JISMLARNING AYLANMA HARAKATI MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH	14
4	MEXANIKADA NISBIYLIK NAZARIYASI MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH	21
5	MOLEKULYAR FIZIKA MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH	23
6	TERMODINAMIKANING KONUNLARIGA DOIR MASALALAR YECHISH.	33
7	MEXANIK TEBRANISHLAR VA TO'LOQLAR MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH	43
8	ELEKTROSTATIKA. KULON QONUNI. MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH	48
9	ELEKTROSTATIK MAYDON VA ELEKTR MAYDON KUHLANGANLIGIGA DOIR MASALALAR YECHISH	48
10	GAUSS TEOREMASI. ELEKTR SIG'IM. KONDENSATORLAR. ZARYADLANGAN O'TKAZGICH ENERGIYASI MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH	55
11	O'ZGARMAS TOKNING ASOSIY QONUNLARI. ZANJIRNING BIR QISMI VA TO'LIQ ZANJIR UCHUN OM QONUNI. KIRXGOF QOIDALARI. TOKNING ISHI VA QUUVATI. JOUL - LENTS QONUNIGA DOIR MASALALAR YECHISH	57
12	MAGNIT MAYDONI. BIO-SAVAR-LAPLAS QONUNI VA UNING TURLI O'TKAZGICHLARGA TATBIQI. TOKLI O'TKAZGICH MAGNIT MAYDONIDA. AMPER KUCHI. LORENTS KUCHI MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH	59
13	GEOMETRIK OPTIKA. YORUG'LIK INTERFERENTSIYASI DOIR MASALALAR YECHISH	67
14	YORUG'LIKNING QUTBLANISHI MAVZUSIGA DOIR MASALALAR YECHISH	76
15	ISSIQLIK NURLANISH QONUNLARI. YORUG'LIKING KVANT TABIATI DOIR MASALALAR YECHISH	85
16	FOTOELEKTRIK HODISA. KOMPTON EFFEKTI. BOR NAZARIYASI DOIR MASALALAR YECHISH.	87
17	RADIOAKTIVLIK. MASSA DEFEKTI. ATOM YADROLARINING BOG'LANISH ENERGIYASI MAVZUSIGA DOIR MASALALAR YECHISH	91

1-MAVZU . MODDIY NUQTA KINEMATIKASIGA DOIR MASALALAR YECHISH.

Kinematika mavzusiga doir tushincha va formulalar.

Umumiy holda to'g'ri chiziqli harakatning tezligi va tezlanishi formulalar bilan aniqlanadi

$$v = \frac{ds}{dt}, \quad a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

To'g'ri chiziqli tekis harakat bo'lganda

$$v = \frac{s}{t} = \text{const}, \quad a = 0$$

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat bo'lganda, quyidagi ifodalar kelib chiqadi:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad v = v_0 + at, \quad a = \text{const}.$$

Bu tenglamalarda a tezlanish harakat tekis tezlanuvchan bo'lsa musbat va tekis sekinlanuvchan bo'lsa manfiy bo'ladi.

Egri chiziqli harakatda to'la tezlanish quyidagiga teng:

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

Bunda a_τ — tangentsial (urinma) tezlanish, a_n — normal markazga intilma) tezlanish bo'lib

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

bunda v harakatning tezligi va R — traektoriyaning berilgan nuqtasidagi egrilik radiusi.

Umumiy holda aylanma harakatda burchak tezlik va burchak tezlanish quyidagi formulalardan aniqlanadi:

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

Aylana bo'yicha tekis harakatda burchak tezlik quyidagiga teng

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$$

bunda T — aylanish davri, N — aylanish chastotasi, ya'ni vaqt birligidagi aylanishlar soni.

Burchak tezlik ω chiziqli tezlik v bilan quyidagi munosabat orqali bog'langan

$$v = \omega R$$

Aylanma harakatda tangentsial va normal tezlanishlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

Ilgarilanma va aylanma harakatiing teiglamalari 6 jadvalda taqqoslangan.

Ilgarilanma va aylanma harakatiing teiglamalari 6 jadvalda taqqoslangan.

Ilgarilanma harakat	Aylanma harakat
Tekis harakat	Tekis harakat
$S=vt$ $V=const$ $a=0$	$\varphi = \omega t$ $\omega = const$ $\varepsilon = 0$
Tekis o'zgaruvchan harakat	Tekis o'zgaruvchan harakat
$S=vt+at^2/2$ $V=v_0+at$ $a=const$	$\varphi = \omega_0 t + at^2/2$ $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ $\varepsilon = const$
Notekis harakat	Notekis harakat
$S=f(t)$ $V=\frac{ds}{dt}$ $a=\frac{dV}{dt}=\frac{d^2s}{dt^2}$	$\varphi = \omega_0 t + at^2/2$ $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$

BO'LIMIDAN AMALIYOT MASHG'ULOTLAR ISHLANMASI

Ushbu ishlarni namunaviy o'quvorejaga asosan, «Umumiy fizika kursidan masalalar YECHISH» Vol'kenshteyn taxriri ostida chop etilgan darslikdan foydalangan holda ishlab chiqilgan. Bunda masalalarning teksti, berilishi, kerakli formulalar va hisoblash ramkaga kiritilgan holda quyidagicha berilgan:

1.1. Avtomobil o'z harakati vaqtining birinchi yarmini 80 km/soat tezlik bilan, qolganini esa 40km/soat tezlik bilan bosib o'tgan. Avtomobil harakatining o'rtacha tezligi topilsin.

Berilgan	Formula:	Hisoblash
$v_1 = 80 \text{ km/soat}$ $v_2 = 40 \text{ km/soat}$ $v = ?$	$v = \frac{s}{t}$ $t_1 = t_2 = \frac{t}{2}$	$s = s_1 + s_2 = v_1 t_1 + v_2 t_2$ $\bar{v} = \frac{v_1 t_2 + v_2 t_2}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 60 \text{ km/cek}$

1.2. Avtomobil yo'lining birinchi yarmini 80km/soat tezlik bilan, qolgan yo'lni esa 40km/soat tezlik bilan bosib o'tgan. Avtomobil harakatining o'rtacha tezligi topilsin.

Berilgan	Formula:	Hisoblash
$v_1 = 80 \text{ km/soat}$ $v_2 = 40 \text{ km/soat}$ $v = ?$	$v = \frac{s}{t}$ $t = t_1 + t_2 = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2}$ $s_1 = s_2 = s/2$	$\bar{v} = \frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = 53,3 \text{ km/cek}$

1.3. Paraxod daryoda A punktdan Vpunktga $v_1 = 10 \text{ km/soat}$ tezlik bilan, qaytishda esa, $v_2 = 16 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlanadi. 1) Paraxodning o'rtacha tezligi 2) daryoning oqimi tezligi topilsin

Berilgan	Formula	Hisoblash
$v_1 = 10 \text{ km/soat}$	$\bar{v} = \frac{2v \cdot v_2}{v_1 + v_2} = 12,3 \text{ km/coam}$	$v_{ok} = \bar{v}_0 - 0_1 = 12,3 - 10 = 2,3 \text{ km/coam}$
$v_2 = 16 \text{ km/soat}$		
$v = 0$		
$v_{ok} = ?$		

1.8. Vertikal yuqoriga otilgan jism 3sek dan keyin yerga qaytib tundi. 1) jismning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan, 2) jism qanday balandlikka ko'tarilgan? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

Berilgan	Formula	Hisoblash
$t = 3 \text{ s}$	$t_1 = \frac{t}{2}$	$v_0 = gt_1 = 9,8 \cdot 1,5 \text{ s} = 14,7 \text{ m/s}$
$h = ?$		$h = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{9,8 \cdot 1,5^2}{2} = 11 \text{ m}$
$v_0 = ?$		

1.12. Jism $h = 19,6 \text{ m}$ balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. 1) jism o'z harakatining birinchi 0,1sekundida qancha yo'l o'tadi? 2) oxirgi 0,1 sekundida-chi? Havoning qarshiligi xisobga olinmasin.

Berilgan	Formula	Hisoblash
$H = 19,6 \text{ m}$	$h_g = \frac{gt_g^2}{2} = 0,049 \text{ m}$	$h_0 = H - h_2 - 19,6 - 17,7 = 1,9 \text{ m}$
$t_g = 0,1 \text{ s}$		
$t_0 = 0,1 \text{ s}$	$H = \frac{gt_g^2}{2}$	
$h_g = ?$	$t = \sqrt{\frac{2h}{g_2}} = 2 \text{ s}$	
$h_0 = ?$	$h_2 = \frac{st_2^2}{2} = 17,7 \text{ m}$	
	$h_2 \Rightarrow t_2(2 - 0,1) = 1,9 \text{ s}$	
	$h_3 = h - h_2$	

1.13. Jismning $h = 19,6 \text{ m}$ balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. 1) Jism o'z yo'lining birinchi 1metrini qancha vaqtda bosib o'tadi? 2) Yo'ning ohirgi 1 metrinichi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

Berilgan	Formula	Hisoblash
$H = 19,6 \text{ m}$	$t_g = \sqrt{\frac{2H_g}{g}} = 0,45 \text{ s}$	$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = 1,95 \text{ s}$
$h_g = 1 \text{ m}$		
$h_0 = 1 \text{ m}$	$t = \sqrt{\frac{2h}{g_2}} = 2 \text{ s}$	$t_g = (2 - 1,95) = 0,05 \text{ s}$
$t_g = ?$		$t_2 \Rightarrow h_2 = (H - h_0) = 19,61 = 18,6 \text{ m}$
$t_0 = ?$	$t_3 = t - t_1$	

1.17. Poezd $v_0 = 36 \text{ km/soat}$ tezlikda harakat qilmoqda. Agar tok berish to'xtatilsa, poezd tekis sekila nuvchan harakat qilib $t = 20 \text{ s}$ dan keyin to'xtaydi. Poezdning a tezlanishi qanday. To'xtash joyidan necha S metr narida tok berishni to'xtatish kerak?

Berilgan	Formula	Hisoblash
$g=36 \text{ km/soat}$		
$t=20 \text{ sek}$	$a = \frac{g_1 - g_2}{t} = \frac{0 - 10}{20} = 0,5 \text{ m/s}$	$s = \frac{at^2}{2} = 100 \text{ m}$
$g_1=0$		
$a - ?$		
$s - ?$		

1.19. Poezd $a=0,5 \text{ m/s}^2$ manfiy tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Vagonning boshlang'ich tezligi $v_0 = 54 \text{ km/soat}$. Poezd qancha t vaqtdan keyin va boshlang'ich nuqtadan qancha=uzoklikda to'xtaydi?

Berilgan	Formula	Hisoblash
$a=0,5 \text{ m/soat}^2$		
$g_0=54 \text{ km/soat}=15 \text{ m/sek}$	$a = \frac{g_2 - g_1}{t}$	$s = \frac{at^2}{2} = 225 \text{ m}$
$t - ?$	$t = \frac{-g_1}{a} = \frac{-15}{-0,5} = 30 \text{ s}$	
$s - ?$		

1.22. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi $s = At - Bt^2 + Ct^3$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 2 \text{ m/sek}$ $B = 3 \text{ v/sek}^2$ va $C = 4 \text{ m/sek}^3$ 1) Tezlik v ning va tezlanish a ning vaqt t ga bog'liqligi 2) harakat boshlanishidan 2sek o'tgandan keyin jismning bosib o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi topilsin. $0 \leq t \leq 3 \text{ sek}$ intervalda 0,5 sek dan oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi chizilsin.

Berilgan	Formula	Hisoblash
$s = At - Bt^2 + Ct^3$	$s = At - Bt^2 + Ct^3 = 24 \text{ m}$	$v = g^1 = S^4 = -6 + 24t = 42 \text{ m/s}^2$
$A = 2 \text{ m/s}$	$g = S^1 = 2 - 6t + 12t^2 = 38 \text{ m}$	
$B = 3 \text{ m/s}^2$		
$c = 4 \text{ m/s}^2$		
$t = 2 \text{ s}$		
$s = ?$		
$g = ?$		
$a = ?$		

1.26. Balandligi $H = 25 \text{ m}$ bo'lgan minoradan tosh $v = 15 \text{ m/sek}$ tezlik bilan gorizont otilgan. 1) Toshning qancha vaqt harakatlanishi, 2) minora asosida qancha s_x masofada yerga tushishi, 3) yerga qanday v tezlik bilan tushishi va 4) yerga tushish nuqtasida uning traektoriyasi bilan gorizont orasidagi φ burchak topilsin. Xavoning qrshiligi e'tiborga olinmasin.

Berilgan	Formula	Hisoblash
$H = 25 \text{ m}$	$H = \frac{gt^2}{2}$	$g_y = gt = 22,1 \text{ m/s}$
$g_0 = 15 \text{ m/s}$		$g = \sqrt{0_x^2 + g_y^2} = 26, \text{ m/s}$
$t - ?$	$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2,26 \text{ s}$	$\sin = \frac{g_y}{g} = 0,827$
$s_x - ?$	$S_x = g_0 t = 33,9 \text{ m}$	$\alpha = 55^\circ 48'$
$g - ?$		
$\alpha - ?$		

1.30. Tosh gorizont yo'nalishda $g_x = 15 \text{ m/sek}$ tezlik bilan otilgandan 1 sek. O'tgach, uning tezligi topilsin. Havoning qrshiligi hisobga olishmasin.

Berilgan	Formula	Hisoblash
----------	---------	-----------

$$g_x = 15 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$a_n = ?$$

$$a_t = ?$$

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

$$\cos \varphi = \frac{g_x}{g} = \frac{a_n}{a} = \frac{a_n}{g}$$

$$\sin \varphi = \frac{g_y}{g} = \frac{a_t}{a} = \frac{a_t}{g}$$

$$a_t = g \frac{g_y}{g} = \frac{gt^2}{\sqrt{g_x^2 + gt^2}} = 5.4 \text{ m/s}^2$$

$$a_n = g \frac{g_x}{g} = \frac{gg_x}{\sqrt{g_x^2 + gt^2}} = 8.2 \text{ m/s}^2$$

1.47. Maxovik g'ildirak harakat boshlanishidan $t = 1 \text{ min}$ o'tgach $v = 720 \text{ ayl/min}$ ga mos tezlikka erishadi. G'ildirakning burchak teshlanishi va bir minutdagi aylanish soni topilsin. Harakat tekis tuzlanuvchan deb hisoblansin.

Berilgan

$$\omega = 720 \text{ ayl/min} =$$

$$12 \text{ ayl/sek}$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sek}$$

$$\varepsilon = ?$$

$$N = ?$$

Formula

$$\varepsilon = \frac{2\pi\omega}{t} = 1,26 \text{ rad/s}^2$$

Hisoblash

$$N = \frac{\pi\omega^2}{\varepsilon} = 360 \text{ ayl}$$

1.5. Samolyot havoga nisbatan $v_1 = 800 \text{ km/soat}$ tezlik bilan uchmoqda. G'arbdan sharqqa tomon $v_2 = 15 \text{ m/s}$ tezlik bilan shamol esib turibdi. Samolyot yerga nisbatan qanday tezlik bilai uchishi va a) janubga, b) shimolga, v) g'arbga, g) sharqqa siljishi uchun meridianga nisbatan qanday α burchak tashkil qilib uchishi topilsin.

1.6. Samolyot A punktdan sharq tomondagi $l = 300 \text{ km}$ uzoqlikda joylashgan v_0 punktga uchmoqda. Quyidagi hollarda samolyotning bu masofani uchib o'tish vaqti topilsin: a) shamol bo'lmaganda, b) shamol janubdai shv molga esganda va v) shamol g'arbdan shareda esganda. SHamolning tezligi $v_0 = 20 \text{ m/s}$ samolyotniig tezligi $v_0 = 600 \text{ km/soat}$.

1.7. Qayiq suvga nisbatan $v_0 = 7,2 \text{ km/soat}$ tezlik bilan qirg'oqqa tik yo'nalishda harakat qilmokda. Oqim qayiqni $l = 150 \text{ m}$ pastga sudradi. Daryoning kengligi $L = 0,5 \text{ km}$. 1) Daryo oqimining tezligi u va qayiqning daryodan o'tishi uchun sarf qilingan vaqt t topilsin.

1.8. Vertikal yuqoriga otilgan jism $t = 3 \text{ s}$ dan keyin yerga qaytib tushdi. Jismning v_0 boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan va qanday h balandlikka ko'tarilgan?

1. 9. Tosh 10 m balandlikka otilgan. Tosh qancha t vaqtdan keyin yerga qaytib tushadi? Agar toshning boshlang'ich tezligi ikki marta oshirilsa, u qancha h balandlikka ko'tariladi?

1.10. $h = 300 \text{ m}$ balandlikdagi aerostatdan tosh tashlangan. Aerostat $v = 5 \text{ m/s}$ tezlik bilan yuqoriga ko'tarilayotganda, aerostat $v = 5 \text{ m/s}$ tezlik bilan pastga tushayotganda va aerostat bir joyda turgandagi xollarda toshning yerga tushguncha o'tadigai t vaqtini hisoblang.

1.11. Jism $v_0 = 9,8 \text{ m/s}$ boshlaig'ich tezlik bilan vertikal yuqoriga otilgan. Jismning h balandligi va v_0 tezligini t vaqtga bog'lanish grafigi chizilsin. Grafik 0 dan 2 s gacha, ya'ni $0 < t < 2 \text{ s}$ gacha bo'lgan intervalda $0,2 \text{ s}$ dan oralatib qurilsin.

1.12. Jism $h = 19,6 \text{ m}$ balandlikdan $v_0 = 0$ boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. Jism o'z harakatining birinchi $0,1$ sekundida va oxirgi $0,1$ sekundida qancha yo'l o'tadi.

1.13. Jism $h = 19,6 \text{ m}$ balandlikdan $v_0 = 0$ boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. Jism o'z yo'lining birnnchi 1 metrini va yo'lning oxirgi 1 metrini qancha vaqitda bosib o'tadi?

1.14. Erkin tushayotgan jism o'z harakatining oxirgi sekuidida butun yo'lning yarmini o'tadi. Jismning qanday h balandlikdan tushayotgani va yerga tushguncha ketgan t vaqtini topilsin.

1.15. 1 chi jism v_0 boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga otilgan vaqtda, h balandlikdan boshlang'ich tezliksiz 2 chi jism pastga tushib keladi. Agar jismlar bir vaqtda harakatlangan bo'lsa, 1 chi va 2 chi jismlar orasidagi x masofaning t vaqtga bog'lanishi topilsin.

1.16. Metropoliten ikki stantsiyasining oralig'i $l = 1,5$ km. Poezd bu masofaning birinchi yarmida tekis tezlapuvchan, qolgan ikkinchi yarmida tekis sekiiluvchan harakat qiladi. Poezdiing maksimal tezligi $v = 50$ km/soat ga teng. Poezdiing ikki stantsiya orasidagi tezlanishi a va harakat vaqti t topilsin.

1.17. Poezd $v_0 = 36$ km/soat tezlikda harakat qilmoqda. Agar tok berish to'xtatilsa, poezd tekis sekiiluvchan harakat qilib $t = 20$ s dan keyin to'xtaydi. Poezdning a tezlanishi qanday. To'xtash joyidan necha S metr narida tok berishni to'xtatish kerak?

1.18. Tormozlangan poezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 1 min da o'z tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat gacha kamaytirgan. Poezdiing a tezlanishi va tormozlanish vaqtida o'tgan yo'li S topilsin.

1.19. Poezd $a = 0,5$ m/s² manfiy tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Vagonning boshlang'ich tezligi $v_0 = 54$ km/soat. Poezd qancha t vaqtdan keyin va boshlang'ich nuqtadan qancha = uzoklikda to'xtaydi?

1.20. 1 jism v_{10} boshlang'ich tezlik va a_1 tezlanish bilan harakat qiladi. 1 jism bilan bir vaqtning o'zida 2 jism v_{20} boshlang'ich tezlik va o'zgarmas a_2 tezlanish bilan harakat qiladi. Harakat boshlangandan keyin qancha vaqt t o'tgach ikkala jismning tezligi bir xil bo'ladi?

1.21. 1 jism $v_{10} = 2$ m/s boshlang'ich tezlik va o'zgarmas a tezlanish bilan harakat qiladi. 1 jism $t = 10$ s harakatlangandan keyin o'sha nuqtadan 2 jism $v_{20} = 12$ m/s boshlang'ich tezlik bilan va 1 jismnikidek a tezlanish bilan harakat qiladi, 1 jismni quvib yeta oladigan 2 jismning a tezlanishni eng katta qiymati kanday?

1.22. Jismning bosib o'tgan yo'li S ning t vaqtga bog'liqligi $s = AtBt^2 + Ct^3$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 2$ m/s, $v_0 = 3$ m/s² va $S = 4$ m/s. a) Tezlik V ning va tezlanish a ning vaqt t ga bog'liqligi, b) harakat boshlanishidan 2 s o'tgandan keyin jismning bosib o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi topilsin. $0 < t < 3$ s intervalda 0,5 s dan oralatib S yo'l, vitezlik va a tezlanishning grafigi qurilsin.

1.23. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi $s = A Bt + Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 3$ m, $v_0 = 3$ m/s va $S = 2$ m/s². Jismning $1 \leq t \leq 4$ s gacha bo'lgan vaqt chegarasidagi va o'rtacha tezlanishi $\langle a \rangle$ topilsin. $0 < t < 5$ s intervalda 1 s dan oralatib s yo'l, vitezlik va a tezlanishning grafigi qurilsin.

1.24. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi $s = A + Vt + St^2$ tenglama orqali berilgan, bunda $A = 3$ m, $v_0 = 2$ m/s va $S = 1$ m/s². Jism harakatining birinchi, ikkinchi va uchinchi sekund oralig'idagi $\langle v \rangle$ o'rtacha tezligi va $\langle a \rangle$ o'rtacha tezlanishi topilsin.

1.25. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi $s = A + Vt + St^2 + Dt^3$ tenglama orqali berilgan, bunda $S = 0,14$ m/s² va $D = 0,01$ m/s³. Harakat boshlangandan qancha t vaqt o'tgandan keyin jismning tezlanishi $a = 1$ m/s² ga teng bo'ladi? SHu vaqt oralig'ida jismning a o'rtacha tezlanishi nimaga teng bo'ladi?

1.26. Balandligi $h = 25$ m bo'lgan minoradan tosh $v_x = 15$ m/s tezlik bilan gorizontol otilgan. Toshning qancha t vaqt harakatlanishi, minora asosidan qancha l masofada yerga tushishi, yerga

qanday v_0 tezlik bilan tushishi va yerga tushish nuqtasida uning traektoriyasi bilan gorizont orasidagi φ burchak topilsin.

1.27. Gorizont otilgan jism $t=0,5$ s dan keyin tashlanish joyidan gorizont bo'ylab $l=5$ m uzoqqa borib tushgan. Jism qanday h balandlikdan tashlangan? U qanday boshlang'ich vitezlik bilan tashlangan? U yerga qanday v_0 tezlik bilan tushgan? Uning yerga tushish nuqtasidagi traektoriyasi gorizont bilan qanday φ burchakni tashkil qiladi?

1.28. Gorizont otilgan koptok $l=5$ m uzoqlikdagi devorga urilgan. Koptokning urilish balandligi h koptok otilgan balandlikdan $\Delta h=1$ m pastda. Koptok qanday vitezlik bilan tashlangan? Koptok devorga qanday burchak φ ostida uriladi?

1.29. Tosh gorizont yo'nalishda otilgandan $t=0,5$ s o'tgach, uning vitezligi v_x boshlang'ich tezligidan 1,5 marta katta bo'lgan. Toshning v_x boshlang'ich tezligi topilsin.

1.30. Tosh gorizont yo'nalishda $v_x=15$ m/s tezlik bilan otilgandan. Xarakat boshlangandan $t=1$ s o'tgach, uning normal va tangentsial tezlanishi topilsin.

1.31. Tosh gorizont yo'nalishda 10 m/s tezlik bilan otilgan. Xarakat boshlangandan 3 s o'tgach, tosh traektoriyasining egrilik radiusi topilsin.

1.32. Koptok gorizontga $\alpha=40$ burchak ostida $v_0=10$ m/s tezlik bilan otilgan. Koptok qanday h balandlikka ko'tariladi? Koptok otilgan joydan qanday l massfaga borib yerga tushadi? Koptok qancha t vaqt harakatlanadi?

1.33. SanktPetrbudagi sport musobaqasida sportchi yadroni $l=16,2$ m masofaga uloqtirdi. O'shanday yadro Toshkentda o'sha sharoitda (boshlang'ich tezlik va gorizontga qiyalik o'zgarmaganda) qancha masofaga uchib borar edi? SanktPetrburgda og'irlik kuchiniig tezlanishi $g_1=981,9$ m/s² ga Toshkentda esa $g=980,1$ m/s² ga teng.

1.34. Jisim gorizontga v_0 tezlik bilan qiyalatib otilgan harakat vaqti $t=2,2$ s ga teng. Jisimning ko'tarilgan eng katta balandligi topilsin.

1.35. Gorizontga $v_0=12$ m/s tezlik bilai $\alpha=45^\circ$ burchak ostida otilgan jism, otilgan joydan s masofaga boib yerga tushgan. Tosh tushgan joyga tushishligi uchun, qanday h balandlikdan toshni shunday v_0 tezlik bilan gorizont yo'nalishda otish kerak?

2-MAVZU MODDIY NUKTA DINAMIKASIGA DOIR MASALALAR YECHISH.

Dinamika mavzusiga doir tushincha va formulalar.

Dinamikaning asosiy qonuni (Nyutonning ikkiichi qonuni)

$$F \cdot dt = d(mv)$$

tenglama bilan ifodalanadi.

Agar massa o'zgarmas bo'lsa, u holda

$$F = \frac{dv}{dt} = m \cdot a$$

bunda a — massasi t bo'lgan jismning F kuch ta'sirida olgan tezlanishi.

s masofani o'tishda F kuchning bajargan ishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$A = \int_s F_s \cdot ds$$

bunda F , — kuchning siljish yo'nalishiga proektsiyasi, ds – ko'chish uzunligi. Integral butun ko'chish s bo'yicha olinadi.

Agar kuchning miqdori hamda uning ko'chish yo'nalishi bilan hosil qilgan burchagi o'zgarmas bo'lsa, yuqoridagi formula

$$A = F \cdot s \cos \alpha$$

ko'rinishida bo'ladi, bunda α — kuch F va ko'chish s orasidagi burchak.

Quvvat

$$N = \frac{dA}{dt}$$

formula bilan ifodalanadi. Quvvat o'zgarmas bo'lsa

$$N = \frac{A}{t}$$

bo'ladi, bunda A — vaqt t ichida bajarilgan ish.

Xuddi shuningdek quvvat quyidagi formuladan aniqlanishi mumkin:

$$N = F \cdot v \cdot \cos \alpha$$

ya'ni, quvvat harakat tezligini kuchning harakat yo'nalishiga bo'lgan proektsiyasining kattaligiga ko'paytmasi bilan aniqlaniladi.

Votezlik bilan harakatlanayotgan t massali jismning kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

Potentsial energiyaning formulalari ta'sir etuvchi kuchlarning xarakteriga qarab turlicha ifodalanadi.

Izolyatsiyalangan sistemadagi barcha jismlarning impulslarini harakat yig'indisi o'zgarmay qoladi, ya'ni:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots + m_n v_n = \text{const}$$

Massalari t_1 va t_2 bo'lgan ikki jismning bir to'g'ri chiziq bo'ylab noelastik markaziy urilishdan keyingi ularning umumiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

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

bunda v_1 -birinchi jismning, v_2 -ikkinchi jismning urilishdan ilgari tezligi.

Elastik markaziy urilishdan keyin jismlar turlicha tezliklar bilan harakatlanadi. Birinchi jismning urilishdan keyingi tezligi:

$$U_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

va ikkinchi jismning urilishdan keyingi tezligi

$$U_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_1 + 2m_1 v_2}{m_1 + m_2}$$

Egri chiziqli harakatda moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuchni ikkiga: tangentsial va normal tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.

Normal tashkil etuvchisi

$$F_n = \frac{mv^2}{R}$$

markazga intilma kuchdan iboratdir. Bu yerda vo — massasi t bo'lgan jismning chiziqli tezligi va R traektoriyaning berilgan nuqtadan egrilik radiusidir.

Elastik deformatsiyalovchi kuch deformatsiyasi x kattaligiga proporsional, ya'ni:

$$F=kx$$

bunda k — bikirlik (koeffitsient bir birlikda deformatsiyalovchi kuchga miqdor jihatdan teng) Elastik jismlarning potentsial energiyasi:

$$W_n = \frac{kx^2}{2}$$

Ikki moddiy nuqta (ya'ni o'lchamlari ularning o'zaro oraliqlariga nisbatan juda kichik bo'lgan jismlar) bir-biriga quyidagi kuch bilan tortiladi:

$$F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

bunda γ — tortishish doimiyliigi yoki gravitatsion doimiylik $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg s}_2 \cdot \text{m}_1$ va t_2 o'zaro ta'sir qiluvchi moddiy nuqtalarning massalari; R —ular orasidagi masofa. Tortishish kuchining potentsial energiyasi

$$W_n = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{R}$$

«Minus» ishora o'zaro ta'sir qiluvchi ikki jismning potentsial energiyasi $R=\infty$ bo'lganda nolga teng bo'lishini ko'rsatadi; bu jismlar yaqinlasha borganda potentsial energiyasi ortadi.

Keplerning uchiichi qonuni quyidagi ko'rinishga ega,

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$$

bunda T_1 va T_2 —planetalarining aylanish davri, R_1 va R_2 —planetalar orbitalarining katta yarim o'qlari. Orbita doiradan iborat bo'lgan holda, katta yarim o'qlari rolini orbitaning radiusi o'ynaydi.

2.2.Ipga og'irlig'i $P = 1\text{ kN}$ bo'lgan yuk osilgan. Agar yuk osilgan ip 1) $a = 5\text{ m/s}^2$ tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilayotgan 2) xuddi shunday $a = 5\text{ m/s}^2$ tezlanish bilan pastga tushayotgan bo'lsa, bu ikki holda ipning taranglik kuchlari aniqlansin.

Berilgan

$$P = 1\text{ kN}$$

$$a = 5\text{ m/s}^2$$

$$a = 5\text{ m/s}^2$$

$$T_1 - ?$$

Formula

$$F = T - P$$

$$F = P - T$$

Hisoblash

$$T = ma + p = m(g + a) = 14,8\text{ H} = 1,51\text{ kN}$$

$$T = m(g - a) = 4,8\text{ H} = 0,49\text{ kN}$$

2.3.Biror diametrli po'lat sim 4400 N gacha yukka chidash bera oladi. Bu simga 3900 N yuk osib, u uzilib ketmasligi uchun yukni qanday masimal tezlanish bilan yuqoriga ko'tarish kerak?

Berilgan

$$P_g = 4400\text{ N}$$

$$P_n$$

$$a - ?$$

Formula

$$\Delta F = P_g - P_n = SON;$$

$$F = mg; \quad m \frac{F}{g}; \quad a = \frac{\Delta F}{m};$$

Hisoblash

$$a = \frac{\Delta F}{P_n} = \frac{\Delta F \cdot g}{P_n} = 1,25\text{ m/s}^2$$

2.7. 500 t massali tormozlanganda tekis sekinlanuvchan harakat qilib 1 min. Davomida tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat gacha kamaytirgan. Tormozlash kuchi topilsin.

Berilgan

Formula

Hisoblash

$$F = 2,810^3 \text{ N}$$

$m = 500t$
 $t = 1 \text{ min} = 60s$
 $g_0 = 40 \text{ km/soat}$
 $g = 28 \text{ km/soat}$
 $F = ?$

$$F = ma = m \frac{g - g_0}{t}$$

2.10. Og'irligi $4.9 \cdot 10^6 N$ bo'lgan poezd teplovozning tortishi to'xtalgach, $9.8 \cdot 10^4 N$ ishqalanish kuchi ta'siri ostida 1 min.dan keyin to'xtaydi. Poezd qanday tezlik bilan harakat qilgan?

Berilgan

Formula

Hisoblash

$$P = 4.9 \cdot 10^6 N$$

$$Pmg; \quad m \frac{P}{g};$$

$$g_0 = \frac{F_i \cdot g \cdot t}{p} = 11.75 \text{ m/s}$$

$$F_1 = 9.8 \cdot 10^4 N$$

$$t = 1 \text{ min} = 60s$$

$g - ?$

$$F_i = ma = m \frac{g_0}{t} = \frac{P}{g} \cdot \frac{g}{t}$$

2.24. Stolda yotgan arqonning osilib turgan qismining uzunligi uning butun uzunligining 25% ini tashkil qilganda, u sirg'anib tusha boshlaydi. Arqonning stolga ishqalanish koeffitsenti nimaga teng?

Berilgan

Formula

Hisoblash

$$\frac{S_1}{S_2} = 0.25$$

$$P_1 = P_0 \cdot \frac{1}{4} S;$$

$$k = \frac{0.25}{0.75} = 0.33$$

$k - ?$

$$F_i = kp_0 0.75S;$$

$$P_0 \cdot 0.25S = kp_0 0.75S;$$

2.28. Jism gorizont bilan $\alpha = 45^\circ$ burchak tashkil qilgan qiya tekislikdan sirg'anib tushmoqda. Jism $s = 36.4 \text{ m}$ masofani o'tganda $g = 2 \text{ m/sek}$ tezlikka erishadi. Jismning tekislikka ishqalanish koeffitsenti topilsin.

Berilgan

Formula

Hisoblash

$$\alpha = 45^\circ$$

$$S = 36.4 \text{ m}$$

$$g = 2 \text{ m/s}$$

$M - ?$

$$S = \frac{g_0^2}{2Mg}; \quad a = \frac{g^2}{2s};$$

$$M = \frac{g_0^2}{2sg} = 0.6$$

2.39.

Berilgan

Formula

Hisoblash

$$R_{\text{yer}} = 6400 \text{ km}$$

$$F = \gamma \frac{mM}{R^2}; \quad F = mg;$$

$$g = \sqrt{\frac{\gamma m}{R}} = \sqrt{gR} = 7.0 \text{ km/soat}$$

$$g = 0.8 \text{ m/s}^2$$

$g - ?$

$$mg = \gamma \frac{mM}{R^2}; \quad F = \frac{m g^2}{R};$$

2.1. Tekis harakatlanib tushayotgan aerostat xuddi shunday tezlikda yuqoriga ko'tarila boshlashi uchun, aerostatdan qancha m_k massasi ballastni (yukni) tashlab yuborish kerak? Aerostatning ballast bilan birga massasi $m = 1600 \text{ kg}$, yuqoriga ko'taruvchi kuchi $F = 12 \text{ kN}$. Yuqoriga ko'tarilishda va tushishida havoning qarshilik kuchi birday deb hisoblansin.

- 2.2. Ipga massasi $m=1\text{ kg}$ bo'lgan yuk osilgan. Agar yuk osilgan ip a) $a = 5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilayotgan, b) xuddi shunday $a = 5 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan pastga tushayotgan bo'lsa, hollar uchun ipning T taranglik kuchlari aniqlansin.
- 2.3. Biror diametrlil po'lat sim $T=4400 \text{ N}$ gacha yukka chidash bera oladi. Bu simga $m=400 \text{ kg}$ yuk osib, u uzilib ketmasligi uchun yukni qanday maksimal tezlanish bilan yuqoriga ko'tarish kerak?
- 2.4. Yo'lovchilar bilan birga liftning og'irligi $m=800 \text{ kg}$. Lift osilgan trosning tarangligi: a) $T=12 \text{ N}$ va b) $T=6 \text{ N}$ bo'lsa, lift qanday tezlanish bilan, qanday yo'nalishda harakatlanadi?
- 2.5. Ipga tosh osilgan. Bu toshni $a_1 = 2 \text{ m/s}$ tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilganda, ipning uzilib ketishi mumkin bo'lgan T_1 taranglik kuchidan ikki marta kichik T_2 taranglik kuchi hosil bo'lgan. Ip uzilib ketishi uchun bu toshni qanday a_2 tezlanish bilan yuqoriga ko'tarish kerak?
- 2.6. Massasi $m=1020 \text{ kg}$ bo'lgan avtomobil $t=5 \text{ s}$ tormozlangandan keyin tekis sekinlanuvchan harakat qilib, $s=25\text{ m}$ masofani o'tib to'xtaydi. a) Avtomobilning v_0 boshlang'ich tezligi va b) F tormozlanish kuchi topilsin.
- 2.7. $m=500 \text{ t}$ massali poezd tormozlanganda tekis sekinlanuvchan harakat qilib $t=1 \text{ min}$ davomida tezligini $v_1=40\text{ km/soat}$ dan $v_2=28 \text{ km/soat}$ gacha kamaytirgan. Tormozlash F kuchi topilsin.
- 2.8. Massasi $m=200\text{ t}$ bo'lgan vagon $v_0=54 \text{ km/soat}$ boshlang'ich tezlik bilan harakat qiladi. Agar vagon a) $1 \text{ min } 40 \text{ s}$, b) 10 s va v) 1 s to'xtasa, vagonga ta'sir qiluvchi o'rtacha kuch topilsin.
- 2.9. Rel'sda turgan vagon tekis tezlanuvchan harakat qilib, $s=11 \text{ m}$ yo'lni $t=30 \text{ s}$ da o'tishi uchun unga qanday kuch ta'sir qilishi kerak? Vagonning og'irligi $m=16 \text{ t}$. Harakat vaqtida unga, m og'irligining $0,05$ qismiga teng bo'lgan ishqalanish F kuchi ta'sir qiladi.
- 2.10. Massasi $m=500 \text{ t}$ bo'lgan poezd teplovozning tortishi to'xtalgach, $F=98 \text{ kN}$ ishqalanish kuchi ta'siri ostida $t=1 \text{ min}$ dan keyin to'xtaydi. Poezd qanday v_0 tezlik bilan harakat qilgan?

3-MAVZU QATTIQ JISMLARNING AYLANMA HARAKATI MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH

F kuchning biror aylanish o'qiga nisbatan momenti M quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M=F \cdot l,$$

bunda l — aylanish o'qidan kuch yo'nalgan to'g'ri chiziqqacha bo'lgan masofa.

Moddiy nuqtaning biror aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti deb

$$J=mr^2$$

bunda t — moddiy nuqtaning massasi va r — nuqtaning o'qdan uzoqligi.

Qattiq jismning o'z aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti quyidagicha bo'ladi:

$$J= \int r^2 dm$$

bunda integral jismning butun hajmi bo'yicha olinadi.

Integrallash, ixtiyoriy shakildagi jismni inertsia momentini olish mumkin:

1) yaxlit silindrning (diskining) o'z o'qiga nisbatan inertsia momenti

$$J = \frac{1}{2} mR^2$$

bunda R — silindrning radiusi va t — uning massasi;

Ichki radiusi R_1 va tashqi radiusi R_2 bo'lgan kovak silindrning (gardishning) o'z o'qiga nisbatan inertsia momenti

$$J = m \frac{R_1^2 + R_2^2}{2}$$

yupqa devorli kovak silindr uchun $R_1=R_2 = R$ bo'lganligi uchun

$$J \cong mR^2 ;$$

R radiusli bir jinsli sharning o'z markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti

$$J \cong \frac{2}{5} mR^2$$

l uzunlikdagi bir jinsli sterjenning o'rtasidan tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan inertsia momenti

$$J = \frac{1}{12} ml^2$$

Agar biror jismning o'z og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti v_0 ma'lum bo'lsa, u holda jismning shu o'qqa parallel bo'lgan ixtiyoriy o'qqa nisbatan inertsia momenti J quyidagi SHteyner formulasidan topilishi mumkin;

$$J = J_0 + md^2$$

bunda t — jismning massasi va d — jism og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa. Aylanma harakat dinamikasi asosiy qonuning tenglamasi quyidagicha ifodalaniladi:

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

bunda M — inertsia momenti J ga teng bo'lgan jismga qo'yilgan kuch momenti; ω — jism aylanma harakatining burchak tezligi. Agar $J = \text{const}$ bo'lsa, u vaqtda

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J\varepsilon$$

bunda ε — aylantiruvchi kuch momenta M ning ta'sirida jismning olgan burchak tezlanishi. Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

bunda J —jismning inertsia momenta va ω —uning burchak tezligi.

Ilgarilama harakat dinamikasining tenglamalari bilan aylanma harakat dinamikasining tenglamalari 7- jadvalda taqqoslangan.

7- jadval

Ilgarilama harakat	Aylanma harakat
Nyutonning ikkinchi qonuni	
$F \bullet \Delta t = mv_2 - mv_1$ <i>Yoki</i> $F = ma$	$M \bullet \Delta t = J \omega_2 - J \omega_1$ <i>yoki</i> $M = J\varepsilon$
Harakat miqdorining saqlanish qonuni $\sum mv = \text{const}$	Harakat miqdori momentining saqlanish qonuni $\sum Jm\omega = \text{const}$
Ish va kinetik energiya	
$A = F \cdot S = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$	$A = M \cdot \varphi = \frac{J\omega_2^2}{2} - \frac{J\omega_1^2}{2}$

Fizik mayatnikning kichik tebranishlar davri.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgd}}$$

bunda J —mayatnikning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti, m — mayatnikning massasi, d — aylanish o'qidan og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, g — og'irlik kuchining tezlanishi.

3.1. Yer sharining o'z aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti va harakat miqdori momenti topilsin.

3.2. Radiuslarn $R=5\text{sm}$ bo'lgan ikkita shar vazinsiz sterjen uchiga mahkamlangan. SHarlar markazlari orasidagn masofa $r= 0,5\text{ m}$. Har bir sharining massasi $m=1\text{ kg}$. a) Sterjenning o'rtasidan uzunligiga tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan bu sistemaning J_1 inertsia momenti; b) sharlarni

massalari markazlarida mujassamlashgan moddiy nuqtalar deb o'sha o'qqa nisbatan bu sistemaning J_2 inertiya momenti; v) J_1 kattalikni J_2 bilan almashtirib, bu sistemaning inertiya momentini hisoblashda yo'l qo'yilgan $\delta = \frac{J_1 - J_2}{J_2}$ nisbiy xatolik topilsin

3.3. $R=0,2\text{ m}$ radiusli bir jinsli diskning gardishiga urinma ravishda $F=98,1\text{ N}$ kuch ta'sir qiladi. Aylanma harakat qilayotgan diskka $M_{ishq}=4,9\text{ H}\cdot\text{m}$ ishqalanish kuchning momenti ta'sir qiladi.

Agar disk o'zgarmas $\varepsilon=100\text{ rad/s}^2$ burchak tezlanish bilan aylanayotgan bo'lsa, diskning m massasi topilsin.

3.4. 1 m uzunlikdagi va $m=0,5\text{ kg}$ massali bir jinsli sterjen vertikal tekislikda o'rtasidan o'tgan gorizontaal o'q atrofida aylanmoqda. Agar aylantiruvchi moment $M=98,1\text{ N}\cdot\text{m}$ ga teng bo'lsa, sterjen qanday burchak tezlanish bilan aylanadi?

3.5. $R=0,2\text{ m}$ radiusli $m=5\text{ kg}$ massali bir jinsli disk o'z markazidan o'tgan o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining t vaqtga bog'lanishi $\omega = A + Bt$ tenglama orqali berilgan, bunda $V=8\text{ rad/s}^2$. Disk gardishiga qo'yilgan urinma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish nazarga olinmasin.

3.6. Inertiya momenti $J=63,6\text{ kgm}^2$ ga teng bo'lgan maxovik $\omega = 31,4\text{ rad/s}$ o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Maxovik $t=20\text{ s}$ dan keyin to'xtasa, tormozlovchi M moment topilsin. Moxovik bir jinsli disk deb xisoblansin.

3.7. $0,5\text{ m}$ radiusli va $t = 50\text{ kg}$ massali disksimon g'ildirakning gardishiga $F=98,1\text{ N}$ urinma kuch ta'sir qiladi. G'ildirakning ε burchak tezlanishi topilsin. Quch ta'sir qila boshlagandan qancha t vakt o'tgach g'ildirakning chastata $n=100\text{ ayl/s}$ ga mos keladi?

3.8. $R=0,2\text{ m}$ radiusli va $t = 10\text{ kg}$ massali maxovik aylantiruvchi qayish bilan motorga ulangan. Sirg'a-nishsiz harakatlanayotgan qayishning taranglik kuchi o'zgarmas bo'lib, $T = 14,7\text{ N}$ ga teng. Harakat boshlanishidal $t=10\text{ s}$ o'tgandan keyin maxovikning aylanish chastatasi N ga teng bo'ladi. Maxovik bir jinsli disk deb hisoblansin. Ishqalish nazarga olinmasin.

3.9. Inertiya momenti $I=245\text{ kgm}^2$ ga teng bo'lgan og'ir g'ildirak $n=20\text{ ayl/s}$ bilan aylanadi. Aylantiruvchi M momentning ta'siri to'xtatilgandan $t=1\text{ min}$ o'tgach g'ildirak to'xtaydi. Ishqalish kuchining momenti, Mishq va aylan-tiruvchi moment ta'siri to'xtatilgandan boshlab to gildirak to'xtaguncha uning t aylanishlar soni topilsin. G'ildirak bir jinsli deb olinsin.

3.10. $m_1 = 2\text{ kg}$ va $m_2 = 1\text{ kg}$ massali ikkita tosh ip bilan tutashtirilgan va $m=1\text{ kg}$ massali blokka osilgan. Toshlar harakatining a tezlanishi va toshlar osilgan iplarning T_1 va T_2 taranglik kuchlari topilsin. Blok bir jinsli disk deb hisoblansin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

Uyga vazifa

3.11. $m_0=9\text{ kg}$ massali barabanga ip o'ralgan bo'lib, uning uchiga $m = 2\text{ kg}$ massali yuk osilgan. Yukning tezlanishi topilsin. Baraban bir jinsli silindr deb hisob-lansin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

3.12. $R = 0,5\text{ m}$ radiusli barabanga ip o'ralgan, uning uchiga $m= 10\text{ kg}$ massali yuk osilgan. Agar yukning pastga $a=2,04\text{ m/s}^2$ tezlanish bilan tushayotgan ma'lum bo'lsa, barabanning inertiya momenti topilsin.

3.13. Inertiya momenti $J = 0,1\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ga teng bulgan, $R = 20\text{ sm}$ radiusli barabanga ip o'ralib, uning uchiga $m=0,5\text{ kg}$ massali yuk osilgan. Baraban aylanguncha yuk poldan $h_0 = 1\text{ m}$ balandlikda bo'lgan. Qancha t vaqtdan keyin yukning polga tushadi? Yuk polga urilgan paytdagi kinetik energiyasi va ipning taranglik kuchi topilsin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

3.14. Har xil massali ikkita tosh ip bilan tutashtirilgan va inertiya momenti $J = 50\text{ kgm}^2$ radiusi $R = 20\text{ sm}$ bo'lgan blokka osilgan. Aylanayotgan ishqalanish kuchining mementi $M_{ishq}=98,1\text{ Nm}$ ga

teng. Agar blokning $\varepsilon = 2,36 \text{ rad/s}^2$ burchak tezlanishi bilan aylanishi ma'lum bo'lsa, iplarning blokning ikki tomonidagi ($T_1 - T_2$) taranglik kuchlarining farqi topilsin. Blokni bir jinsli deb olinsin.

3.15. $m = 1 \text{ kg}$ massali blok stolning qirrasiga mahkamlangan. Massalar $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$ ga teng bo'lgan 1 va 2 toshlar ip bilan tutashirilgan va blokka osilgan. 2 jismning stol-ga ishqalanish koeffitsienti $k = 0,1$ ga teng. Yuklar xarakatining a tezlanishi va ipning T_1 va T_2 taranglik kuchlari topilsin. Blokni bir jinsli disk deb hisoblansin. Blokdagi ishqalanish hisobga olinmasin.

3.16. $m = 2 \text{ kg}$ massali disk gorizont tekislikda $V = 4 \text{ m/s}$ tezlik bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Diskning W_k kinetik energiyasi topilsin.

3.17. Diametri $D = 6 \text{ sm}$, massasi $m = 0,25 \text{ kg}$ bo'lgan shar gorizont tekislikda 4 ayl/s chastota bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Sharning W_k kinetik energiyasi topilsin.

3.18. Massasi $m = 1 \text{ kg}$ bir xil bo'lgan gardish va disk sirg'anishsiz bir xil v_0 tezlik bilan dumalaydi. Gardishning kinetik energiyasi $W_{k1} = 4 \text{ J}$ bo'lsa, diskning W_{k2} kinetik energiyasi topilsin.

3.19. $v_1 = 10 \text{ m/s}$ tezlik bilan sirg'anishsiz dumalayotgan $m = 1 \text{ kg}$ massali shar devorga urilib, undan qaytadi. SHar devorga $V_1 = 10 \text{ m/s}$ tezlik bilan uriladi va undan $V_2 = 8 \text{ m/s}$ tezlik bilan qaytadi. Urilish vaqtida ajralgan Q issiqlik miqdori topilsin,

Jism energiyasi va ish konunlariga masalalar yechish.

Qo'shimcha masalalar

68.(S. 3.28) 800 t massali poezdning: a) tezligi 36 km/soat dan 54 km/soat gacha orttirish uchun; b) 72 km/soat boshlang'ich tezlik bilan kelayotganida uni to'xtatish uchun qancha ish bajarish kerak?

69.(S. 3.30) Parovoz umumiy massasi 2000 t bo'lgan poezdni tortadi. Parovozning quvvatini o'zgarmas va 1800 kVt deb, tortish kuchini koeffitsientini $0,005$ deb qabul qiling, a) tezligi 4 m/s bo'lgan paytdagi va tezligi 12 m/s bo'lgan paytdagi poezdning tezlanishlari; b) poezdning maksimal tezligi aniqlansin.

70.(S. 3.32) Avtomobil kam qiyalik bo'ylab yuqoriga 3 m/s turg'un tezlik bilan xarakatlanadi. Agar u dvigatelining avvalgi quvvati bilan teskari yo'nalishda, ya'ni pastga tomon xarakatlansa, uning tezligi 7 m/s bo'ladi. Motorning o'sha quvvati bilan gorizont yo'lda xarakatlanganda avtomobil qanday turgan v_0 tezlikka ega bo'ladi? (Ushbu tezlikda tortish kuchini tezlikka bog'liqmas deb xisoblash mumkin.)

71.(S. 3.34) Yer satxidan 20 m baland joydan gorizontga qiya yo'nalishda 18 m/s tezlik bilan otilgan 50 g massali tosh 24 m/s tezlik bilan Yerga tushgan xavoning qarshiligini engishga sarf bo'lgan ish topilsin.

72. (V. 2.53) Sport yadrosi gorizontga $\alpha = 30^\circ$ burchakda uloqtirilganda $A = 216 \text{ J}$ ish sarf bo'lgan. Yadro qancha vaqtdan keyin va otilgan joyidan qancha masofada yerga tushadi. Yadroning og'irligi $P = 20 \text{ N}$. Xavoning qarshiligi xisobga olinmasin.

73.(V. 2.50) Og'irligi 20 N bo'lgan tosh ma'lum balandlikdan yerga 1,43 sek da tushadi. Toshning yo'lining o'rta nuqtasidagi kinetik va potentsial energiyasi topilsin. Xavoning qarshiligi xisobga olinmasin.

74.(V. 2.44) Jism 10 m masofada o'z tezligini 2 m/sek dan 6 m/sek gacha oshirish uchun zarur bo'lgan ish topilsin. Yo'ning xamma qismida 0,2 N ga teng o'zgarmas ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Jismning massasi 1 kg ga teng.

75.(V. 2.42) Shofyor yo'ldagi to'siqdan 25 m narida avtomobilga tormoz bera boshlaydi. Avtomobil tormoz kolod-kalardagi ishqalanish kuchi o'zgarmas va 3840 N ga teng. Avtomobilning og'irligi 1 t. Avtomobil to'siq oldida to'xtashga ulgurishi uchun, u qanday maksimal tezlikda yurishi mumkin? G'ildiraklarning yoiga ishqalanishi xisobga olinmasin.

76.(V.2.55) Balandligi 1 m og'ma tomoni uzunligi 10 m bo'lgan qiya tekislikdan 1kg massali jism sirganib tushmoqda. 1) qiya tekislikning asosidagi kinetik energiyasi 2) shu asosdagi tezligi 3) to'xtaguncha yo'ning gorizontal qismida bosib o'tgan masofasi topilsin. Yo'ning xamma qismida ishqalanish koeffitsienti o'zgarmas va 0,05 ga teng deb olinsin.

77.(S.3.35) $m = 200$ g massali tosh gorizontal sirtidan gorizontga qiya yo'nalishda otilgan vaqt $t = 1,2$ sek dan keyin $s = 5$ m uzoqlikda o'sha sirtga qaytib tushgan. Otishga sarf bo'lgan ish topilsin. Xavo qarshiligi nazarga olinmasin.

Jism impusining saklanish konunlariga qo'shimcha masalalar

59.(S.3.14). Po'lat sharcha 25,6 sm balandlikdan stolning gorizontal sirtiga tushadi va undan qaytib sakrab 19,6 sm balandlikka ko'tariladi. Sharchaning massasi 10g. Agar sharchaning stol bilan to'qnash muddati 0,1sek davom etgan bo'lsa, unda o'rtacha ta'sir kuchi qanchaga teng bo'ladi ?

60.(S.3.18). Dastavval xarakatsiz turgan raketa $V_1 = 300$ m/sek tezlik (raketaga nisbatan) bilan tekis gaz oqimi chiqarib turadi; gaz sarfi $\mu = 90$ g/sek. Raketaning dastlabki massasi $m = 270$ g. a) Ishga tushirilgandan qancha vaqt o'tgach, raketa $v_2 = 40$ m/sek tezlikka erishadi? b) Agar raketa zaryadining massasi $m_0 = 180$ g bo'lsa, uning oxirgi tezligi qancha bo'ladi? Xavoning qarshiligi xisobga olinmasin.

61.(V. 2.63) 8 km/soat tezlik bilan chopib kelayotgan 60 kG og'irlikdagi odam 2,9 km/soat tezlik bilan ketayotgan 80 kG og'irlikdagi aravachani quvib yetadi va unga sakrab chiqadi. 1) Shu paytda aravacha qanday tezlik bilan xarakat qiladi? 2) Agar odam aravachaga qarshi tomondan kelib chiqsa, u qanday tezlik bilan xarakat qiladi?

62.(V. 2.65) 10 m/sek tezlik bilan uhib kelayotgan granata portlab ikkiga parchalanadi. Granata og'irligining 60% ni tashkil qilgan kattaroq parcha dastlabki yo'nalishda, ammo 25 m /sek ga teng tezlik bilan o'z xaraka-tini davom ettiradi. Kichik parchaning tezligi topilsin.

63.(V. 2.61) Relsda turgan $R_1 = 10$ t og'irlikdagi platformaga $R_2 = 5$ t og'irlikdagi to'p o'rnatilgan bo'lib, undan rels bo'ylab o'q otildi. Snaryadning og'irligi $R = 100$ kG, uning to'pga nisbatan boshlang'ich tezligi $v_{00} = 500$ m/sek. Agar platforma 1) qo'zgalmay turgan, 2) o'q otilgan tomonga $V_1 = 18$ km/soat tezlik bilan xarakat qilayotgan bo'lsa, snaryad otilgan paytdagi platformaning V_x tezligi topilsin.

64.(V. 2.62) 5 kg massali miltiqdan $5 \cdot 10^{-3}$ kg massali o'q 600 m/s tezlik bilan otilib chiqadi. Miltiqning orqaga tepish tezligi topilsin. J: 6 m/s

65. (V. 2.64) 500 m/sek tezlik bilan temir yo'l bo'ylab gorizontal uchib kelayotgan 980N og'irlikdagi snaryad 10 t ogirlikdagi qum solingan vagonga tegadi va unga tiqilib qoladi. Vagonning 1) xarakatsiz turgan, 2) snaryad yo'nalishida 36 km /soat tezlik bilan xarakat qilayotgan 3) snaryadga qarama – qarshi yo'nalishda 36 km/soat tezlik bilan xarakat qilayotgan paytlarda olgan tezligi topilsin.

66.(V. 2.66) Og'irligi 1 kG jism 1 m/sek tezlik bilan gorizontal xarakatlanib, 0,5 kG og'irlikdagi jismni quvib yetadi va u bilan elastikmas to'qnashadi. 1) Ikkinchi jism xarakatsiz turgandagi, 2) ikkinchi jism birinchi jismning yo'nalishida 0,5 m/sek tezlik bilan xarakat qilganda, 3) ikkinchi jism birinchi jismga qarama - qarshi yo'nalishda 0,5 m/sek tezlik bilan xarakat qilgandagi xollar uchun jismlarning urilishdan keyingi tezliklari topilsin.

67.(S. 3.27) Qayiq ko'l betida tinch turibdi. Qayiqning tumshug'ida va quyrig'ida bir - biridan 2 m masofada baliqchilar o'tiribdilar. Qayiq massasi 140 kg, baliqchilarning massalari 70 kg va 40 kg. Balikclnlar joylarini almashtiradilar. Shunda qayiq qanday ko'chadi?

Gazlar va suyuqliklar mexanikasi mavzusiga doir qo'shimcha masalalar yechish.

Ideal siqilmaydigan suyuqliklarshshg harakatini anits-lash uchun Bernulli tenglamasi urinlidir:

$$P + \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh = const$$

Bu yerda ρ — suyuqlikning zichligi, v — trubaning berilgan kesimidagi suyuqlik xarakatining tezligi, h —truba ke-simining biror sathdan balandligi P — bosim. Kichik teshikdan oqib chikayotgan suyuqlikning tezligi Bernulli tenglamasiga asosan $v = \sqrt{2gh}$ ga tengdir, bunda h — teshikdan suyuqlik sathigacha bo'lgan balandlik. Trubaning ixtiyoriy ko'ndalang kesimidan teng hajmda suyuqlik o't-ganligidan $S_1 v_1 = S_2 v_2$ bo'ladi, bunda v_1 va v_2 — ko'ndalang kesimining yuzi S_1 va S_2 bo'lgan trubaning ikkita kesimidagi suyuqlikning tezligi,

Yopishqoq suyuqlikda (yoki gazda) tushayotgan kichik radi-usli sharchaga ta'sir qiluvchi qarshilik kuchi Stoks for-mulasidan aniqlanadi:

$$F = 6 \pi \eta r v$$

bunda η — suyuqlik yoki gazning ichki ishqalanish koef-fi-tsnenti (dinamik yopishqoqlik), r — sharchaning radiusi, v — uning harakat tezligi. Stoke qonuni faqat laminar harakat uchun o'rindir. Radiusi r va uzunligi L bo'lgan kapillyar trubadan t vaqt ichida laminar oqib o'tgan suyuqlikning (gazning) hajmi Puazeyl formulasiidan aniqlanadi:

$$V = \frac{\pi r^2 t \Delta p}{8 l \eta}$$

bunda η — suyuqlikning (gazning) dinamik yopishqoqligi, ΔP — truba uchlaridagi bosimlarning farqi.

Suyuqlik (gaz) harakatining xarakteri Reynoldsnings o'lchamsiz sonidan aniqlanadn:

$$Re = \frac{D v \rho}{\eta} = \frac{D v}{\nu}$$

bunda D — atrofidan suyuqlik (gaz) oqib o'tayotgan jism-ning chiziqli o'lchamini xarakterlab beruvchi kattalikdir, v — oqimning tezligi, ρ — zichlik, η — dinamik qovushqoq $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ nisbatga kinematik qovushqoqlik deyiladi.

Laminar harakatning turbulent harakatga o'tishidan aniqlanadigan Reynoldde sonining kritik qiymati turli shakldagi jismlar uchun har xildir.

(V.4.1) Trubaning ko'ndalang kesimidan $t=30\text{min}$ vaqtda $m=0,51\text{ kg}$ karbonat angidrid gazi oqib o'tganligi ma'lum bo'lsa, trubadagi gazning vooqim tezligi topilsin. Gazning zichligini $p=7,5\text{ kg/m}^3$. Trubaning diametri $D=2\text{ sm}$ ga teng.

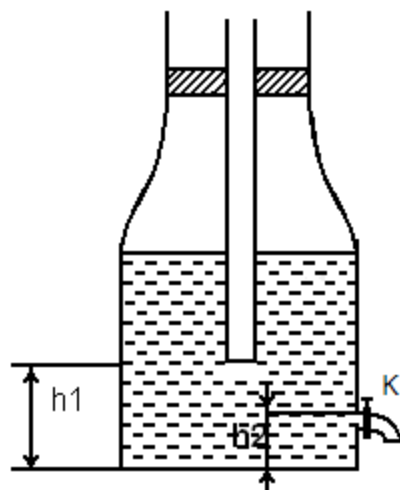
(V.4.2) Diametri $D=0,5\text{m}$ li silindrsimon idishning asosida $d=1\text{ sm}$ diametrli doiraviy teshik bor. Idishdagi suvosathining pasayish tezligi I niig suvosathining balaidligi h ga bog'lavishi topilsin. $h=0,2\text{ m}$ balandlik uchun bu tezlikning son qiymati topilsin.

(V.4.3) Stol ustidagi suvli idishning yon sirtida idishning asosidan h_1 masofada va suvning sathidan h_2 masofada joylashgan kichkina teshigi bor. Idishdagi suvning sathi har doim o'zgarmas saqlanadi. Suvosharrachasi stolga (gorizontal bo'ylab) qanday masofada tushadi?

a) $h=25\text{ sm}$ va $h_2 = 16\text{ yel}$, b) $h_1 = 16\text{ cm}$ va $h_2 = 25\text{ sm}$ hollar uchun yechilsin.

(V.4.4) Suvoto'ldirilgan idish og'ziga mahkamlangan shisha naycha orqali atmosfera bilan tutashtirilgan (5-rasm). Tubidan $h_2=2\text{ sm}$ balandlikda idishnnng K jo'mragi bor. Trubaning pastki uchi idish tubidan: a) $h_1= 2\text{ sm}$,) $h_1 = 7,5\text{ sm}$ va 3) $h_1=10\text{ sm}$ ga teng oraliqda bo'lgan hollarda jo'mrakdan oqib chiqayotgan suvning tezligi votopilsin.

(V.4.5) Balandligi $h=1\text{ m}$ bo'lgan silindrsimon bakka suvo to'ldirilgan.

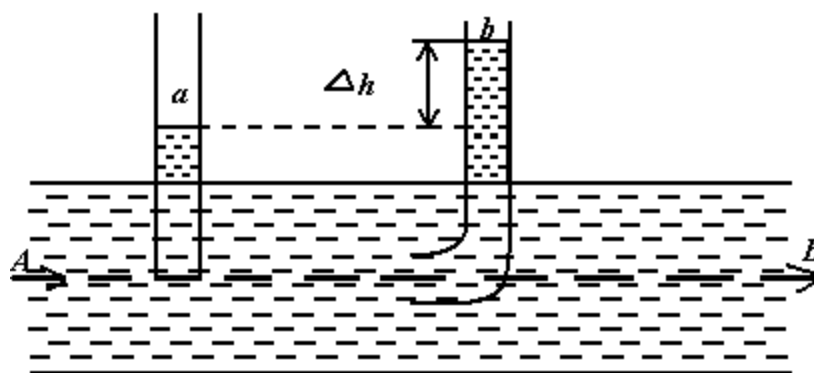


5-рasm

Agar teshikning ko'ndalang kesim S_1 S_2 yuzi bakning ko'ndalang kssim yuzidan 400 marta kichik bo'lsa, bakning tubidagi qanday t vaqitda suvoto'liq oqib chiqadi? Bu topilgan vaqtni, bakdagi suvning sathi teshikdan $h=1\text{m}$ balandlikda o'zgarmas holda saqlanganda teshikdan o'shancha suvoqib tushgungacha ketgan vaqt bilan solishtiring.

(V.4.6) Idishga vaqt birligi ichida $v=0,2\text{ l}$ suvoquyila boriladi. Bunda idishdagi suvning sathi $h = 8,3\text{ sm}$ balandlikda o'zgarmasdan qolishi uchun idish tubidagi teshikning d diametri qanday bo'lishi kerak?

(V.4.7) Agar bo'yoq pultidan $v=25\text{ m/s}$ tezlik bilan suyuq bo'yoq oqib chiqayotgan bo'lsa, kompressor bo'yoq pultida qanday r bosim hosil qiladi? Bo'yoqning zichligi $p=0,8\text{ kg/m}^3$ ga teng.



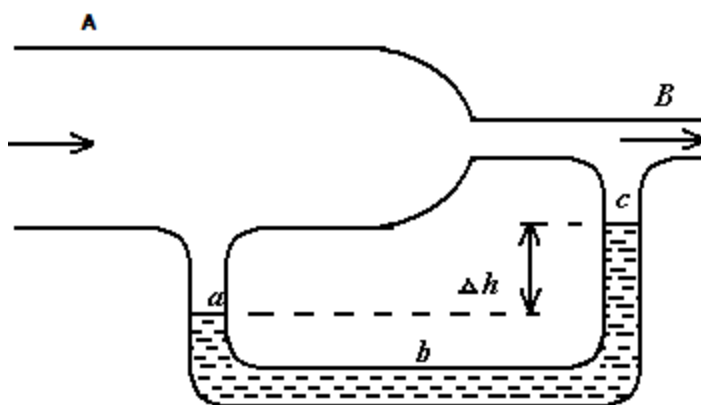
6-расм

(V.4.8) AB gorizontaal trubadan (6- rasm) suyuqlik oqmoqda. Diametrlari bir xil bo'lgan a va b trubalardagi bu suyuqlik sathining farqi $\Delta h = 10 \text{ sm}$ ga teng. AB trubadagi sug oqimining tezligi v_0 topilsin.

(V.4.9) ABO trubadan vaqt birligida $v_t = 5 \text{ l/min}$ havo oqib o'tmokda (7-rasm). AB truba keng joyining ko'ndalang kesim yuzi $S_1 = 2 \text{ sm}^2$ ga teng, tor joyining va abc trubaning ko'ndalang kesim yuzi esa $S_2 = 0,5 \text{ sm}^2$ ga teng. abc trubaga quyilgan suvosathining Δh farqi topilsin. Havoning zichligi $\rho = 1,32 \text{ kg/m}^3$.

(V.4.10) Sharcha zichligi ρ_1 materialining zichligi ρ_2 4marta katta zichlikli suyuqlikning ichidan o'zgarmas vitezlik bilan chiqib kelmoqda. Chiqib kelayotgan sharchaga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi, F_{ishq} bu sharchaning mg og'irli-gidan necha marta katta?

(V.4.11) Dinamik yopishqoqligi $\eta = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa s}$ ga teng havodagi $d = 0,3 \text{ mm}$ diametrlil yomg'ir tomchisi eng kupi bilan qanday tezlikka erishadi?



7- rasm.

4-MAVZU MEXANIKADA NISBIYLIK NAZARIYASI MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH

Nisbiylik nazariyasining elementlari

Muayyan sanoq sistemasiga nisbatan V_0 tezlik bilan harakat qilayotgan jismiing l uzunligi, mazkur sistemada qo'zg'yalmas jismning l_0 uzunligi Bilan

$$l' = l_0 \sqrt{1 - \beta^2}$$

munosabatda bog'langan; bunda $\beta = \frac{v}{c}$; c — yorug'likniig tarqalish tezligi.

Kuzatuvchiga nisbatan v tezlikda harakat qilayotgan sistemadagi $\Delta\tau'$ vaqt oralig'i kuzatuvchi uchun qo'zg'almas hisoblangan sistemadagi $\Delta\tau_0$ vaqt oralig'i bilan quyidagi nisbatda bog'langan.

$$\Delta\tau' = \frac{\Delta\tau_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

Jism t massasining uning harakat tezligiga bog'liqligi

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

tenglama bilan beriladi; bunda t_0 — mazkur jismning tinch holdagi massasi.

Jism kinetik energiyasining tezlikka bog'liqligi quyidagi tenglama bilan beriladi;

$$W_k = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right)$$

Sistema massasining Δm miqdor o'zgarishi sistema energiyasi kattaligining

$$\Delta W = c^2 \Delta m$$

o'zgarishiga muvofiq keladi.

4.1. Harakatdagi jism uzunligining relyativistik qisqarishi harakatning qaysi nisbiy tezligida 25% ni tashkil qiladi?

4.2. Harakatdagi jismning bo'yлама o'lchami ikki baravar kichrayishi uchun u qanday tezlikka erishuvi kerak?

4.3. Kosmik nurlarning mezonlari Yer yuziga nihoyatda xilma-xil tezliklarda yetib keladi. Yorug'lik tezligining 95 protsenta tezligida bo'lgan mezon o'lchamining relyativistik qisqarishini toping.

4.4. Beqaror zarracha yorug'lik tezligining 99 protsent tashkil etuvchi tezlik bilan harakat qilsa (qo'zg'almas kuzatuvchining soati bo'yicha), uning yashash vaqti necha marta uzayadi?

4.5. Kosmik nurlar tarkibidagi mezon yorug'lik tezligining 95 protsentini tashkil qiluvchi tezlikda harakat qilmoqda. Mezon «xususiy vaqti» ning bir sekundiga yerdagi kuzatuvchi soatiniig qancha vaqt oralig'i mos keladi?

4.6. α -zarracha massasi nolga teng boshlang'ich tezlikdan yorug'lik tezligining 0,9 iga baravar tezlikka qadar tezlashganida qanchaga ortadi?

4.7. Quyidagi tezliklar: 1) $v \ll c$; 2) $2 \cdot 10^{10}$ sm/sek; 3) $2,2 \cdot 10^{10}$ sm/sek; 4) $2,4 \cdot 10^{10}$ sm/sek; 5) $2,6 \cdot 10^{10}$ sm/sek; 6) $2,8 \cdot 10^{10}$ sm/sek uchun elektron zaryadining uning massasiga

bo'lgan nisbati topilsin. Ko'rsatilgan tezliklar uchun t va $\frac{\varepsilon}{m}$ — larning — $\frac{v}{c}$ nisbatiga bog'liq

grafigini chizing va jadvalini tuzing.

4.8. Harakatdagi elektronning massasi qanday tezlikda uning tinch holatdagi massasidan ikki marta katta bo'ladi?

4.9. Zarracha massasining nisbiy kattalashuvi 5% dan ortmasligi uchun, Siklotrondagi zarrachalarni qanday energiyaga qadar tezlashtirish mumkin. Masalani: 1)elektronlar 2)protonlar, 3) deytוןlar uchun hal qiliig.

4.10. Elektron tezligi yorug'lik tezligining 95 protsetini tashkil qilishi uchun u qanday tezlashtiruvchi potentsiallar ayirmasidan o'tishi lozim?

4.11. Progonning bo'yлама o'lchamlari ikki baravar kichik bo'lishi uchun u qanday

tezlashtiruvchi potentsiallar ayirmasidan o'tishi kerak?

4.12. Mezonning to'la energiyasi tinch holatidagi energiyasidan 10 marta katta bo'lsa, uning tezligini toping.

4.13. Zarracha kinetik energiyasi uning tinch holatidagi energiyasiga teng bo'lishi uchun zarracha tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qilishi kerak?

4.14. Sinxrofazotron kinetik energiyasi 10000 Mevoprotonlar dastasini beradi. Bu dastadagi protonlar tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qiladi?

4.15. Oldingi masala shartlarida proton o'lchamlarining relyativistik qisqarishi nimaga teng?

4.16. Siklotronidan uchib chiquvchi elektronlar 0,67 Mevokinetik energiyaga ega. SHu elektronlarning tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qiladi?

4.17. Elektronlar va protonlar uchun ularning W_k kinetik energiyasining tezlikka (yorug'lik tezligining ulushlarida) bog'liqlik jadvalini tuzing. Jadvalni β ning quyidagi qiymatlari uchun tuzing: 1) 0,1; 2) 0,5; 3) 0,6; 4) 0,7; 5) 0,8; 6) 0,9; 7) 0,95 va 8) 0,999.

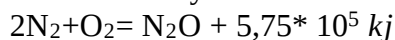
4.18. Harakatdagi elektron massasi uniing tinch holatdagi massasidan ikki baravar katta. Bu elektronning kinetik energiyasini toping.

4.19. Energiyaning bir kaloriya o'zgarishi massaning qanday o'zgarishiga muvofiq keladi?

4.20. Massaning bir atom birlik o'zgarishiga muvofiq keluvchi energiya o'zgarishini toping.

4.21. Massaning elektronning tinch holatdagi massasi kattaligicha o'zgarishiga muvofiq keluvchi energiya o'zgarishini toping.

4.22. Agar suvning hosil bo'lish reaksiyasi



bo'lsa, bir kilomol suvning hosil bo'lishiga to'g'ri keladigan massaning kamayishini toping.

4.23. Uran ${}^{235}_{92}U$ yadrosi parchalanganida taxminan 200 Mev energiya ajraladi. Bir kilomol uran parchalanganidagi massaning o'zgarishini aniqlang.

4.24. Quyosh har minutda $6,5 \cdot 10^{21}$ kvt-soat ga teng energiya chiqaradi. Quyosh nurlanishi o'zgarimas deb hisoblansa, Quyosh massasi qancha vaqtda ikki baravar kamayishini toping.

5-MAVZU MOLEKULAR FIZIKA MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH

Ideal gazlar Mendeleev— Klapayron holat tenglamasiga buysonadi:

$$p V_0 = \frac{m}{\mu} RT$$

bunda r — gazning bosimi, V_0 — uning hajmi, T — absolyut temperatura, m — gazning massasi, μ — bir mol gazning massasi, $R = 8,31441 \text{ J/(mol K)}$ — gaz doimiysi, $\nu = m/\mu$ — nisbat mollar sonini beradi.

Dalton qonuniga ko'ra gaz aralashmasining bosimi ularning portsiyal bosimlari yig'indisiga, ya'ni har bir gaz alohida olinganida mavjud temperaturada bir o'zi butun hajmni to'ldirgandagi bosimlar yirindisiga teng buladi.

Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$P = \frac{2}{3} n \overline{W_0} = N \frac{m_0 \overline{v^2}}{2},$$

Bunda p — hajm birligidagi molekulalarning soni, W_0 — bitta molekula ilgarilama harakatining o'rtacha kinetik energiyasi, m_0 — molekulaning massasi va $\sqrt{\overline{v^2}}$ — molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi,

Bu kattaliklarni quyidagi formulalardan aniqlash mumkin.

Hajm birligidagi molekulalarning soni

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

bunda $k = R/N_0 = 1,380662 \cdot 10^{-23}$ J/K - Boltsman doimiysi, $N_A = 6,022045 \cdot 10^{23}$ mol-Avogadro soni.

Molekulalarning ilgarilama harakatining o'rtacha kinetik energiyasi:

$$W_0 = \frac{3}{2} kT$$

Molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi:

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}},$$

shu bilan birga

$$m = \mu / N_A.$$

Molekulalarning issiqlik harakat energiyasi (gazning ichki energiyasi)

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

bunda i — molekulaning erkinlik darajasi.

C molyar va c solishtirma issiqlik sig'g'implari o'zaro quydagicha bog'langan:

$$C = \mu c$$

O'zgarmas hajmdagi gazning molyar issiqlik sig'imi

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

o'zgarmas bosimdagi

$$C_V = C_P + R$$

Bundan ko'rinadiki, S molyar issiqlik sig'imi gaz molekulalari erkinlik darajasining soni i bilan to'liq. aniqlanadi :

bir atomli gazlar uchun ($i = 3$)

$$C_v = 12,5 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}, \quad C_p = 20,8 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)},$$

Ikki atomli gazlar uchun ($i = 5$)

$$C_v = 20,8 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}, \quad C_p = 29,1 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)},$$

Ko'p atomli gazlar uchun ($i = 6$) bo'lib,

$$C_v = 24,9 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}, \quad C_p = 33,2 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)},$$

Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot qonuni (Maksvell qonuni), nisbiy tezliklari u dan $u + \Delta u$ gacha bo'lgan intervalda yotgan molekulalar soni ΔN ni topishga imkon beradi:

$$\Delta N = \frac{4}{\sqrt{\pi}} N e^{-u^2} u^2 \Delta u$$

bu yerda $u = v/v_0$ nisbiy tezlik bo'lib, v_0 - berilgan tezlik va $v_0 = \sqrt{2RT/\mu}$ eng katta ehtimolli tezlik, Δu nisbiy tezliklarning intervali u tezlikga nisbatan juda kichik bo'lgan nisbat tezliklarini interval kattalig.

Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot qonuniga doir masalalar yechishda $\Delta N/(N\Delta u)$ lar uchun i ning har xil qiymatlari berilgan 10-jadvaldan foydalanish qulay.

10- jadval

u	$\Delta N/(N\Delta u)$	u	$\Delta N/(N\Delta u)$	u	$\Delta N/(N\Delta u)$
0	0			1,8	0,29
0,1	0,02			1,9	0,22
0,2	0,09			2,0	0,16
0,3	0,18	0,9 1,0 1,1	0,81 0,83	2,1	0,12
0,4	0,31	1,2 1,3 1,4	0,82 0,78	2,2	0,09
0,5	0,44	1,5 1,6 1,7	0,71 0,63	2,3	0,06
0,6	0,57		0,54 0,46	2,4	0,04
0,7	0,68		0,36	2,5	0,03

Molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}.$$

Ko'pchilik hollarda tezligi, berilgan i tezlikning qiymatidan ortik, bo'lgan molekullarning N_x sonini bilish muhim.

11-jadvalda N_x/N ning qiymati berilgan, bunda N -molekullarning umumiy soni.

11-jadval

i	N_x/N	i	N_x/N
0	1.000	0.8	0,734
0,2	0,994	1.0	0,572
0.4	0,957	1,25	0,374
0,5	0,918	1,6	0,213
0,6	0,868	2,0	0,046
0,7	0,806	2,5	0,0057

Barometrik formula gaz bosimining og'irlik kuchi maydonida balandlikka qarab kamayishini ifodalaydi:

$$p = p_0 l^{(-\frac{\mu g h}{RT})}.$$

bunda p — gazning h balandlikdagi bosimi, p_0 — gazning $h = 0$ balandlikdagi bosimi, $g = 9,80665$ m/s²— og'irlik kuchining tezlanishi. Bu formula taqribiydir, chunki balandliklarning farqi katta bo'lganda T temperaturani bir xil deb bo'lmaydi.

Gaz molekulasini erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{v}}{z} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 \cdot n}$$

Bunda $\bar{v}$ —o'rtacha arifmetik tezlik, z - har bir molekulaning qolgan molekullar bilan vakt birligi ichida o'rtacha to'qnashishlar soni, σ — molekulaning effektivdiametri va N — hajm birligidagi molekullar soni.

Barcha molekullarni vakt birligi ichida bir birlik hajmda umumiy to'qnashishlar soni quyidagiga teng.

$$Z = \frac{1}{2} \bar{z} \bar{n}$$

Diffuziya natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan massa m quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$M = -D \frac{\Delta \rho}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

bunda $\frac{\Delta \rho}{\Delta x}$ - yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi zichlik gradienti, D — diffuziya koeffitsienti bo'lib, quyidagiga teng.

$$D = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda}$$

Bu yerda $\bar{v}$ - o'rtacha tezlik, $\bar{\lambda}$ -molekula erkin yugirish yo'lining o'rtacha uzunligi.

Gazning Δt vaqt ichida ko'chirilgan impulsi gazdagi ichki ishqalanish kuchni F ni aniqlaydi:

$$F = -\eta \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot \Delta S$$

bunda $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ — yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi gaz oqimining tezlik gradienti, η ichki ishqalanish koeffitsenti dinamik yopishqoqlik.

$$\eta = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda} \bar{\rho}$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan issilik miqdori quyidagiga teng:

$$Q = -K \frac{\Delta T}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

bunda $\frac{\Delta T}{\Delta x}$ - yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi temperatura gradiente, K - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti u:

$$K = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda} C_v \bar{\rho}$$

Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin

$$dQ = dW + dA,$$

bunda dQ — gaz olgan issiqlik miqdori, dW — gaz ichki energiyasining o'zgarishi va $dA = p dV$ Ogazning hajmi o'zgarganda uning bajarilgan ishi. Gazning ichki energiyasining o'zgarishi

$$dW = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R dT,$$

bunda dT — temperaturaning o'zgarishi.. Gazning hajmi o'zgarganda bajarilgan to'la ish

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Gazning hajmi izotermik o'zgarganda bajarilgan ish,

$$A_{iz} = RT \frac{m}{\mu} \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Adiabatik jarayonda gaz bosimi bilan hajmining o'zaro bog'lanishi Puasson tenglamasi bilan ifodalanadi

ya'ni

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$$

bunda

$$\chi = \frac{C_p}{C_v}$$

Puasson tenglamasini quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin

$$TV^{\chi-1} = \text{const}, \quad \text{yoki} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\chi-1}$$

ya'ni

$$TP^{(1-\chi)/\chi} = \text{const}, \quad \text{yoki} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{(\chi-1)/\chi} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{(1-\chi)/\chi}$$

Gazning hajmi adiabatik o'zgarganda bajarilgan ish quyidagi formuladan topiladi:

$$A_{ad} = \frac{RT_1}{\chi-1} \frac{m}{\mu} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\chi-1} \right] = \frac{RT_1}{\chi-1} \frac{m}{\mu} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = \frac{pV_1(T_1 - T_2)}{(\chi-1)T_1},$$

bunda p_1 va V_1 — gazning T_1 temperaturadagi bosimi va hajmi.

Politropik jarayoninig tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$pV_0^n = \text{const}, \quad \text{yoki} \quad p_1V_1^n = p_2V_2^n,$$

bunda p — politrop ko'rsatkichi ($1 < p < \gamma$).

Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti (F.I.K.)

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1},$$

bunda Q_1 — ishchi jismga berilgan issiqlik miqdori va Q_2 — sovitgichga berilgan issiqlik miqdori.

Karnoning ideal tsikli uchun

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

bunda T_1 — isitgichning temperaturasi, T_2 — sovitgichning temperaturasi. Ikkita A va B holatdagi entropiyaning $C_B - C_A$ farqi quyidagi

formuladan aniqlanadi:

$$C_B - C_A = \int_A^B \frac{dQ}{T}$$

1- masala. Hajmi 20 l bo'lgan idishda 270S temperaturada 4 g vodorod bor. Vodorodning bosimi topilsin.

Echilishi. Ideal gazlar, gazning V_0 hajmini, uning p bosimini, T termodinamik temperaturasi va m massasini o'zaro bog'lovchi Mendeleevo — Klapayron tenglamasiga bo'ysunadi:

$$p V_0 = \frac{m}{\mu} RT. \quad (1)$$

(1) tenglamada $R = 8,31441 \text{ J/ (mol} \cdot \text{K)}$ gaz doimiysi, μ - gazning molyar massasi, $\nu = m/\mu$ gaz mikdori.

(1) tenglamadan bosimni aniqlaymiz:

$$p = \frac{mRT}{\mu V} \quad (2)$$

Masalaning shartiga asosan $m = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$, $\mu = 0,002 \text{ kg/mol}$,

$T = 300^\circ\text{K}$, $V_0 = 20 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$. Bu berilganlarni (2) formulaga qo'ysak, quyidagini olamiz:

(5) jadvaldan foydalanib, olingan javobni boshqa birliklarda ifodalaymiz::

$$P = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 300}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \text{ Pa} = 0,25 \text{ MPa}.$$

8- jadval

Kattaliklar	Birliklar			Kattaliklar ning o'lchamliligi
	Aniqlanishi	Nomlanishi	Belgilanishi	
Issiqlik mik.- dori	$Q=A=W$	Joul	J	$1^2 MT^{-2}$
Sistemaning issiqlik sigimi	$C=Q/\Delta T$	joul bo'lingan kelvin	J/K	$L^2 MT^{-2} \theta^{-1}$
Sistemaning entropiyasi	$S=\Delta Q/T$	Joul bo'lin Gan kelvin	J/K	$L^2 MT^{-2} \theta^{-1}$
Solishtirma issiqlik SIG'IMI	$C=Q/m \Delta T$	Joul bo'lin gan kilogramm kelvin	$J/(kg K)$	$L^2 T^{-2} \theta^{-1}$
Solishtirma entropiya	$S=S/m$	Joul bo'lin gan kilogramm kelvin	$J/(kg K)$	$L^2 T^{-2} \theta^{-1}$
Fazaviy ayla- nishning solish- tirma issiqligi	$q=Q/m$	Joul bo'lin gan kilo- gramm	$J/(kg \cdot K)$	$L^2 T^{-2}$
Temperatura gradienti	$\text{grad } T = \Delta T / \Delta l$	kelvin bo'lingan metr	K/m	$L^{-1} \theta$
Issiqlik quv- vati	$F=\Delta Q/\Delta t$	vatt	Vt	$L^2 MT^{-3}$
Issiqlik quv- vatininig zichligi	$q=F/S$	vatt bo'lingan metr kvadrat	Vt/m^2	MT^{-3}
Issiqlik o't- kazuvchanlik	$\lambda = \frac{Q}{\Delta t S \Delta T / \Delta l}$	vatt bo'lingan metr kelvin	$Vt/(m \cdot K)$	$LM T^{-3} \theta^{-1}$
Temperatura o'tkazuvchanlik	$a = \lambda / cp$	metr kvadrat bo'lingan	m^2/s	$L^2 T^{-1}$

		sekund		
Issiqlik ol- mashish koeffi- tsienti	$\alpha = \Phi / S \Delta T$	vatt bo'lingan metr kvadrat kelvin	$Vt / (m^2 K)$	$MT^{-3} \theta^{-1}$

Kattalik	O'lchovobirliklari va uing SI sistemasi birliklari bilan bog'lanishi
Issiklik miqdori	1 kal = 4,19 J
Sistemamininig issiqlik sig'imi sistema entropiyasining entropiyasi	1 kal/K = 4,19 J/K
Solishtirma issiqlik sig'imi; solishtirma entropiya	1 kal/(g·K) = 4,19·10 ⁻³ J/(kg·K)
Fazaviy aylanishning solishtirma issiqligi	1 kal/g = 4,19·10 ⁻³ J/kg
Issiqlik oqimi	1 kal/s = 4,19 Vt
Issiqlik oqimining zichligi	1 kal/(s·sm ²) = 4,19·10 ⁻⁴ Vt/(m·K)
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti	1 kal/(s·sm·K) = 4,19·10 ⁻³ Vt/(m·K)

2-masala. Agar biror ko'p atomli gazning normal sharoitda zichligi

$7,95 \cdot 10^{-3} \text{ g/m}^3$ ga tengligi ma'lum bo'lsa, gazning o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik CIFIMH topilsin.

Echiliish. O'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik quyidagi formuladan aniklanadi

$$C_V = \frac{Ri}{2\mu} \quad (1)$$

bunda R — gaz doimiysi, i — ko'p atomli gaz molekulasiining erkinlik darajasi va μ — bir mol gazning massasi. Gaz zichligining formulasini Mendeleevo— Klapeyron tenglamasidan osongina chiqarish mumkin

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} \quad (2)$$

(1) va (2) ga asosan

$$C_V = \frac{Ri}{2} \frac{p}{\rho RT} = \frac{Ri}{2\rho T} \quad (3)$$

Gaz normal sharoitda bo'lganligi uchun

$P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $T = 273 \text{ K}$. Ko'p atomli gazlar uchun $i = 6$. Bu berilganlarni (3) formulaga qo'ysak $C_v = 1,4 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ ni olamiz.

5.1. $m = 2 \text{ g}$ azot $p = 0,2 \text{ MPa}$ bosim ostida $V = 820 \text{ sm}^3$ hajmni egallasa, uning temperaturasi t qanday bo'ladi?

5.2. $t = 20^\circ \text{C}$ temperatura va $p = 100 \text{ kPa}$ bosimda 10 g kislorod kanday hajmni egallaydi?

5.3. SIG'IMI $V = 12 \text{ l}$ bo'lgan ballonda $p = 8,1 \text{ MPa}$ bosim va $t = 17^\circ \text{S}$ temperaturada azot to'ldirilgan. Ballonda qancha m azot bor?

5.4. Og'zi mahkam berkitilgan shisha idishdagi havoning temperaturasi $t_1 = 7^\circ \text{C}$, bosimi $p = 100 \text{ kPa}$. SHisha idish isitilganda, undagi havo bosimi $p = 130 \text{ kPa}$ ga yetganda tiqin otilgan. SHisha idish qanday t temperaturagacha isitilganligi topilsin.

5.5. $m = 6,4 \text{ kg}$ massali kislorod sig'adigan ballon devori $t = 20^\circ \text{C}$ temperaturada $p = 15,7 \text{ MPa}$ bosimga chidasa, uning eng kichik hajmi V_0 qanday bo'ladi?

5.6. Ballonda $p_1 = 10 \text{ MPa}$ bosimli $m_1 = 10 \text{ kg}$ gaz bo'lgan. Ballondagi bosim $p_2 = 2,5 \text{ MPa}$ ga teng bo'lishi uchun ballondan qancha Δm miqdordagi azotni olish kerak? Azotning temperaturasi o'zgarmas deb hisoblansin.

5.7. $t = 27^\circ \text{C}$ temperaturada va $p = 100 \text{ kPa}$ bosimda $V = 25 \text{ l}$ hajmni egallashi uchun oltingugurt gazi (SO_2) ning massasi m topilsin.

5.8. Balandligi $h = 5 \text{ m}$ va polining yuzi $S = 200 \text{ m}^2$ bo'lgan auditoriyadagi havoning massasi topilsin. Binoning temperaturasi $t = 17^\circ \text{S}$, bosimi $p = 100 \text{ kPa}$ ga teng. Bir mol havoning massasi $\mu = 0,029 \text{ kg/mol}$ deb olinsin.

5.9. Qishda binoni to'ldirib turgan ($t = 7^\circ \text{C}$) havoning ρ_1 zichligi yozdagi (37°C) havoning ρ_2 zichligidap necha marta katta? Bosim bir xil deb olinsin.

5.10. a) $t_1 = 0^\circ \text{C}$ va b) $t_2 = 100^\circ \text{C}$ temperaturalar uchun $m = 0,5 \text{ g}$ vodorod- ning izotermalari chizilsin.

5.11. a) $t_1 = 29^\circ \text{C}$ va b) $t_2 = 180^\circ \text{C}$ temperaturalar uchun $m = 15,5 \text{ g}$ kislorod-ning izotermalari chizilsin.

5.12. Gaz solingan $V = 10 \text{ m}^3$ hajmli ballonda $t = 17^\circ \text{C}$ temperatura va $p = 96 \text{ kPa}$ bosimda kancha v miqdorda gaz bo'ladi?

5.13. $V = 4 \text{ l}$ hajmli yopiq idishdagi $t = 20^\circ \text{S}$ temperaturali $m = 5 \text{ g}$ azot $t = 40^\circ \text{C}$ temperaturagacha isitilgai. Gazning isitilishdan oldingi p_1 va keyingi p_2 bosimi topilsin

5.14. Havosi so'rib olingan uchi kavsharlab qo'yilgan gorizontal kapillyarning o'rtasida $\ell = 20 \text{ sm}$ uzunligidagi simob ustuni bor. Agar kapillyarni vertikal qilib qo'yilsa, simob ustuni $\Delta \ell = 10 \text{ sm}$ siljiydi. Kapillyardagi havo qancha p_0 bosimgacha so'rib olingan? Kapillyarning uzunligi $L = 1 \text{ m}$.

5.15. «1 tonna qo'rg'oshin og'irimi yoki 1 tonna po'kakmi?» degan hazil savol xammaga ma'lum. Havoda o'lchanganda 9,8 kN kelgan po'kakning xaqiqiy og'irligi, xavoda xuddi shunday 9,8 kN kelgan qo'rg'oshinning haqiqiy og'irligidan qancha katta ekani xisoblansin. Xavoning temperaturasi $t=17^{\circ}\text{C}$, bosimi esa $p=100\text{ kPa}$ ga teng.

5.16. Vodorod to'ldirilgan $r=12,5\text{ sm}$ radiusli bolalar sharchasining natijaviy ko'tarilish kuchi $F=0$ ga teng bo'lishi, ya'ni sharcha muallaq vaziyatda bo'lishi uchun sharcha qobig'ining og'irligi P qanday bo'lishi kerak? SHarchaning ichki bosimi tashqi bosimga teng.

5.17. $t=50^{\circ}\text{C}$ temperaturada to'yingan suvobug'ining elastikligi $p=12,3\text{ kPa}$ ga teng bo'lsa, bu bug'ning zichligi ρ nimaga teng?

5.18. $t=15^{\circ}\text{S}$ temperatura va $p=97,3\text{ kPa}$ bosimdagi vodorodning zichligi ρ topilsin.

5.19. $t=10^{\circ}\text{S}$ temperatura va $p=200\text{ kPa}$ bosimdagi biror gazning zichligi $\rho=0,34\text{ kg/m}^3$ ga teng. Bu gaz molyar massasi μ nimaga teng?

5.20. Idishdagi havo $r=1,33\cdot 10^{-9}\text{ Pa}$ gacha so'rib olingan bo'lsa, idishdagi havoning zichligi ρ nimaga teng? Havoning temperaturasi $t=15^{\circ}\text{C}$ ga teng.

5.21. $t_1=7^{\circ}\text{C}$ temperaturali $m=12\text{ g}$ gaz $V=4\text{ l}$ xajmni egallaydn. Gaz o'zgarmas bosimda isitilganda uning zichligi $\rho=0,6\text{ kg/m}^3$ ga teng bo'lib qolgan. Gaz qanday t_2 temperaturagacha isitilgan?

5.22. $m=10\text{ g}$ kislorod $t=10^{\circ}\text{C}$ temperatura va $p=304\text{ kPa}$ bosimda turibdi. U o'zgarmas bosimda qizdirilgandan so'ng kengayib $V_2=10\text{ l}$ xajmni egallaydi. Gazning kengaygandan oldingi V_1 xajmi, kengaygandan keyingi t_2 temperaturasi, kengayishdan oldingi ρ_1 va kengaygandan keyingi zichligi ρ_2 topilsin.

5.23. Kavsharlangan idish xajmining yarmigacha suvoto'ldirilgan.. $t=400^{\circ}\text{C}$ temperaturada suvning to'liq. bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu temperaturada suvobug'ning bosimi p va ρ zichligi topilsin.

5.24. Kislorod zichligi ρ ning a) $T=\text{const}=390\text{ K}$ temperaturada $0\leq r\leq 400\text{ kPa}$ intervalda 50 kPa oralatib r bosimga bog'lanish, b) $p=\text{const}=400\text{ kPa}$ bosimda $200\text{ K}\leq T\leq 300\text{ K}$ intervalda 20 K oralatib T temperatura ga bog'lanish grafigi chizilsin.

5.25. Sig'imi $v=1\text{ m}^3$ bo'lgan berk idishda $m_1=0,9\text{ kg}$ suvova $m_2=1,6\text{ kg}$ kislorod bor. $T=500\text{ K}$ temperaturada suvning to'liq, bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu temperaturada idishdagi bosim p topilsin.

6-MAVZU TERMODINAMIKANING KONUNLARIGA DOIR MASALALAR YECHISH.

Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot qonuni (Maksvell qonuni), nisbiy tezliklari u dan $u+\Delta u$ gacha bo'lgan intervalda yotgan molekulalar soni ΔN ni topishga imkon beradi:

$$\Delta N = \frac{4}{\sqrt{\pi}} N e^{-u^2} u^2 \Delta u$$

bu yerda $u=v/v_0$ nisbiy tezlik bo'lib, $\mathcal{Q}$ - berilgan tezlik va $v_{eh} = \sqrt{2RT/\mu}$ eng katta ehtimolli tezlik, Δu nisbiy tezliklarning intervali u tezlikga nisbatan juda kichik bo'lgan nisbat tezliklarini interval kattalig.

Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot qonuniga doir masalalar yechishda $\Delta N/(N\Delta u)$ lar uchun i ning har xil qiymatlari berilgan 10-jadvaldan foydalanish qulay.

10- jadval

u	$\Delta N/(N\Delta u)$	u	$\Delta N/(N\Delta u)$	u	$\Delta N/(N\Delta u)$
0	0				
0.1	0,02			1,8	0,29
0.2	0,09			1.9	0,22
0.3	0,18			2,0	0,16
0.4	0,31	0.9 1,0 1.1	0,81 0,83	2,1	0,12
0.5	0,44	1.2 1.3 1,4	0,82 0,78	2,2	0,09
0.6	0,57	1,5 1.6 1.7	0.71 0,63	2,3	0,06
0.7	0,68		0,54 0,46	2,4	0,04
0.8	0,76		0.36	2,5	0,03

Molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}.$$

Ko'pchilik hollarda tezligi, berilgan i tezlikning qiymatidan ortik, bo'lgan molekulalarning N_x sonini bilish muhim.

11-jadvalda N_x/N ning qiymati berilgan, bunda N -molekulalarning umumny soni.

11- jadval

i	N_x/N	i	N_x/N
0	1.000	0.8	0,734
0,2	0,994	1.0	0,572
0.4	0,957	1,25	0,374
0.5	0,918	1,6	0,213
0.6	0,868	2,0	0,046
0,7	0,806	2,5	0,0057

Barometrik formula gaz bosimining og'irlik kuchi maydonida balandlikka qarab kamayishini ifodalaydi:

$$p = p_0 l^{(-\frac{\mu g h}{RT})}.$$

bunda p — gazning h balaidlikdagi bosimi, p_0 — gazning $h = 0$ balaidlikdagi bosimi, $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ — og'irlik kuchining tezlanishi. Bu formula taqribiydir, chunki balandliklarning farqi katta bo'lganda T temperaturani bir xil deb bo'lmaydi.

Gaz molekulasini erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{v}}{z} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 \cdot n}$$

Bunda $\bar{v}$ —o'rtacha arifmetik tezlik, $\bar{z}$ - har bir molekulaning qolgan molekulalar bilan vakt birligi ichida o'rtacha to'qnashishlar soni, σ — molekulaning effektivodiametri va N — hajm birligidagi molekulalar soni.

Barcha molekullarni vakt birligi ichida bir birlik hajmda umumiy to'qnashishlar soni quyidagiga teng.

$$Z = \frac{1}{2} \bar{v} n$$

Diffuziya natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan massa m quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$M = -D \frac{\Delta \rho}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

bunda $\frac{\Delta \rho}{\Delta x}$ - yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi zichlik gradienti, D — diffuziya koeffitsienti bo'lib, quyidagiga teng.

$$D = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda}$$

Bu yerda $\bar{v}$ - o'rtacha tezlik, $\bar{\lambda}$ -molekula erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi.

Gazning Δt vaqt ichida ko'chirilgan impul'si gazdagi ichki ishqalanish kuchni F ni aniqlaydi:

$$F = -\eta \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot \Delta S$$

bunda $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ — yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi gaz oqimining tezlik gradienti, η ichki ishqalanish koeffitsienti dinamik yopishqoqlik.

$$\eta = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda} \rho$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan issilik miqdori quyidagiga teng:

$$Q = -K \frac{\Delta T}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

bunda $\frac{\Delta T}{\Delta x}$ - yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi temperatura gradiente, K - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti u:

$$K = \frac{1}{3} \bar{v} \bar{\lambda} C_v \rho$$

Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin

$$dQ = dW + dA,$$

bunda dQ — gaz olgan issiqlik miqdori, dW — gaz ichki energiyasining o'zgarishi va $dA = p dV$ Ogazning hajmi o'zgarganda uning bajarilgan ishi. Gazning ichki energiyasining o'zgarishi

$$dW = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R dT,$$

bunda dT — temperaturaning o'zgarishi.. Gazning hajmi o'zgarganda bajarilgan to'la ish

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Gazning hajmi izotermik o'zgarganda bajarilgan ish,

$$A_{iz} = RT \frac{m}{\mu} \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Adiabatik jarayonda gaz bosimi bilan hajmining o'zaro bog'lanishi Puasson tenglamasi bilan ifodalanadi

$$pV^\chi = \text{const},$$

ya'ni

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\chi$$

bunda

$$\chi = \frac{C_p}{C_v}$$

Puasson tenglamasini quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin

$$TV^{\chi-1} = \text{const}, \quad \text{yoki} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\chi-1}$$

ya'ni

$$TP^{(1-\chi)/\chi} = \text{const}, \quad \text{yoki} \quad \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{(1-\chi)/\chi} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(1-\chi)/\chi}$$

Gazning hajmi adiabatik o'zgarganda bajarilgan ish quyidagi formuladan topiladi:

$$A_{ad} = \frac{RT_1}{\chi-1} \frac{m}{\mu} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\chi-1} \right] = \frac{RT_1}{\chi-1} \frac{m}{\mu} \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = \frac{pV_1(T_1 - T_2)}{(\chi-1)T_1},$$

bunda p_1 va V_1 — gazning T_1 temperaturadagi bosimi va hajmi.

Politropik jarayonning tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$pV_0^n = \text{const}, \quad \text{yoki} \quad p_1 V_1^n = p_2 V_2^n,$$

bunda p — politrop ko'rsatkichi ($1 < p < \chi$).

Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsienti (F.I.K.)

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1},$$

bunda Q_1 — ishchi jismga berilgan issiqlik miqdori va Q_2 — sovitgichga berilgan issiqlik miqdori.

Karnonning ideal tsikli uchun

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

bunda T_1 — isitgichning temperaturasi, T_2 — sovitgichning temperaturasi. Ikkita A va VOholatdagi entropiyaning $S_B - S_A$ farqi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$S_B - S_A = \int_A^B \frac{dQ}{T}$$

6.1 (V-5.72) Qaldiraq gaz (vodorod bilan kislorodning portlovchi aralash -masi)ning issiqlik CHFIMH C' shu gaz yonganda hosil bo'lgap suvobug'ining issiqlik sig'imi C'' dan necha marta katta? Masala: a) $V_0 = \text{const}$, b) $p = \text{const}$ hollar uchun yechilsin.

6.2 (V-5.73) Agar kislorodning o'zgarmas bosimda solishtirma issiqlik sig'imi $C_R = 1,05 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ga teng bo'lsa, uning dissotsiatsiya darajasi α nimaga teng?

6.3 (V-5.74) Dissotsiatsiya darajasi $\alpha = 0,5$ ga teng bo'lgan. bug'simon iodning C_v va C_r solishtirma issiqlik sig'implari topilsin. Iod (I_2) molekulasi molyar massasi $\mu = 0,254 \text{ kg/mol}$ ga teng.

6.4 (V-5.75) Agar azot uchun nisbatning $C_p/C_v = 1,47$ ga tengligi ma'lum bo'lsa, uning dissotsiatsiya darajasi α nimaga tengligi topilsin.

6.5 (V-5.76) $\nu_1 = 3 \text{ kmol}$ argon va $\nu_2 = 2 \text{ kmol}$ azotdan iborat bo'lgan gaz aralashmasining o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi C_R topilsin.

6.6 (V-5.77) $m_1 = 8 \text{ g}$ geliy va $m_2 = 16 \text{ g}$ kisloroddan iborat bo'lgan gaz aralashmasi uchun C_p/C_v nisbat topilsin.

6.7 (V-5.78) $\nu_1 = 1 \text{ kmol}$ kislorod va qanchadir m_2 massali argondan iborat bo'lgan gaz aralashmasining o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi $C_R = 1,05 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ga teng. Gaz aralashmasida qancha m_2 massali argon bor?

6.8 (V-5.79) $t = 10^\circ\text{S}$ temperaturada $m = 10 \text{ g}$ kislorod $p = 0,3 \text{ MPa}$ o'zgarmas bosimda isitilgandan keyin gaz kengayib $V = 10 \text{ l}$ hajmni egallaydi. a) Gazning olgan issiklik miqdori, b) gaz molekularining isitilgandan oldingi va keyingi issiqlik harakati energiyasi topilsin.

6.9 (V-5.80) $V = 2 \text{ l}$ hajmli yopiq. idishda $t = 10^\circ\text{S}$ temperaturada $m = 12 \text{ g}$ azot bor. Isitilgandan keyin idishdagi bosim $p = 1,33 \text{ MPa}$ ga teng bo'lgan. Isitishda gazga qancha Q issiklik miqdori berilgan?

6.10 (V-5.81) $p = 0,1 \text{ MPa}$ bosimda $V = 2 \text{ l}$ azot bor. Agar: a) $p = \text{const}$ bo'lganda, uning hajmini ikki baravar orttirish uchun, b) $V = \text{const}$ bo'lganda, uning bosimini ikki marta orttirish uchun qanchadan Q issiqlik miqdori berish kerak?

6.11 (V-5.82) Yopiq idishda $t_1 = 27^\circ\text{S}$ temperatura va $p = 0,1 \text{ MPa}$ bosimda $m = 14 \text{ g}$ azot bor. Isitilgandan keyin idishdagi bosim 5 marta ortgan. a) Gazning qanday t_2 temperaturagacha isitilganligi, b) idishning VO hajmi, v) gazga berilgan Q issiklik miqdori topilsin.

6.12 (V-5.83) $m = 12 \text{ g}$ kislorodni o'zgarmas bosimda $\Delta t = 50^\circ\text{S}$ ga isitish uchun qancha Q issiqlik miqdori sarflash kerak?

6.13 (V-5.84) $m = 40 \text{ g}$ kislorodni $t_1 = 10^\circ\text{S}$ dan $t_2 = 40^\circ\text{S}$ gacha isitish uchun $Q = 628 \text{ J}$ issiqlik sarf bo'lgan. Gaz qanday sharoitda isitilgai? (o'zgarmas hajmdami yoki o'zgarmas bosimdami?)

6.14 (V-5.85) YOPIQ. idishda $p = 0,1 \text{ MPa}$ bosimda $V = 10 \text{ l}$ havo bor. Idishdagi bosimni 5 marta orttirish uchun havoga qancha Q issiqlik miqdori berish kerak?

8- jadval

Kattaliklar	Birliklar			Kattaliklar ning o'lchamliligi
	Aniqlanishi	Nomlanishi	Belgilanishi	

Issiqlik mik.-dori	$Q=A=W$	Joul	J	$1^2 MT^{-2}$
Sistemaning issiklik sigimi	$C=Q/\Delta T$	joul bo'lingan kelvin	J/K	$L^2 MT^{-2} \theta^{-1}$
Sistemaning entropiyasi	$S=\Delta Q/T$	Joul bo'lingan kelvin	J/K	$L^2 MT^{-2} \theta^{-1}$
Solishtirma issiklik sig'imi	$C=Q/m \Delta T$	Joul bo'lingan kilogramm kelvin	$J/(kg K)$	$L^2 T^{-2} \theta^{-1}$
Solishtirma entropiya	$S=S/m$	Joul bo'lingan kilogramm kelvin	$J/(kg K)$	$L^2 T^{-2} \theta^{-1}$
Fazaviy aylanishning solishtirma issiqligi	$q=Q/m$	Joul bo'lingan kilogramm	$J/(kg \cdot K)$	$L^2 T^{-2}$
Temperatura gradienti	$\text{grad } T = \Delta T / \Delta l$	kelvin bo'lingan metr	K/m	$L^{-1} \theta$
Issiqlik quvvati	$F = \Delta Q / \Delta t$	vatt	Vt	$L^2 MT^{-3}$
Issiqlik quvvatining zichligi	$q=F/S$	vatt bo'lingan metr kvadrat	Vt/m^2	MT^{-3}
Issiqlik o'tkazuvchanlik	$\lambda = \frac{Q}{\Delta t S \Delta T / \Delta l}$	vatt bo'lingan metr kelvin	$Vt/(m \cdot K)$	$LM T^{-3} \theta^{-1}$
Temperatura o'tkazuvchanlik	$a = \lambda / cp$	metr kvadrat bo'lingan sekund	m^2/s	$L^2 T^{-1}$
Issiqlik olishish koeffitsienti	$\alpha = \Phi / S \Delta T$	vatt bo'lingan metr kvadrat kelvin	$Vt/(m^2 K)$	$MT^{-3} \theta^{-1}$

9- jadval

Kattalik	O'lchovobirliklari va ularning SI sistemasi birliklari bilan bog'lanishi
Issiklik miqdori	1 kal = 4,19 J
Sistemamining issiqlik sig'imi sistema entropiyasining entropiyasi	1 kal/K = 4,19 J/K

Solishtirma issiqlik sig'imi; solishtirma entropiya	$1 \text{ kal/(g}\cdot\text{K)} = 4,19 \cdot 10^{-3} \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$
Fazaviy aylanishning solishtirma issiqligi	$1 \text{ kal/g} = 4,19 \cdot 10^{-3} \text{ J/kg}$
Issiqlik oqimi	$1 \text{ kal/s} = 4,19 \text{ Vt}$
Issiqlik oqimining zichligi	$1 \text{ kal/(s}\cdot\text{sm}^2) = 4,19 \cdot 10^{-4} \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti	$1 \text{ kal/(s}\cdot\text{sm}\cdot\text{K)} = 4,19 \cdot 10^{-3} \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)}$

2-masala. Agar biror ko'p atomli gazning normal sharoitda zichligi $7,95 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ ga tengligi ma'lum bo'lsa, gazning o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik CIFIMH topilsin.

Echiliish. O'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik quyidagi formuladan aniklanadi

$$C_v = \frac{Ri}{2\mu} \quad (1)$$

bunda R — gaz doimiysi, i — ko'p atomli gaz molekulasiining erkinlik darajasi va μ — bir mol gazning massasi. Gaz zichligining formulasini Mendeleevo— Klapayron tenglamasidan osongina chiqarish mumkin

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} \quad (2)$$

(1) va (2) ga asosan

$$C_v = \frac{Ri}{2} \frac{p}{\rho RT} = \frac{Ri}{2\rho T} \quad (3)$$

Gaz normal sharoitda bo'lganligi uchun

$p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $T = 273 \text{ K}$. Ko'p atomli gazlar uchun $i = 6$. Bu berilganlarni (3) formulaga qo'ysak $C_v = 1,4 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ni olamiz.

Real gazlar mavzusiga doir qoshimcha masalalar

Real gazlarning holat tenglamasi (Van-der-Vaals tenglamasi) bir mol uchun quyidagi ko'rinishda bo'ladi;

$$\left(p + \frac{a}{V_0^2}\right)(V_0 - b) = RT_1$$

bunda V_0 — bir mol gazning hajmi, a va b — xar xil gazlar uchun turlicha bo'lgan o'zgarmas kattaliklar, p — bosim, T — absolyut temperatura va R — gaz doimiysi.

Gazning ixtiyoriy M massasi uchun Vander-Vaals tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\left(p + \frac{M^2}{\mu^2} \cdot \frac{a}{V^2}\right)\left(V - \frac{M}{\mu}b\right) = \frac{M}{\mu}RT$$

bunda V_0 — gazning umumiy hajmi, μ — bir kilomol gazning massasi.

Bu tenglamadagi $\frac{M^2 a}{\mu^2 V^2} = p_i$ — bocim, molekulalarning o'zaro ta'sir kuchiga bog'likdir va

$\frac{M}{\mu} b = V_i$ — hajm esa molekulalarning xususiy hajmiga bog'liq.

Berilgan gazga tegishli a va b doimiylar shu gazning T_k — kritik temperaturasi, r_k — kritik bosimi va V_{OK} — kritik hajmi bilan quyidagicha bog'langan:

$$V_{OK} = 3b, p_K = \frac{a}{27b^2}, T_K = \frac{8a}{27bR}.$$

Bu tenglamalarni a va b doimiylarga nisbatan YECHISH mumkin:

$$a = \frac{27T_K^2 R^2}{64p_K}, b = \frac{T_K R}{8p_K}$$

Agar keltirilgan kattaliklarni kiritsak:

$$\tau = \frac{T}{T_K}, \pi = \frac{p}{p_K}, \omega = \frac{V_0}{V_{OK}}$$

U vaqtda Vander-Vaal's tenglamasi bir mol uchun quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\left(\pi + \frac{3}{\omega^2} \right) (3\omega - 1) = 8\tau$$

6.15. Van-der-Vaal's tenglamasidagi a va b doimylarning SI sistemasidagi o'lchovobirlklari topilsin.

6.16. Ba'zi bir gazlar uchun kritik kattaliklar T_k va r_k ning qiymatlarini bilgan xolda (VII-jadvalga qarang), shu gaz uchun Van-der-Vaal's tenglamasidagi a va b doimiylar topilsin.

6.17. $p = 0,2$ MPa bosimda $V = 820$ sm³ hajmdagi $m = 2$ g azotning T temperaturasi qanday bo'ladi? Gazni: a) ideal va b) real deb qaralsin,

6.18. $p = 2,8$ MPa bosimda $V = 90$ sm³ hajmdagi $m = 3,5$ g kislorod ning T temperaturasi qanday bo'ladi? Gazni: 1) ideal va 2) real deb qaralsin.

6.19. $p = 100$ MPa bosimda $m = 10$ g geliy $V = 100$ sm³ hajmni egallaydi. Gazni: 1) ideal va 2) real deb hisoblab, uning T temperaturasi topilsin.

6.20. $t = 100^\circ\text{S}$ temperaturada $\nu = 1$ kmol karbonat anhidrid gazi berilgan. Gazni: 1) ideal va 2) real hisoblab, uning p bosimi topilsin. Masalani: a) $V_1 = 1$ m³ va b) $V_{O_2} = 0,05$ m³ Hajmlar uchun yechilsin.

6.21. $V = 0,5$ m³ hajmli yopiq idishda $p = 3$ MPa bosimda $\nu = 0,6$ kmol karbonat anhidrid gazi bor. Van-der-Vaal's tenglamasidan foydalanib, bosimni ikki marta orttirish uchun temperaturani necha marta orttirish kerakligi topilsin.

6.22. $t = 27^\circ\text{C}$ temperaturada va $p = 10$ MPa bosimda $\nu = 1$ kmol kislorod bor. Berilgan sharoitda kislorodni real gaz deb hisoblab, gazning V_O hajmi topilsin.

6.23. $t = 27^\circ\text{S}$ va $p = 5$ MPa bosimda $\nu = 1$ kmol azot bor. Berilgan sharoitda azotni real gaz deb hisoblab, gazning V_O hajmi topilsin.

6.24. Kislorod uchun kritik kattaliklar T_k va r_k ni ma'lum deb, kislorod molekulasi σ effektivodiametri topilsin.

6.25. Azot molekulasi σ effektivodiametrini ikki xil usul: a) normal sharoitda berilgan o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligining $\lambda = 95$ nm qiymatidan, b) Van-der-Vaal's tenglamasidagi b doimiysining berilgan qiymatidan topilsin.

6.26. Normal sharoitda karbonat anhidrid gazi molekulasi σ effektivodiametri o'rtacha erkin yugurish yo'lining uzunligi topilsin. Karbonat anhidrid gazi uchun T_k kritik temperatura va r_k kritik bosim ma'lum deb, molekulasi σ effektivodiametri hisoblansin.

6.27. $t = 17^\circ\text{S}$ temperaturada va $p = 150$ kPa bosimdagi geliy gazining D diffuziya koeffitsienti topilsin. Geliy gazi uchun T_k va r_k ma'lum deb, atomining σ effektivodiametri hisoblansin..

6.28. Karbonat angidrid gazini: 1) ideal va 2) real deb hisoblab, uning $v=1$ kmoli uchun $t=0^{\circ}\text{S}$ temperaturada $p=f(V)$ izotermalari chizilsin. VO hajmini (l/mol da) real gaz uchun quyidagi qiymatlarda oling: 0,07, 0,08, 0,10, 0,12, 0,14, 0,16, 0,18, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35 va 0,40; ideal gaz uchun esa $0,2 \leq VO \leq 0,4 \text{ l/mol}$ intervalda olinsin.

6.29. Normal sharoitda $v=1$ kmol gaz molekulalarining o'zaro ta'sir kuchidan hosil bo'lgai p_i bosim topilsin. Bu gaz uchun kritik temperatura va kritik bosim mos ravishda $T_k=417 \text{ K}$ va $r_k = 7,7 \text{ MPa}$ ga teng.

6.30. Vodorod uchun molekulalarining o'zaro ta'sir kuchi juda kichik bo'lib, molekulalarning xususiy o'lchami asosiy rolni o'ynaydi.

a) Bunday yarim ideal gazning holat tenglamasi yozilsin.

b) Vodorod molekulalarining xususiy o'lchamini hisobga olmasdan, $t = 0^{\circ}\text{S}$ temperaturada va $r=280 \text{ MPa}$ bosimda biror hajmdagi vodorod ning v miqdorini hisoblaganimizda yo'l qo'yiladigan xatolik topilsin.

6.31. $V=10 \text{ l}$ hajmli idishda $t=27^{\circ}\text{S}$ temperaturada $m=0,25 \text{ kg}$ azot bor. a) Molekulalarni o'zaro ta'siridan hosil bo'lgan bosim gaz bosimining qancha qismini tashkil qiladi? b) Molekulalarni xususiy hajmi idish hajmining qancha qismini tashkil qiladi?

6.32. Ba'zi bir gazning $v=0,5 \text{ kmol}$ $V_1 = 1 \text{ m}^3$ hajmini egallaydi. Gaz $V_2 = 1,2 \text{ m}^3$ hajmgacha kengayganda, molekulalarni o'zaro ta'sir kuchiga qarshi $A = 5,684 \text{ kJ}$ ga teng ish bajarilgan. Bu gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasidagi a doimiy topilsin.

Statistik taqsimot funktsiyalari va qattiq jismlardagi bog'lanish kuchlari mavzusiga doir qo'shimcha masalalar

Absolyut namlik r deb, havo tarkibidagi suvobug'ining portsial bosimiga aytiladi. Nisbiy namlik w deb, ma'lum temperaturadagi absolyut namlik r ning shu temperaturadagi havoni to'yintira oladigan suvobug'ining portsial bosimi r_t ga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Solishtirma byg'ra aylanish (bug'lanish) issiqligi r deb, o'zgarmas temperaturada suqlikning massa birligini bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Molyar bug'lanish issiqligi quyidagiga teng:

$$r_0 = \mu r$$

bunda μ –molyar massa.

To'yingan bug' bosimi r_t ning temperaturaga bog'lanishi Klauzius—Klapeyron tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\frac{dp_T}{dT} = \frac{r_0}{T(V_\delta - V_c)}$$

bunda V_{Ob} va V_{Oc} bug'ning va suyuqlikning molyar hajmi.

Isitilganda suyuqlik hajmining nisbiy o'zgarishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\frac{\Delta V}{V} = -\beta \Delta T$$

bunda β - hajm kengayish koeffitsienti.

Bosim o'zgarganda suyuqlik hajmining nisbiy o'zgarishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\frac{\Delta V}{V} = -k \Delta p$$

bunda k — siqiluvchanlik.

Sirt taranglik koeffitsienti α -suyuqlik sirt pardasi chegarasining uzunlik birligiga qo'yilgan kuchga mikdor jihatdan teng, ya'ni:

$$\alpha = \frac{F}{l}$$

suyuqlik sirt pardasining yuzi ΔS ga o'zgarganda

$$\Delta A = \alpha \cdot \Delta S$$

ga teng ish bajariladi.

Suyuqlik sirtining egriligidan vujudga kelgan qo'shimcha bosim Laplas formulasidan aniqlanadi:

$$\Delta p = \alpha \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

bunda R_1 va R_2 - suqlik sirtining ikkita o'zaro perpendikulyar kesimlarining egrilik radnuslari. Egrilik markazi suyuqlikning ichida (qavariq menisk) bo'lganda R radius musbat va, aksincha, egrilik markazi suqlikdan tashqarida (botiq menisk) bo'lganda R radius manfiy hisoblanadi.

Suyuqlikning kapillyar naychada ko'tarilish balandligi

$$h = \frac{2\alpha \cos \theta}{r\rho g}$$

bunda r — naychaning radiusi, ρ — suyuqlikning zichligi va θ — chetki burchak. Absolyut ho'llashda $\theta = 0$, absolyut ho'llanmaslikda esa $\theta = \pi$.

Yassi sirt ustidagi r_d bosimga nisbatan botiq sirt ustida to'yingan bug'ning r' bosimi kam, qavariq sirt ustida esa katta bo'ladi. Bu qo'shimcha bosim quyidagiga teng:

$$\Delta p = p_1 - p_0 = \pm \frac{2\alpha\rho_0}{\rho R}$$

bunda ρ — suyuqlikning zichligi, ρ_T — suyuqlikning to'yingan bug'ni zichligi va R — suyuqlik sirtining egrilik radiusi.

Eritmaning r osmotik bosimi va T termodinamik temperaturasi o'zaro bog'lanishi Vant-Goff formulasi bilan ifodalanadi:

$$p = CRT$$

bunda R — gaz doimiysi va S [mol/m³] = $m/\mu VO$ — eritmaning molyar konsentratsiyasi (eritmaning birlik hajmda erigan moddaning miqdori).

Moddaning molekullari dissotsiatsiyalanmagan eritma uchun molyar konsentratsiya

$$C = \frac{m}{\mu V} = \frac{N}{N_A}$$

bunda N_A — Avogadro soni va N — birlik hajmda erigan modda molekullarining soni. Molekullar dissotsiatsiyalanganda birlik hajmdagi zarrachalar sonining ko'p bo'lishi osmotik bosimning ortishiga sabab bo'ladi, eritma ustidagi to'yingan bug'ning bosimi sof erituvchi ustidagi bug'ning bosimidan kam bo'ladi.

Eritmaning konsentratsiyasi yetarlicha kam bo'lganda, eritma ustidagi to'yingan bug' bosimining nisbiy kamayishi Raul qonunidan aniqlanadi:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{z'}{z + z'}$$

bunda r_0 — sof erituvchi ustidagi to'yingan bug'ning bosimi, r — eritmaning ustidagi to'yingan bug'ning bosimi, z' — eritilgan moda modda miqdori va v — suyuqlik miqdori. Suyuqliklarning yopishqoqlik (ichki ishqalanish) hodisasiga tegishli masalalar I bobning 4- § da berilgan.

6.33. VIII jadvalda turli temperaturada fazoni to'yintiruvchi suvobug'ining bosimi berilgan. Bu ma'lumotlarga asoslanib, turli temperaturada $V=1$ m³ havodigi m to'yintiruvchi suvobug'i miqdori uchun jadvalni qanday tuzish kerak? Masala $t=50^\circ\text{S}$ temperatura uchun yechilsin.

6.34. $t=50^\circ\text{S}$ temperaturada to'yingan suvobug'ining zichligi

ρ_t topilsin.

6.35. To'yingan suvobug'ining ρ_t zichligi $t=16^\circ\text{S}$ temperaturali suvning zichligi ρ dan necha marta kam?

6.36. $t_1=200^\circ\text{S}$ temperaturada to'yingan suvobug'ining ρ_{t1} zichligi $t_2=100^\circ\text{S}$ temperaturada to'yingan suvobug'ining ρ_{t2} zichligidan necha marta ortiq?

6.37. Yoz kunida nisbiy namligi $\omega=0,75$ va temperaturasi $t=30^\circ\text{S}$ bo'lgan $V=1$ m³ havodagi suvobug'ining massasi m qancha?

6.38. $V_0 = 1 \text{ m}^3$ yopiq hajmdagi havoning $t = 20^\circ \text{C}$ temperaturada nisbiy namligi $\omega = 0,6$. Bu hajmdagi bug'ning to'yinishi uchun yana qancha Δm suvobug'lanishi kerak?

6.39. Temperaturasi $t_1 = 18^\circ \text{C}$ va nisbiy namligi $\omega = 0,5$ bo'lgan xonada metall choynakka sovuq suvosolingani. Suvning t_2 temperaturasi qanday bo'lganda choynak terlamay qoladi?

6.40. $t = 30^\circ \text{C}$ temperaturada to'yingan suvobug'ning birlik hajmdagi molekullar soni N topilsin.

6.41. $t = 50^\circ \text{C}$ temperaturada $m = 0,5 \text{ g}$ suvobug'i $V = 10 \text{ l}$ hajmni egallaydi. Bunda nisbiy namlik ω qanday bo'ladi? Agar hajmni V_1 dan

$V_2 = V_1/2$ gacha izotermik kamaytirilsa, bug'ning qancha Δm massasi kondensatsiyalanadi?

6.42. Boshlang'ich temperaturasi $t_1 = 20^\circ \text{C}$, hajmi $V = 1 \text{ l}$ bo'lgan Vilbson kamerasida suvobug'i bilan to'yingan havo bor. Porshen harakatlanib, kameralarning hajmi $V_2 = 1,25V_1$ marta kengaygan. Kengayish adiabatik hisoblansin va adiabat ko'rsatkichi $\chi = c_p/c_v = 1,4$ deb qabul qilinsin. a) Kengayishga qadar suvobug'ining r_1 bosimi; b) kengayishga qadar kameradagi sug' bug'ning m massasi; v) kengayishga qadar suvobug'ining ρ_1 zichligi; g) kengayishdan keyingi bug'ning t_2 temperaturasi (bug'ning kondensatsiyalanishda ajralib chiqqan issiqlik hisobiga temperaturaning o'zgarishi nazarga olinmasin); d) kondensatsiyalanib suvga aylangan bug'ning Δm massasi; ye) kondensatsiyalangandan keyingi suvobug'ning ρ_2 zichligi; j) o'ta to'yinish darajasi, ya'ni kengayishdan keyingi (lekin kondensatsiyalanishgacha) suvobug'i zichligining kondensatsiyalangandan keyingi temperaturada fazoni to'yintiruvchi suvobug'ning zichligiga nisbati topilsin.

6.43. Normal sharoitda suvning suyuq va bug'simon holatidagi v solishtirma hajmlari topilsin.

6.44. Termodinamikaning birinchi qonunidan hamda VII va VIII jadvallarda berilganlardan foydalanib, $t = 200^\circ \text{C}$ temperaturada suvning solishtirma bug'lanish issiqligi r topilsin. Suv uchun kritik temperatura $T_k = 647 \text{ K}$ va kritik bosim $p_k = 22 \text{ MPa}$. IX jadvalda berilganlarga asosan olingan natijalarning to'g'riligini tekshiring.

6.45. $t = 100^\circ \text{C}$ temperatura da suvning solishtirma bug'lanish issiqligining qancha qismi sistemaning ichki energiyasini o'ttirishga sarf bo'ladi?

6.46. $t = 77^\circ \text{C}$ temperaturada benzol (C_6H_6) ning solishtirma bug'lanish issiqligi $r = 96 \text{ kJ/kg}$ ga teng. SHu temperaturada bug'langan $\Delta m = 20 \text{ g}$ benzol ichki energiyasining o'zgarishi ΔW nimaga teng?

6.47. Klapeyron — Klauzius tenglamasidan va VIII jadvalda berilganlardan foydalanib, $t = 5^\circ \text{C}$ temperaturadagi suvning solishtirma bug'lanish issiqligi r topilsin. IX jadvalda berilganlarga asosan olingan natijaning to'g'riligini tekshiring.

7-MAVZU MEXANIK TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR MAVZUSIGA MASALALAR YECHISH

Garmonik tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) = A \sin(2\pi\nu t + \varphi) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

Bunda x — nuqtaning muvozanatlik vaziyatidan siljishi (u turli vaqt paytlari uchun turlicha bo'ladi), A — amplituda, T — davr, φ — boshlang'ich faza, $\nu = \frac{1}{T}$ tebranishlar chastotasi,

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ burchak chastota.

Tebranayotgan nuqtaning tezligi

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi A}{T} \cos\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi\right)$$

va tezlanishi

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

ga teng.

g p massali nuqtani garmonik tebranirayotgan kuch

$$F = ma = -\frac{4\pi^2 A}{T^2} m \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi\right) = -\frac{4\pi^2 m}{T^2} x = -kx,$$

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

Bu erda T esa $G' = -kx$ kuch ta'sirida tebranayotgan nuq-taning tebranish davri; bunda k — deformatsiya koeffitsienta bo'lib, son jihatdan 1 ga teng siljishni vujudga xeltiruvchi kuchga teng.

Tebranayotgan nuqtaning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \cos^2\left(\frac{1\pi}{T} + \varphi\right)$$

va potentsial energiyasi

$$W_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T} + \varphi\right)$$

To'la energiyasi

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

Mayatnikning kichik tebranishlari garmonik tebranma harakatlarga misol bo'lishi mumkin. Matematik mayatnikning tebranishlar davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

ga teng, bunda l —mayatnikning uzunligi va g —og'irlik kuchining tezlanishi.

Bir xil davrga ega, bir tomonga yo'yalgan ikki garmonik tebranishlar, qo'shilganida, davri o'zgarmagan

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

amplitudaliva boshlang'ich fazasi $\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$ tenglamadan aniqlaniladigan

garmonik tebranish hosil bo'ladi. A_1 va A_2 —qo'shiluvchi tebranishlar amplitudalari, φ_1 va φ_2 — ularning boshlang'ich fazalari.

Birday davrli o'zaro perpendikulyar ikki tebranishlar qo'shilganda natijaviy harakat traektoriyasining tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

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

t massali moddiy nuqtaga elastik kuch $F = -kx$ dan tashqari ishqalanish kuchi $F_{\text{ishq}} = -rv$ ham (bunda r ishqalanish koeffitsienti va v — tebranayotgan nuqta tezligi) ta'sir etayotgan bo'lsa, nuqtaning tebranishi so'na boradi.

So'navchi tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$x = Ae^{-\alpha t} \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda δ — so'nish koeffitsienti. Bunda $\delta = \frac{r}{2m}$ va $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ formuladagi ω_0 — xususiy tebranishning burchak chastotasi. $x = \delta T$ kattalik so'nishning logarifmik dekrementi deb ataladi.

Tebranishi $x_1 = A e^{-\delta t} \sin \omega_0 t$ ko'rinishida berilgan t massali moddiy iuqtaga tashqi davriy $F = F_0 \sin \omega t$ kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, u holda nuqtaning tebranishi majburiy bo'ladi va uning harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi;

$$x_2 = A \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda

$$A = \frac{r_0}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\delta^2 \omega^2}}$$

va

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Majburiy tebranishlar chastotasi ω xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 so'nish koeffitsienta δ bilan quyidagi munosabatda bog'langanda rezonans vujudga keladi:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}.$$

So'lmaydigan tebranishlar nur deb ataluvchi muayyan yo'nalish bo'ylab s tezlilikda tarqalayotganida shu iur yotuvchi va tebranishlar manbaidan l masofada turgan har qanday nuqtaning siljishi quyidagi tenglama bilan beriladi:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi l}{\lambda}\right),$$

bunda A — tebranayotgan nuqtalarning amplitudasi, λ — to'lqin uzunligi, CHunonchi $\lambda = cT$ Nurda tebranishlar manbaidan l_1 va l_2 masofada yotuvchi ikki nuqtaning fazalar ayirmasi quyidagicha

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \frac{l_2 - l_1}{\lambda}$$

To'lqinlar interferentsiyasida quyidagi shartda maksimum amplituda hosil bo'ladi.

$$l_2 - l_1 = 2n \frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots),$$

bunda l_1 — l_2 nurlar yurish yo'lining farqi.

$$l_2 - l_1 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots)$$

shartda amplituda minimum bo'ladi.

7.1. Agar 1 min da 150 tebranish bo'lib, tebranishlarning boshlang'ich fazasi 45° ga teng va amplitudasi 5 sm bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. SHu harakat grafigini chizing.

7.2. Amplitudasi 0,1 m, davri 4 sek va boshlang'ich fazasi iolga teng bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing.

7.3. Garmonik tebranishlar amplitudasi 50 mm, davri 4 sek va boshlang'ich fazasi $\frac{\pi}{4}$

. 1) Mazkur tebranishning tenglamasini yozing. 2) $t = 0$ va $t = 1,5$ sek bo'lganda tebranayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishiii toping. 3) Bu harakat grafigini chizing.

7.4. Tebranishlariing boshlang'ich fazasi: 1) 0, 2) $\frac{\pi}{2}$, 3) π , 4) $\frac{3}{2}\pi$, 5) 2π bo'lgan

garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. Tebranishlar amplitudasi 5 sm va tebranishlar davri 8 sek. Bu hollarning hammasi uchun tebranishlar grafigini chizing.

7.5. Birday amplituda ($A_1 - A_2 = 2\text{ sm}$) va birday davrga ($T_1 = T_2 = 8\text{ sek}$) ega bo'lgan, lekin fazalarning farqi: 1) $\frac{\pi}{4}$, 2) $\frac{\pi}{2}$, 3) π , 4) 2π bo'lgan ikki garmonik tebranishni bitta grafikda chizing.

7.6. Garmonik tebranayotgan nuqta harakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatdan yarim amplitudaga teng siljiydi? Tebranish davri 24 sek , boshlang'ich faza nolga teng.

7.7. Garmonik tebranishning boshlang'ich fazasi nolga teng. Davrning qanday qismini o'tgach nuqtaning tezligi maksimal tezligining yarmiga teng bo'ladi?

7.8. $x = 7 \sin 0,5 \pi t$ tenglama bo'yicha tebranma harakat qilayotgan nuqta harakat boshlanganidan qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatidan maksimal siljishga qadar yo'lni o'tadi?

7.9. Garmonik tebranish amplitudasi 5 sm , davri 4 sek ga teng. Tebranayotgan nuqtaning maksimal tezligini va uning maksimal tezlanishini toping.

7.10. Nuqtaning harakat tenglamasi $x = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4}\right)\text{ cm}$ ko'rinishida berilgan. 1)

Tebranishlar davrini 2) nuqtaning maksimal tezligini, 3) uning maksimal tezlanishini toping.

TO'LKINLAR

Tebranayotgan nuqtaning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \cos^2\left(\frac{1\pi}{T}t + \varphi\right)$$

va potentsial eksrgiyasi

$$W_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

To'la energiyasi

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

Mayatnikning kichik tebranishlari garmonik tebranma harakatlarga misol bo'lishi mumkin. Matematik mayatnikning tebranishlar davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

ga teng, bunda l —mayatnikning uzunligi va g —og'irlik kuchining tezlanishi.

Bir xil davrga ega, bir tomonga yo'yalgan ikki garmonik tebranishlar, qo'shilganida, davri o'zgarmagan

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

amplitudaliva boshlang'ich fazasi $\text{tg } \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$ tenglamadan aniqlaniladigan

garmonik tebranish hosil bo'ladi. A_1 va A_2 —qo'shiluvchi tebranishlar amplitudalari, φ_1 va φ_2 — ularning boshlang'ich fazalari.

Birday davrli o'zaro perpendikulyar ikki tebranishlar qo'shilganda natijaviy harakat traektoriyasining tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

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

t massali moddiy nuqtaga elastik kuch $F=-kx$ dan tashqari ishqalanish kuchi $F_{\text{ishq}} = -rv$ ham (bunda r ishqalanish koeffitsienti va v — tebranayotgan nuqta tezligi) ta'sir etayotgan bo'lsa, nuqtaning tebranishi so'na boradi.

So'nuvchi tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$x = Ae^{-\delta t} \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

bunda δ — so'nish koeffitsienti. Bunda $\delta = \frac{r}{2m}$ va $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ formuladagi ω_0 — xususiy

tebranishning burchak chastotasi. $x = \delta T$ kattalik so'nishning logarifmik dekrementi deb ataladi.

Tebranishi $x_1 = A_e^{-\delta t} \sin \omega_0 t$ ko'rinishida berilgan t massali moddiy nuqtaga tashqi davriy $F = F_0 \sin \omega t$ kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, u holda nuqtaning tebranishi majburiy bo'ladi va uning harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi;

$$x_2 = A \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda

$$A = \frac{r_0}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\delta^2 \omega^2}}$$

va

$$\tan \varphi = \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Majburiy tebranishlar chastotasi ω xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 so'nish koeffitsientiga δ bilan quyidagi munosabatda bog'langanda rezonans vujudga keladi:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}.$$

So'lmaydigan tebranishlar nur deb ataluvchi muayyan yo'nalish bo'ylab s tezlikda tarqalayotganida shu yur yotuvchi va tebranishlar manbaidan l masofada turgan har qanday nuqtaning siljishi quyidagi tenglama bilan beriladi:

$$x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi l}{\lambda}\right),$$

bunda A — tebranayotgan nuqtalarning amplitudasi, λ — to'lqin uzunligi, chunki $\lambda = cT$.
Nurda tebranishlar manbaidan l_1 va l_2 masofada yotuvchi ikki nuqtaning fazalar ayirmasi quyidagicha

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \frac{l_2 - l_1}{\lambda}$$

To'lqinlar interferentsiyasida quyidagi shartda maksimum amplituda hosil bo'ladi.

$$l_2 - l_1 = 2n \frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots),$$

bunda l_1 — l_2 nurlar yurish yo'lining farqi.

$$l_2 - l_1 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} (n = 0, 1, 2, \dots)$$

shartda amplituda minimum bo'ladi.

7.11. Garmonik tebranma harakatda bo'lgan jismning to'la energiyasi $3 \cdot 10^{-5}$ J, jismga ta'sir etuvchi maksimal kuch $1,5 \cdot 10^{-3}$ N ga teng. Tebranish davri 2 sek va boshlang'ich faza 60° bo'lsa, bu jismning harakat tenglamasini yozing.

7.12. Moddiy nuqtaning garmonik tebranishlar amplitudasi $A = 2$ sm, tebranishlarning to'la energiyasi $W = 3 \cdot 10^{-7}$ J. Muvozanat vaziyatidan qancha siljiganda tebranayotgan nuqtaga $F = 2,25 \cdot 10^{-5}$ N kuch ta'sir etadi?

7.13. Uzunligi 2 m bo'lgan ipga osilgan sharcha 4° burchakka og'dirilib, tebranishi

kuzatiladi. Tebranishni so'nmaydigan garmonik tebranish deb faraz qilib, sharcha muvozanat vaziyatidan o'tayotgandagi tezligini toping. Mexanika tenglamalaridan sharchaning muvozanatlik vaziyatidan o'tish tezligini topib, olingan yechimni tekshirib ko'ring.

7.14. Prujinaga 10 kG yuk osilgan. Prujina 1 kR kuch ta'sirida 1,5 sm cho'zilishi ma'lum bo'lsa, yukning vertikal tebranish davrini aniqlang.

7.15. Prujinaga yuk osilgan. Yuk tebranishinir maksimal kinetik energiyasi 1 j ekanligi ma'lum bo'lsa, prujinaning deformatsiya koeffitsientini toping. Tebranish amplitudasi 5 sm.

7.16. Ikkita birday prujinalarga osilgan yukning prujinalarni ketma-ket ulashdan parallel ulashga o'tkazilgandagi vertikal tebranish davri qanday o'zgargan?

7.17. Prujinaga osilgan mis sharcha vertikal tebranayapti. Prujinaga mis sharcha o'miga shunday radiusdagi alyuminiy sharcha osilsa, tebranish davri qanday o'zgaradi?

7.18. Prujinaga toshlar qo'yilgan tarozi pallasi osilgan. Bunda vertikal tebranishlar davri 0,5 sek ga teng. Pallaga qo'shimcha toshlar qo'yilganidan keyin vertikal tebranish davri 0,6 sek bo'ldi. SHu qo'shimcha yuk tufayli prujina qanchaga cho'zilgan?

7.19. Uzunligi 40 sm va radiusi 1mm bo'lgan rezinka shnurga og'irligi 0,5 kG tosh osilgan. SHu rezinkaiing Yung moduli 0,3 kG/mm² ekanligi ma'lum bo'lsa, toshning vertikal tebranish davrini toping. K o' r s a t m a. Rezinkaning deformatsiya koeffitsienta k rezinkaning Yung moduli E

bilan $k = \frac{SE}{l}$ nisbatda bog'langanligini e'tiborga oling; bundagi S —rezinka ko'ndalang

kesimining yuzi va l — uning uzunligi.

7.20. Og'irligi $R=0,2$ kG bo'lgan areometr suyuqlikda qalqimoqda. Areometrii suyuqlikka bir oz botirib, so'ngra qo'yib yuborilsa, u $T=3,4$ sek davr bilan tebrana boshlaydi. Tebranishni so'nmaydigan deb hisoblab, shu tajriba ma'lumotlariga, asosanib areometr qalqib yurgan suyuqlikning zichligi ρ ni toping. Areometrning vertikal silindrik naychasining diametri $d=1$ sm².

7.21. 8 sek birday davr va 0,02 m birday amplitudali bir tomonga yo'nalgan ikki garmonik tebranma harakatlarni qo'shish natijasida olinadigan harakat tenglamasini yozing. Bu tebranishlar fazalarining farqi $\frac{\pi}{4}$ ga teng, birining boshlang'ich fazasi nolga teng.

8,9-MAVZU Elektrostatika. Kulon qonuni. Mavzusiga masalalar yechish

ELEKTR VA MAGNIT BIRLIKLARI

Birliklar xalqaro sistemasining tashkiliy qismi elektr va magnit kattaliklarini o'lchash uchun belgilangan MQSA (GOST 8033-56) sistemasidir.

Bu sistemaning asosiy birliklari metr (m), kilogramm (kg), sekund (sek) va amper (a) dir. MQSA sistemasining hosilaviy birliklari fizik kattaliklar orasidagi bog'lanishni ko'rsatuvchi qonunga asosan kelib chiqadi. Masalan» elektr miqdorining birligi kulon (k), tok kuchi 1α bo'lganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan 1 sek da o'tayotgan elektr miqdori $q= It$ tenglamadan aniqlanadi, ya'ni $1 k=1\alpha * 1$ sek. Potentsiallar ayirmasining birligi — volt (v), $R=U*I$

tenglamadan aniqlanadi, bu yerda R — tokniig quvvati. Bundan $1\theta = \frac{1\epsilon m}{1\alpha}$. Xuddi shu yo'l bilan

qolgan hosilaviy kattaliklarning birliklarini MQSA sistema dan topish mumkin (12-jadvalga qarang).

MQSA birliklar sistemasining qo'llanishi formulalarning ratsionalizatsiya qilinishi (soddalashtirilishi) bilan bog'liqdir. Elektr va magnit hodisalari nazariyasiga tegishli bo'lgan ko'pchilik tenglamalarga 4π sonli ko'paytuvchi kiradi (masalan, Gauss teoremasi, yassi kondensator sig'imi, solenoid ichidagi magnit maydoni kuchlanganligi va h. k.).

Tenglamalarning ratsionalizatsiya qilinishi elektrotexnika va radiotexnikada juda ko'p qo'llaniladigan formulalarda bu ko'paytmani kiritmaslikni maqsad qilib qo'yadi shu bilan birga, 4π ko'paytuvchi boshqa, kam qo'llaniladigan, uning qatnashishi geometrik mulohazalar bilan tushuntirilishi mumkin bo'lgan formulalarga, kiradi. GOST xalqaro sistemadagi elektr va magnit birliklarini elektromagnit maydoni tenglamalarining ratsionalizatsiya qilingan shakli uchun belgiladi. Bunga -mos holda III bob paragraflariga tegishli kirish qismidagi hamma tenglamalar ratsibnalizatsiyalashgan shaklda berilgan.

GOST 8033-56 da, MQSA -sistemasidan tashqari, elektr va magnit o'lchovlari uchun SGS sistemasi (Gauss sistemasi) ni ham qo'llash mumkinligi ko'rsatilgan. SHuning uchun masala shartlarida berilgan son qiymatlar har doim MQSA sistemada berilmaydi. Biroq, yagona sistemani qo'llash bilan bog'liq bo'lgan afzallikni e'tiborga olib, oldingi boblardagi kabi, masalalar faqat MQSA sistemasidagi birliklarda yechiladi. Buning uchun masalalar shartida berilgan son qiymatlarni MKSA sistemasidagi birliklarga aylantirish. zarur. 13- jadvalda GOST 8033-56 ga muvofiq SGS va MQSA sistemalaridagi ba'zi birliklar orasidagi munosabat ko'rsatilgan.

SGS sistemada ko'pchilik birliklarning nomi bo'lmaganligi uchun, biror fizik kattalik birlignni shu sistema simvoliga mos indeks bilan ifodalaymiz.- Masalan, tok kuchkning birligi SGS_t bilan, sig'im, birligi SGS_s bilan va h. k. ifodalanadi.

12- jadval

Miqdor va uning ifodasi	Birliknn aniqlashda xizmat qiluvchi tenglami	O'lchov birligi	Birliknnng qisqartirilgan belgisi	Miqdorning O'lchamligi
Asosiy birliklar				
Uzunlik l	—	metr	M	L
Massa t	—	kilogramm	kg	M
Vaqt t	—	sekund	sek	T
Elektr tok	—	amper	a	I
Kuchi I	—			
Hosilaviy birliklar				
Elektr miqdori	$Q=It$	kulon yoki amper-sekund	$k(a-sek)$	TI
Elektr siljishinig oqimi (elektr induksiya oqimi)	$\psi = N_D = \sum q$	kulon	k	TI
Elektr zaryadining chiziqli zichligi	$\tau = \frac{Q}{l}$	kulon bo'lingan metr	k/m	$L^{-1}TI$
Elektr zaryadining sirt zichligi	$\sigma = \frac{q}{S}$	kulon bo'lingan metr kvadrat	k/m^2	$L^{-2}TI$

Elektr siljishi (elektr induktsiyasi)	$D = \sigma$	bo'lingan metr kvadrat	k/m^2	$L^{-2}TI$
Elektr zaryadining hajm zichligi	$\delta = \frac{q}{V}$	kulon bo'lingan metr kub	k/m^3	$L^{-3}TI$
Potentsiallar ayirmasi; elektr yurituvchi kuch	$\Delta U = \frac{A}{q}$	vol't	v	$L^{-2}MT^{-3}I^{-1}$
Elektr maydonining kuchlanganligi	$E = \frac{U}{l}$	vol't bo'lingan metr	v/m	$LMT^{-3}I^{-1}$
Elektr qarshiligi	$R = \frac{U}{I}$	om	Om	$L^2MT^{-3}I^{-a}$
Solishtirma elektr karshiligi	$\rho = \frac{RS}{l}$	om-metr	$om \cdot m$	$L^3MT^{-3}I^{-2}$
Elektr sig'imi	$C = \frac{q}{U}$	farada	f	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$
Tok zichligi	$I = \frac{I}{S}$	amper bo'lingan metr kvadrat	α / m^2	$L^{-2}I$
Magnit induktsiyasining oqimi	$ d\Phi = Edt$	veber	$\epsilon\delta$	$L^2MT^{-a}I^{-1}$
Magnit induktsiyasi	$B = \frac{\Phi}{S}$	tesla (kvadrat - metrda veber)	Tl	$MT^{-a}I^{-1}$
Induktivlik	$ L = \frac{E}{dI/dt}$	Genri	Gn	$L^2MT^{-a}I^{-2}$
Magnit maydoni kuchlanganligi	$H = \frac{I}{2\pi r}$	Amper bo'lingan metr	α / m	$L^{-1}I$
Tokli kontur (strelka)ning magnit momenti	$\rho = IS$	Ampermetr kvadrat	$\alpha \cdot m^2$	L^2I

13-jadvalda elektromagnit maydon tenglamalarining ratsionalizatsiya qilinmagan shakli uchun SGSsistemasidagi birliklar bilan ratsionalizatsiya qilingan shakli uchun MQSA sistemasidagi birliklar orasidagi munosabatlar berilgan. Ratsionalizatsiya qilinmagan va ratsionalizatsiya qilingan tenglamalar orasidagi bog'lanishlari ilovalardan qaralsin.

Muxitning nisbiy dielektrik kirituvchanligi $\epsilon = \frac{\epsilon^T}{\epsilon_0}$ ni kiritamiz, bunda ϵ — muhitning absolyut

dielektrik kirituvchanligi bo'lib, uning son qiymati muhitning xossasiga va birliklar sistemasining tanlanishiga bog'liq; ϵ_0 — vakuumning dielektrik kirituvchanligi. ϵ_0 kattalikni elektrik doimiy deyilib, uning son qiymati faqat o'lchov birliklari sistemasining tanlab

olinishiga bog'liq. U holda hamma tenglamalarda ε' o'rniga son Jihatidan unga teng bo'lgan $\varepsilon_0\varepsilon$ kattalikni olishimiz mumkin, bunda ε_0 elektrik doimiy va ε — muhitning vakuumga nisbatan dielektrik kirituvchanlik qiymati, ya'ni dielektrik kirituvchanlikning jadvaldagi odatdagi qiymatidir. SGS sistemasida $\varepsilon_0=1$ va $\varepsilon' = \varepsilon$. MKSA sistemasida

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi c^2} \cdot 10^7 \frac{\phi}{m} = 8,85 \cdot 10^{-12} \phi / m \quad (c \approx 3 \cdot 10^9 \text{ m / sek}).$$

Miqdor	O'lchovobirligi va uning SI birliklari bilan bog'lanishi
Tok kuchi	$1CFC_1 = \frac{10}{c} \alpha = \frac{1}{3} 10^{-9} \kappa$
Elektr miqdori . .	$1CFC_q = \frac{10}{c} \kappa = \frac{1}{3} 10^{-9} \kappa$
Elektr siljishining oqimi (elektr induksiya oqimi).....	$1CFC_\phi = \frac{10}{4\pi c} \kappa = \frac{1}{4\pi \cdot 3} \cdot 10^{-9} \kappa$
Elektr siljishi (elektrostatik induksiya)	$1CFC_D = \frac{10^5 \kappa}{4\pi c \cdot m^2} = \frac{1}{4\pi c \cdot 3} 10^{-5} \kappa / m^2$
Elektr zaryadiniyag sirt eichligi	$1CFC_a = \frac{10^5}{c} \kappa / m^2 = \frac{1}{3} 10^{-5} \kappa / m^2$
Potentsiallar ayirmasi	$1CFC_u = c \cdot 10^{-3} \vartheta = 3 \cdot 10^2 \vartheta$
Elektr maydonining Kuchlanganligi	$1CFC_E = c \cdot 10^{-3} \vartheta / m = 3 \cdot 10^4 \vartheta / m$
Elektr qarshiligi	$1CFC_R = c^2 \cdot 10^{-2} o_m = 9 \cdot 10^{11} o_m$
Solishtirma elektr qarshiligi	$1CFC_p = c^3 \cdot 10^{-11} o_m \cdot m = 9 \cdot 10^3 o_m \cdot m$
Elektr sig'imi . . .	$1CFC_c = \frac{1}{c^2} \cdot 10^9 \varphi = \frac{1}{9} \cdot 10^{-11} \varphi$
Tok zichligi	
Magnit induktsiyasining oqimi	$1CFC_j = \frac{10^5}{c} a / m^2 = \frac{1}{3} \cdot 10^{-5} a / m^2$
Magnit induktsiyasi	$1CFC_\phi = 1 \text{ максвелл (мкс) } = 10^{-8} \text{ вб}$
Induktivlik ...	$CFC_B = 1 \text{ гаусс (гс) } = 10^{-4} \text{ тл}$
Magnit maydoni kuchlanganligi	$1CFC_L = c^3 \cdot 10^{-9} \varrho_H = 9 \cdot 10^{11} \varrho_H$
	$1CFC_H = 1 \text{ эрстед (э) } = \frac{1}{4\pi} \cdot 10^{-3} a / m$

I z o h: Bu jadvalda yorug'lik tezligining bo'shliqdagi qiymati santimetr bo'lingan sekund bilan ifodlangan, ya'ni $c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/cek}$

Induktivlik birligining aniqlovchi tenglama sifatida yoki $\delta = -L \frac{dI}{dt}$ tenglamani yoki $F = LI$

(CGC sistemasida $\Phi = \frac{1}{C} LI$) ni olish mumkin. Birinchi tenglamadan $|L| = \frac{\delta dt}{dI}$ ega

bo'lamiz va u holda $1\text{zH} = \frac{1\text{e} \cdot 1\text{cek}}{1\text{a}} = \frac{\left(\frac{1}{c} : 10^8 \text{ CGC}_U\right) \cdot 1\text{cee}}{\frac{c}{10} \text{ CGC}_1} = \frac{1}{c^2} \cdot 10^9 \text{ CGC}_L$, bundan

$1\text{CGT}_L = c^2 \cdot 10^{-9} \text{ zH}$. Bu munosabat GOST 8033*56 ga mos holda 13-jadvalda keltirilgan.

Ikkinchi tenglama olinganda esa $L = \frac{c\Phi}{I}$ va u xolda

$$1\text{zH} = \frac{c \cdot 1\text{e}\delta}{I a} = \frac{c(10\text{CGT}_\phi)}{\frac{c}{10} \text{ CGC}_1} = 10^9 \text{ CGC}_L$$

Bundan $1\text{SGS}_L = 10^{-9}$ gn. Bu munosabat fizika darslarining deyarli hammasida keltiriladi. Balki GOST oxirgi munosabatga asosan o'zgarar. Bu masala kitobida SGS_L birligidan foydalanamiz, induktivlikni faqat SI sistemasida birlikda – genrida ifodalaymiz.

Xuddi shunga o'xshash muhitning absolyut magnit kirituvchanligi μ' o'rniga son jihatidan unga teng bo'lgan μ_0 kattalikni olamiz, bunda μ_0 — magnit doimiysi va μ — muhitning vakuumga nisbatan magnit kirituvchanligining qiymati, ya'ni magnit kirituvchanligining odatdagi jadvaldagi qiymatidir. SGS sistemasida

$$\mu_0 = 1 \text{ va } \mu' = \mu$$

MKSA sistemasida

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ zH/M} = 12.57 \cdot 10^{-7} \text{ zH/M}$$

Masalalar YECHISHga doyr masollar

1-masala. Agar havodagi sharcha $U = 4\text{SGS}_U$ potentsialgacha zaryadlanib, sirtidagi zaryadning sirt zichligi $\sigma = 0,138 \frac{\text{CGC}q}{\text{cm}^2}$ bo'lsa, uning radiusi topilsin.

Echilishi. SHarchaning zaryadi q , uning sig'imi S va uning potentsiali U

$$C = \frac{q}{U} \quad (1)$$

munosabat orqali bog'lanadi, bunda

$$q = \sigma \cdot 4\pi r^2 \quad (2)$$

Bundan tashqari, shar sig'imi

$$C = \pi \varepsilon_0 \varepsilon r \quad (3)$$

(1), (2) va (3) dan

$$r = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon U}{\sigma}$$

kelib

chiqadi.

Bizda

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ } \phi / \text{ } \mathcal{M}, \varepsilon = 1, U = 4CFC_U = 12 \cdot 10^2 \text{ } \mathcal{B}, \sigma = 0,138 \cdot \frac{CFCq}{\text{ } \mathcal{C}\mathcal{M}^2} = \frac{0,138}{3} \cdot 10^5 \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 \quad \text{edi.}$$

Bu qiymatlarni (4) dagi o'rniga qo'ysak,

$$r = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 12 \cdot 10^2 \cdot 3}{0,138 \cdot 10^{-8}} \text{ } \mathcal{M} \quad 23 \cdot 10^{-8} \text{ } \mathcal{M} \quad 2,3 \text{ } \mathcal{C}\mathcal{M}$$

chiqadi.

2-masala. Yassi kondensatorda elektr induktsiyasi (elektr siljishi) $10^{-5} \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2$ ga teng bo'lsa, shu kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi qanchaga teng bo'ladi?

Enilishi, Ma'lumki $D = \varepsilon_0 \varepsilon E$, $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon}$ demak,

$$D = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \sigma \quad (1)$$

ya'ni elektr maydonining induktsiyasi son jihatdan kondensator plastinkalaridagi zaryadlar sirt zichligiga teig. Bizda $D = 10^{-5} \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2$. Demak, $\sigma = 10^{-5} \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2$. Endi D va σ qiymatlarini SGS sistemadagi birlikka keltiramiz. 13-jadvaldan:

$$1CIT_D = \frac{10^5}{4\pi\mathcal{C}} \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 \quad \text{ } \ddot{e}ku \quad 1\kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 \quad \frac{4\pi\mathcal{C}}{105} \quad CCIT_D \quad (2)$$

U holda

$$D = 10^{-3} \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 = 10^{-5} \frac{\pi\mathcal{C}}{10^5} CIT_D = 37,7CIT_D \quad (3)$$

Endi $\sigma = 10^{-5} \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2$. 13-jadvaldan $1\kappa = \frac{\mathcal{C}}{10} CFCq$. Bundan tashqari, $1\text{ } \mathcal{M} = 10^2 \text{ } \mathcal{S}\mathcal{M}$, u holda

$$1\kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 = \frac{\mathcal{C} \cdot CFC}{10 \cdot 10^4 \text{ } \mathcal{C}\mathcal{M}^2} 3 \cdot 10^5 \frac{CFCq}{\text{ } \mathcal{C}\mathcal{M}^2} \quad (4)$$

va

$$\sigma = 10^{-5} \text{ } \kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 = 10^{-5} \cdot 3 \cdot 10^5 \frac{CFCq}{\text{ } \mathcal{C}\mathcal{M}^2} = 3 \frac{CFCq}{\text{ } \mathcal{C}\mathcal{M}^2} \quad (5)$$

SHunday qilib, D va σ kattaliklari faqat ratsionalizatsiya qilingan MQSA sistemasidagina son jihatdan teng bo'ladi. Ratsionalizatsiya qilinmagan. SGS sistemasida ularning son qiymatlari mos kelmaydi. SHuning uchun «kvadrat metrda kulon» — birligini SGS sistemasiga o'tkazishda, yana qanday kattalikda shunday o'lcham borligiga ahamiyat berish kerak, chunki (2) va (4) ga muvofiq

$$1\kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 = 1MKCA_D = \frac{4\pi\mathcal{C}}{10^5} CFC_D$$

va

$$1\kappa / \text{ } \mathcal{M}^2 = MKCA_\sigma = 3 \cdot 10^5 \frac{CFC_q}{\text{ } \mathcal{C}\mathcal{M}^2}$$

3-masala. O'zaksiz uzun g'altakdan $I = 4a$ tok o'tkazilganda, shu g'altakdagi magnit induktsiyasi oqimi $F = 250 \text{ } \mathcal{M}\mathcal{K}\mathcal{S}$ bo'lgan. G'altak ko'ndalang kesimining yuzi $S = 5 \text{ } \mathcal{S}\mathcal{M}^2$. SHu g'altakning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan o'ramlar soni qancha bo'ladi?

Echilishi. Solenoiddagi magnit induktsiyasining oqimi $\Phi = \mu_0 \mu I n$ formuladan aniqlanadi, bundan

$$n = \frac{\Phi}{\mu_0 \mu l S} \quad (1)$$

Bizda. $\Phi = 250 \text{ MKC} = 250 \cdot 10^{-8} \text{ Вб}$; $\mu_0 = 12,57 \cdot 10^{-7} \text{ ЗН/м}$, $\mu = 1$, $I = 4 \text{ А}$, $S = 5 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.
Bu qiymatlarni (1) ga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$n = \frac{250 \cdot 10^{-8}}{12,57 \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}} = 1000 \text{ м}^{-1}$$

4-masala. Yassi kondensator davriy ravishda akkumulyatorlar batareyasidan potentsiallar ayirmasi $U=80$ voltagacha zaryadlanadi va solenoid (o'zaksiz) orqali razryadlanadi. Kondensator sekundiga 100 marta almashtirib ulanadi. Kondensator plastinkalarining yuzi $S=100 \text{ см}^2$. Plastinkalar orasidagi fazo parafin ($\epsilon = 2,1$) bilan to'ldirilgan. $l=25 \text{ см}$ uzunlikdagi solenoid $N=250$ o'ramga ega. Solenoiddagi magnit induktsiyasining o'rtacha qiymati topilsin.

Echilishi. Kondensatorning har bir razryadlanishida solenoiddan $q = SU$ elektr miqdori o'tadi, bunda S — yassi kondensator sig'imi bo'lib, $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ ga teng. Solenoiddan o'tuvchi tokning o'rtacha kuchi $I = qp$ ga teng, bunda p — kondensatorning bir sekunddagi razryadlanish soni. Solenoid ichidagi magnit maydoni kuchlanganligi $H = I \frac{N}{l}$ ga teng. Solenoiddagi magnit induktsiyasi $B = \mu_0 \mu H$ ga teng. Bu tenglamalardan quyidagi natijaviy formula hosil bo'ladi:

$$B = \frac{\mu_0 \mu \epsilon_0 \epsilon \cdot S U n N}{l d} \quad (1)$$

Bizda

$$\mu_0 = 12,57 \cdot 10^{-7} \text{ ЗН/м}, \mu = 1, \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}, \epsilon = 2,1, S = 100 \text{ см}^2 = 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2, U = 80 \text{ В},$$

$$n = 100 \frac{1}{\text{сек}}, N = 250, l = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м} \text{ va } d = 4,7 \text{ мм} = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Bu qiymatlarni (1) ga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$B = \frac{12,57 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2,1 \cdot 10^{-2} \cdot 80 \cdot 10^2 \cdot 250}{0,25 \cdot 4,7 \cdot 10^{-3}} \text{ Тл} = 3,97 \cdot 10^{-10} \text{ Тл}$$

13-jadvaldan foydalanib, javobni gausslarda ifodalash mumkin

$$B = 3,97 \cdot 10^{-5} \text{ Зс}$$

9.1. Vodorod atomining yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin. Vodorod atomining radiusi $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ см}$, yadro zaryadi elektron zaryadiga miqdor jihatidan teng va qarama-qarshi ishoralidir.

9.2. Havoda bir-biridan 20 см uzoqlikda turgan ikkita nuqtaviy zaryad biror kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. Yog'da bu zaryadlar shunday kuch bilan o'zaro ta'sir qilishi uchun, ularni qanday uzoqlikda joylashtirish kerak?

9.3. Ikkita nuqtaviy zaryad o'zaro ta'sir kuchini ular orasidagi masofaga bog'lanish grafigi chizilsin.

Grafik $2 \leq r \leq 10 \text{ см}$ intervalda 2 см oralik bilan chizilsin. Zaryadlar miqdori mos ravishda $2 \cdot 10^8 \text{ К}$ va $3 \cdot 10^8 \text{ К}$.

9.4. Ikkita protonning Nyuton tortishish kuchi ularni kulon itarishish kuchidan necha marta kichik? Protonning zaryadi son jihatdan elektron zaryadiga teng.

9.5. Natriy atomini bombardirov qilayotgan proton uning yadrosiga $6 \cdot 10^{-12} \text{ см}$ gacha yaqin keldi deb hisoblab, proton bilan natriy yadrosining elektrostatik itarishish kuchi topilsin. Natriy yadrosining zaryadi proton zaryadidan 11 marta ko'p. Natriy atomi elektron qobig'ining ta'siri hisobga olinmasin.

9.6. Har birining og'irligi 0,2 kG bo'lgan ikkita zaryadlangan metall sharcha bir-biridan biror oraliqda turibdi. Agar shu oraliqda ularning elektrostatik energiyasi o'zaro gravitatsion ta'sir energiyasidan million marta kattaligi ma'lum bo'lsa, sharchalarning zaryadi topilsin.

9.7. Zaryadi q massasi t bo'lgan ikkita zarrachaning elektrostatik o'zaro ta'sir energiyasi ularning gravitatsion o'zaro ta'sir energiyasidan necha marta katta? Masalani: 1) elektronlar uchun, 2) protonlar uchun yechilsin.

9.8. Ikkita nuqtaviy zaryad potentsial elektrostatik energiyasining ular oralig'iga bog'lanish grafigi $2 \leq \kappa \leq 10$ intervalda har 2 sm oraliqda qilib chizilsin. Zaryadlar $q_1 = 10^{-9} r$ va $q_2 = 3 \cdot 10^{-9} \kappa$; $\varepsilon = 1$ Grafik ikki hol uchun chizilsin: 1) zaryadlar bir xil ishorali, 2) zaryadlar turli xil ishorali.

9.9. Ikkita $q_1 = 8 \cdot 10^{-9} \kappa$ va $q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \kappa$ nuqtaviy zaryad o'rtasida yotgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Zaryadlar oraligi $r = 10$ sm; $\varepsilon = 1$.

9.10. Har bir uchida 7 SGS_q zaryad turgan kvadratning markaziga manfiy zaryad joylashtirilgan. Agar har zaryadga ta'sir etuvchi natijaviy kuch nolga teng bo'lsa, markazdagi zaryadning miqdori qancha?

10-MAVZU ELEKTROSTATIK MAYDON VA ELEKTR MAYDON KUCHLANGANLIGIGA DOIR MASALALAR YECHISH

Kulon qonuni bo'yicha orasidagi masofaga nisbatai o'lchamlari kichik bo'lgan ikkita zaryadlangan jismning o'zaro ta'sir kuchi

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$$

formula bilan aniqlanadi, bunda q_1 va q_2 — jismlarning elektr zaryadlari, r — ular orasidagi masofa, ε — muhitning iisbiy dielektrik kirituvchanligi va ε_0 — elektrik doimiy bo'lib, MQSA sistemada $8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m ga teng. Elektr maydoni kuchlanganligi

$$E = \frac{F}{q}$$

formula bilan aniqlanadi, bunda F -zaryad q ga ta'sir etuvchi kuch.

Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$$

Bir qancha zaryadlar maydonining (masalan dipol maydonining) kuchlanganligi geometrik qo'shish qoidasi bo'yicha topiladi.

Gauss teoremasi bo'yicha ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan kuchlanganlik oqimi

$$N_E = \frac{\sum q}{\varepsilon_0\varepsilon}$$

ga teng, bundan $\sum q$ — shu sirt ichndagi zaryadlarning algebraik yig'indisi. Mos ravishda ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan elektr induktsiyasiniig oqimi

$$N_D = \sum q$$

ga teng.

Gauss teoremasi yordamida zaryadlangan har xil jismlar hosil qilgan, elektr maydonining kuchlanganligini topish mumkin.

Zaryadlangan cheksiz uzun ip maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$$

ga teng, bunda τ — ipdagi zaryadning chiziqli zichligi va a — nuqtaning ipdan uzoqligi. Agar ip chekli uzunlikka ega bo'lsa, u holda ip o'rtasidan unga o'tkazilgan perpendikulyar chiziqli a uzoqlikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau \sin \theta}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$$

ga teng bo'lib, bunda θ — ipga o'tkazilgan normal yo'nalishi bilan tekshirilayotgan nuqtadan ip uchiga tushirilgan radius-vektor orasidagi burchak.

Zaryadlangan cheksiz tekislik maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon}$$

ga teng, bunda σ — tekislikdagi zaryadning sirt zichligi. Agar tekislik R radiusli disk shaklida bo'lsa, u holda disk markazidan unga o'tkazilgan perpendikulyar chiziqli a uzoqlikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}} \right)$$

ga teng.

Qarama-qarshi ishora bilan zaryadlangan ikkita parallel cheksiz tekislik maydonining (yassi kondensator maydonining) kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}$$

ga teng.

Zaryadlangan shar maydonining kuchlanganligi

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

ga teng, bunda q — radiusi R bo'lgan shar sirtidagi zaryad, r — shar markazidan zaryadgacha bo'lgan oraliq bo'lib, bunda $r > R$.

Maydonning D elektrostatik induktsiyasi

$$D = \epsilon_0\epsilon E = \sigma$$

tenglikdan topiladi.

Elektr maydonining ikkita nuqtasi orasidagi potentsiallar ayirmasi musbat zaryad birligini bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirishda bajarilgan ishdan topiladi.

$$U_1 - U_2 = \frac{A}{q}$$

Nuqtaviy zaryad maydonining potentsiali

$$U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

ga teng, bunda r — zaryaddan potentsiali aniqlanadigan nuqtadacha bo'lgan oraliq.

10.1. Muntazam oltiburchakning uchlariga uchta musbat va uchta manfiy zaryad joylashtirilgan. Har bir zaryadning miqdori $q = 4,5 \text{ nC}$. Oltiburchakning tomoni 3 sm . Bu zaryadlarni turli kombinatsiyalarda joyyaashtirib, oltiburchak markazidagi elektr maydoni kuchlanganligi topilsin.

10.2. Oldingi masala shartida oltiburchak uchlariga joylashtirilgan zaryadlarning hammasi musbat bo'lgan hol uchun yechilsin.

10.3. $q_1 = 22,5$ SGS_q va $q_2 = -44,0$ SGS_q bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryadning oraligi 5 sm. Musbat zaryaddan 3 sm va manfiy zaryaddan 4 sm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi topilsin.

10.4. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirlari bir-biriga tegib turadi. SHarchalarga $q_0 = 4 \cdot 10^{-7}$ k zaryad berilgandan keyin sharchalar o'zaro itarishib, bir-biridan 60° burchakka uzoqlashadi. Osilish nuqtasidan to sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 20 sm. SHarchaniyu og'irligi topilsin.

10.5. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirlari bir-biriga tegib turadi. Osilish nuqtasidan sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 10 sm. Har bir sharchaning og'irligi $5 \cdot 10^{-13}$ kG. Iplarning tarangligi 0,098 N ga teng bo'lishi uchun sharchalarga qancha zaryad berish kerak?

10.6. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan zaryadlangan ikkita sharchani bir xil uzunlikdagi iplarga osib, zichligi ρ_1 va dielektrik kirituvchanligi ε bo'lgan suyuq dielektrikka tushiriladi. Havoda va dielektrikda iplarning bir-biridan uzoqlashish burchagi bir xil bo'lishi uchun sharchalar materialining zichligi qancha bo'lishi kerak?

10.7. Quyidagi hollarda 2 SGS_q zaryadga ta'sir etuvchi kuch topilsin. Bu zaryad: 1) zaryadining chiziqli zichligi $2 \cdot 10^{-9}$ k/cm bo'lgan ipdan 2 sm uzoqlikda joylashgan, 2) zaryadining sirt zichligi $2 \cdot 10^{-9}$ k/cm² bo'lgan tekislik maydonida joylashgan, 3) zaryadining sirt zichligi $2 \cdot 10^9$ k/cm² bo'lgan 2 sm radiusli sharning sirtidan 2 sm uzoqlikda joylashgan. Bu uch holning hammasida muhitning dielektrik kirituvchanligi 6 ga teng.

11-MAVZU Gauss teoremasi. Elektr sig'im. Kondensatorlar. Zaryadlangan o'tkazgich energiyasi mavzusiga masalalar YECHISH

Elektr maydoni kuchlanganligi va potentsialni o'zaro bog'lanishi

$$E = -\frac{dU}{dr}$$

formula bilan ifodalanadi.

Bir jinsli maydon —yassi kondensator maydoni bo'lganda

$$E = \frac{U}{d}$$

bunda U — yassi kondensator plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi, d — plastinkalar oralig'i.

Yakkalangan o'tkazgichning potentsiali uning zaryadi bilan

$$q = CU$$

tenglik orqali bog'lanadi, bunda S — o'tkazgichning sig'imi. Yassi kondensatorning sig'imi

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

bunda S — kondensator har bir plastinkasining yuzi.

Sferik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R}{R-r}$$

ga teng, bunda r — ichki sferaning radiusi va R — tashqi sferaning radiusi. Xususiyl holda, $R = \infty$ bo'lsa.

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon r$$

yakkalangan shar sig'imi bo'ladi.
Cilindrik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon L}{\ln R/r}$$

ga teng, bunda L — koaksial (o'qi umumiy bo'lgan) tsilindrlarining balandligi, r va R — moc ravishda ichki va tashqi tsilindrlarning radiuslari.

Kondensatorlar sistemasining sig'imi quyidagilarga teng: kondensatorlar garallel ulanganda

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots;$$

ketma-ket ulanganda esa

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Zaryadlangan yakka o'tkazgichning energiyasi quyidagi uch formuladan bittasi orqali topilishi mumkin:

$$W = \frac{1}{2}qU, \quad W = \frac{1}{2}CU^2, \quad W = \frac{q^2}{2C};$$

yassi kondensator bo'lgan xususny holda,

$$W = \frac{\epsilon_0\epsilon SU^2}{2d} = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2 Sd}{2} = \frac{\sigma^2 Sd}{2\epsilon_0\epsilon},$$

bunda S — har bir plastinkaning yuzi, σ — plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi, U — plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi.

$$W_0 = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2}{2} = \frac{ED}{2}$$

kattalik elektr maydon energiyasining hajmiy zichligi deyiladi.

Yassi kondensator plastinkalarining tortishish kuchi

$$F = \frac{\epsilon_0\epsilon F^2 S}{2} = \frac{\epsilon_0\epsilon SU^2}{2d^2} = \frac{\sigma^2 S}{2\epsilon_0\epsilon}.$$

11.1. Yassi kondensator plastinkalarining oraligi 4 sm. Musbat plastinkadan proton va manfiy plastinkadan elektron bir vaqtda harakatlana boshlasa, ular musbat plastinkadan qanday masofada to'qnashadi?

11.2. Yassi kondensator plastinkalarining oraligi 1 sm ga teng. Plastinkalarning biridan bir vaqtda proton va α -zarracha harakatlana boshlaydi. Proton bir plastinkadan ikkinchisigacha bo'lganya yo'lni bosib o'tgan vaqt oraligida α -zarracha qanday masofani bosib o'tadi?

11.3. Elektron yassi kondensatorning bir plastinkasidan ikkinchisigacha bo'lgan oraliqni o'tganda 10^8 sm/sek tezlikka erishgan. Plastinkalarning oraligi 5,3 mm. 1) Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi, 2) kondensator ichidagi elektr maydon kuchlanganligi, 3) plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

11.4. Bir-biridan 2 sm uzoqlikda turgan, potentsiallari ayirmasi 120 vobo'lgan ikkita parallel plastinkalar orasida elektr maydoni hosil bo'ladi. Elektron bu maydon ta'sirida maydon kuch chiziqlari bo'ylab 3 mm masofani o'tganda qanday tezlikka erishadi?

11.5. Bir jinsli elektr maydonida elektron 10^{14} sm/sek² tezlanish oladi. 1) Elektr maydon kuchlanganligi, 2) boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgandagi elektronning 10^{-6} sek da olgan tezligi, 3) bu vaqt ichida elektr maydon kuchining bajargan ishi hamda 4) bunda elektronning o'tgan potentsiallar ayirmasi topilsin.

11.6. Elektron yassi kondensatorning bir plastinkasidan ikkinchisiga uchayotir. Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi 3 kv, plastinkalar oraligi 5 mm. 1) Elektronga ta'sir etuvchi kuch, 2) elektronning tezlanishi, 3) elektronning ikkinchi plastinkaga uchib kelish tezligi, 4) kondensator plastinkalaridagi zaryadlarning sirt zichligi topilsin.

11.7. Elektron yassi kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda va har biridan bir xil uzoqlikda qandaydir tezlik bilan uchib kiradi. Kondensator plastinkalari potentsiallarining ayirmasi 300 voga teng. Plastinkalar oraligi $d=2\text{ sm}$; kondensatorning uzunligi $l=10\text{ sm}$. Elektron kondensatordan uchib chiqib ketmasligi uchun maksimal boshlang'ich tezligi v_0 qanday bo'lishi kerak? Bu masala α -zarracha uchun ham yechilsin.

11.8. Elektron gorizontal holdagi yassi kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda va har biridan bir xil uzoqlikda uchib kiradi. Plastinkalar oraligi $a = 4\text{ sm}$, kondensatordagi elektr maydonining kuchlanganligi $Y_e = 1\text{ v/sm}$. 1) Elektron plastinkalar orasiga uchib kirgandan qancha vaqt keyyn u plastinkalardan biriga tushadi? 2) Elektron 60 v potentsiallar ayirmasi bilan tezlantirilsa, u kondensator boshidan tsaiday uzoqlikda plastinkaga tushadi?

11.9. Elektron gorizontal holdagi yassi kondensator plastinkalari orasiga parallel ravishda $9 \cdot 10^{-6}\text{ m/sek}$ tezlik bilan uchib kiradi. Elektronning kondensator ichidagi harakat boshidan 10^{-8} sek o'tgandan keyingi to'la, normal va tangentsial tezlanishlari topilsin. Plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi 100 v, plastinkalar oraligi 1 sm .

11.10. Bir xil tezlik bilan harakatlanayotgan proton va α -zarracha yassi kondensator plastinkalari orasiga parallel ravishda uchib kiradi. Kondensator maydoni ta'sirida protonning chetlanishi α -zarracha chetlanishidan qancha ortiq bo'ladi?

11.11. Birday potentsiallar ayirmasida tezlashtirilgan proton va α -zarracha yassi kondensator plastinkalari orasiga uchib kiradi. Kondensator maydoni ta'sirida protonning chetlanishi α -zarracha chetlanishdan qancha ortiq bo'ladi?

12- Mavzu. O'zgarmas tokning asosiy qonunlari. Zanjirning bir qismi va to'liq zanjir uchun Om qonuni. Kirxgof qoidalari. Tokning ishi va quvvati. Joul - Lents qonuniga doir masalalar yechish

Tok kuchi I son jihatdan o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tgan elektr miqdoriga teng:

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

Agar $I = \text{sonst}$ bo'lsa, u holda

$$I = \frac{q}{t}$$

Elektr tokining zichligi

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

bunda S — o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi.

Bir jinsli o'tkazgich qismidan o'tayotgan tok kuchi Om qonuniga bo'ysunadi:

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

bunda U — o'tkazgich qismining uchlaridagi potentsiallar ayirmasi, R — shu qismning qarshiligi. O'tkazgich qarshiligi

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma S}$$

Bunda ρ — o'tkazgichning solishtirma qarshiligi, σ — solishtirma o'tkazuvchanligi yoki elektr o'tkazuvchanligi, l — uzunligi, S — ko'ndalang kesimining yuzi.

Metallarni solishtirma qarshiligi temperaturaga quyidagicha bog'lanadi:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t)$$

bunda ρ_0 — temperatura 0°S bo'lgandagi solishgirma qarshilik va α — qarshilikning temperatura koeffitsienti.

Zanjirning bir qismida elektr tokining bajargan ishi quyidagicha topiladi:

$$A = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

Berk zanjir uchun Om qonuni quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

bunda $\mathcal{E}$ — generatorning e. yu. k. — tashqi qarshilik na r — ichki R-qarshilik (generator qarshiligi). Zanjirdagi to'la quvvat

$$P = \mathcal{E}I$$

Tarmoqlangan tanjir uchun Kirxgofning nkkita qonuni mavjud.

Birinchi qonun: «Tugunda uchrashuvchi tok kuchlarining algebraik yig'indisi nolgateng»:

$$\sum I = 0$$

Ikkinchi qonun: «Har qanday berk konturda zanjirniig ayrim qismlaridagi potentsiallar tushishining algebraik yig'indisi, shu konturdagn e. yu. k. larning algebraik yig'indisiga teng»:

$$\sum IR = \sum \mathcal{E}$$

Kirxgof qonunidan foydalanganda quyidagi qoidalarga amal -qilish kerak: sxemada tegishli qarshiliklardagi toklarning yo'nalishi ixtiyoriy ravishda strelkalar bilan ko'rsatildi. Konturni ixtiyoriy yo'nalish bo'yicha aylanilganda, yo'nalishi aylanish yo'nalishiga mos bo'lgan toklarni musbat, yo'nalishi aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lgan toklarni esa manfiy deb hisoblaymiz. Aylanish yo'nalishi bo'yicha potentsiallarni orttiruvchi e. yu. k. ni musbat deb olamiz, ya'ni generator ichida minusdan plyusga tomon yurilsa, e. yu. k. musbat bo'ladi. Tuzilgan tenglamalarni yechish natijasida aniqlangan miqdor manfiy chiqishi mumkin. Agar toklar aniqlansa, uning manfiy qiymati zanjir bo'ylab haqiqiy yo'nalishga teskari yo'nalishda ekanligini ko'rsatadi. Qarshilik aniqlanganda esa uning manfiy qiymati noto'g'ri natija berishini ko'rsatadi (chunki om qarshiligi har vaqt musbat bo'ladi). Bunday holda berilgan qarshilikda tokning yo'nalishini o'zgartirish va masalani shu shartga muvofiq yechish zarur.

Elektrolitlardagi elektr toki uchun Faradeyning qonunini qo'llash o'rinlidir.

Faradeyning biriichi qonuni bo'yicha elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi

$$M = KIt = Kq$$

bunda q — elektrolitdan o'tgan elektr miqdori, K — moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti.

Faradeyning ikkinchi qonuni bo'yicha elektroximiyaviy ekvivalent ximiyaviy ekvivalentga proporsionaldir,

$$K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z}$$

ya'ni

bunda A — bir kg- atom massasi, Z — valentlik, $\frac{A}{Z}$ —kg-ekvivalent massasi va G' — Faradey

soni bo'lib, u son jihatdan $9,65 \cdot 10^7 \text{ k/kg-yekvoga}$ tengdir. .

Elektrolitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \alpha \cdot C \cdot ZF(u_+ + u_-)$$

bunda α —dissotsiatsiya darajasi, S — kontsentratsiya, ya'ni hajm birligidagi kg mollar soni, Z — valentlik, G' — Faradey soni, i_+ va i_- —ionlarning harakatchanligi. Bunda $\alpha \frac{nD}{n}$ hajm birligida dissotsiatsiyalangan molekular sonining shu hajm birligida eritilgan modda molekularining umumiy soniga bo'lgan nisbatidir. $\eta = CZ$ ekvivalent kontsentratsiya deyiladi. U holda $A = \frac{\sigma}{\eta}$

ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik bo'ladi.

Gazdan o'tayotgan tok zichligi j uncha katta bo'lmaganda Om qonunini quyidagicha yozish mumki:

$$j = qn(u_+ + u_-)E = \sigma E$$

bunda Ye — maydonning kuchlanganligi, σ —gazning solishtirma o'tkazuvchanligi, q — ion zaryadi, i_+ va i_- — ionlarning harakatchanligi va N —gaz hajmi birligidagi har ikki ishorali ionlar soni (juft ionlar soni). Bunda $n = \sqrt{\frac{N}{\gamma}}$ bo'lib, N — ionlashtiruvchi moddaning vaqt birligi ichida hajm birligida hosil qilgan juft ionlar soni, γ — molizatsiya koeffitsient. Gazda to'yinish toki mavjud bo'lsa, bu tokning zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = Nqd$$

bunda d — elektrodlar oraligi.

Elektron metallardan uzilib chiqishi uchun kinetik energiyasi quyidagicha bo'lishi kerak:

$$\frac{mv^2}{2} \geq A$$

bunda A —elektronning metallardan chiqishda bajargan ishi.

Termoelektron emissiya (solishtirma emissiya) bo'lganda to'yinish tokining zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = BT^2 e^{\frac{A}{kT}}$$

bunda T — katodning absolyut temperaturasi, A — chiqish ishi, k — Boltsman doimiysi va VO — har xil metallar uchun har xil bo'lgan o'zgarmas miqdor (emissiya doimiysi.).

12.1. Tok kuchi I vaqt t ga qarab $I = 4 + 2t$ tenglama bo'yicha o'zgaradi, bunda I amperlarda va t sekundlarda ifodalangan. 1) O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan $t_1 = 2$ sek dan $t_2 = 6$ sek gacha vaqt oralig'ida o'tadigan elektr miqdori va 2) shu vaqt oralig'ida o'tkazgich ko'ndalang kesimidan shuncha elektr miqdori o'tishi uchun o'zgarmas tokning kuchi qancha bo'lishi kerakligi aniqlansin.

12.2. Lampali reostat parallel ulangan beshta elektr lampochkadan iborat. 1) Hamma lampochka yongandagi, 2) a) bitta lampochka buralib o'chirilgandagi, b) ikkitasi o'chirilgandagi, v) uchitasi o'chirilgandagi, g) to'rttasi o'chirilgandagn reostat qarshiligi topilsin. Har bir lampochkaning qarshiligi 350 om .

12.3. Qarshiligi 40 om bo'lgan pech yasash uchun, radiusi $2,5 \text{ sm}$ li chinni tsilindrga diametri 1 mm li nixrom simdan necha qavat o'rash kerak?

12.4. Mis sim o'ralgan g'altakning qarshiligi $R = 10,8 \text{ om}$, mis simning og'irligi $R = 3,41 \text{ kG}$. G'altakka o'ralgan simning uzunligi va diametri topilsin.

12.5. Diametri 1 sm , og'irligi 1 kG bo'lgan temir sterjenning qarshiligi topilsin.

12.6. Mis va alyuminiydan qilingan ikki cilindrik o'tkazgichning uzunligi va qarshiligi bir xil bo'lsa, mis sim alyuminiy simdan necha marta og'ir bo'ladi?

12.7. Elektr lampochkasi volfram ipining qarshiligi 20°S da $35,8 \text{ om}$ ga teng. 120 vokuchlanishli zlekr tarmog'iga ulangan lampochka tolasidan $0,33 \text{ a}$ tok o'tsa, uning temperaturasi qancha bo'ladi? Volfram qarshiligining temperatura koeffitsienti $4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ ga teng.

12.8. Temir simli reostat, milliampermetr va tok generatori ketma-ket ulangan. Reostatning qarshiligi 0°S da 120 om ga, milliampermetrning qarshiligi esa 20 om ga teng. Milliampermetr 22 ma ni ko'rsatib turibdi. Reostat 50°S gacha qiziganda milliampermetr qanchani ko'rsatadi? Temir qarshiligining temperatura koeffitsienta $6 \cdot 10^{-8}\text{ grad}^{-1}$ ga teng. Generatorning qarshiligi hisobga olinmasin.

12.9. Mis simli g'altak chulg'amining qarshiligi 14°S da 10 om ga teng. Tokka ulangandan keyin chulg'amning qarshiligi $12,2\text{ om}$ ga teng bo'lib qoladi. CHulg'am qancha temperaturagacha qiziydi? Mis qarshiligining temperatura koeffitsienti $4,15 \cdot 10^{-3}\text{ grad}^{-1}$ ga teng.

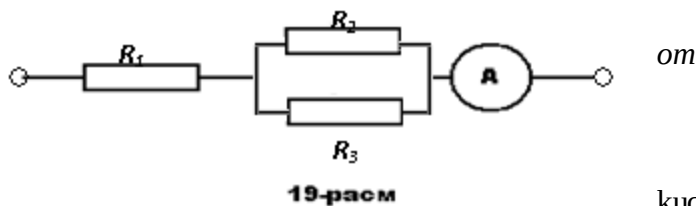
12.10. Uzunligi 500 m va diametri 2 mm bo'lgan mis simdan o'tayotgan tokning kuchi 2 A ga teng bo'lsa, undagi, potentsialniig tushishi topilsin.

12.11. Ampermetr 3 A ni ko'rsatadi; $R_1=4\text{ om}$, $R_2=2\text{ om}$, $R_3=4\text{ om}$ (19-racm); R_1 R_2 va R_3 qarshiliklarida potentsialning tushishi hamda R_2 va R_3 qarshiliklardan o'tayotgan tokning kuchi topilsin.

12.11. Ampermetr 3 A ni ko'rsatadi; $R_1=4\text{ om}$, $R_2=2\text{ om}$, $R_3=4\text{ om}$ (19-racm); R_1 R_2 va R_3 qarshiliklarida potentsialning tushishi hamda R_2 va R_3 qarshiliklardan o'tayotgan tokning kuchi topilsin.

12.12. Elektr yurituvchi kuchi $1,1\text{ v}$, ichki qarshiligi 1 om bo'lgan element 9 om li tashqi qarshilikka ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchi, 2) tashqi zanjirdagi potentsialning tushishi, 3) elementning ichidagi potentsialning tushishi, 4) element qanday foydali ish koeffitsient bilan ishlashi topilsin.

12.13. Oldingi masaladagi zanjir uchun tashqi zanjirdagi potentsial tushishining tashqi qarshilikka bog'liqlik grafigi chizilsin. Tashqi qarshilik $0 \leq R \leq 10$ intervalda har 2 om dan olipsin.



12.14. Elektr yurituvchi kuchi 2 v bo'lgan elementning ichki qarshiligi $0,5\text{ om}$. Zanjirdagi tok $0,25\text{ A}$ bo'lganda element ichidagi potentsialning tushishi va zanjirning tashqi qarshiligi topilsin.

12.15. Elementning elektr yurituvchi kuchi $1,6\text{ v}$ ota, ichki qarshiligi $0,5\text{ om}$ ga teng. Tok kuchi $2,4\text{ A}$ bo'lganda elementning f. i. k. qancha bo'ladi?

12.16 Elementning elektr yurituvchi kuchi 6 v oga teng, tashqi qarshilik $1,1\text{ om}$ bo'lganda zanjirdagi tok kuchi 3 A ga teng. Element ichidagi potentsialning tushishi va uning qarshiligi topilsin.

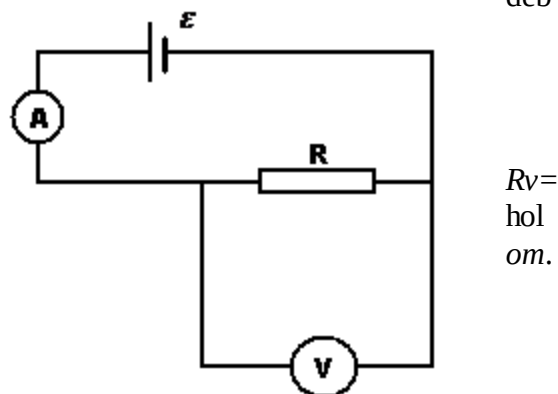
12.17. Elementning qarshiligi tashqi qarshilikdan p marta kichik bo'lsa, uning uchlaridash potentsialning tushishi element e. yu. k. ning qancha qismini tashkil qiladi?

Masala; 1) $p = 0,1$, 2) $p = 1$, 3) $p = 10$ shartlar uchun yechilsin.

12.18. Element, reostat va ampermetr ketma-ket ulangan. Elementning e. yu. k. 2 v ova ichki qarshiligi $0,4\text{ om}$. Ampermetr 1 A ni ko'rsatadi, elementning f. i. k. topilsin.

12.19. Elektr yurituvchi kuchi 2 v oichki qarshiligi $0,3\text{ om}$ bo'lgan ikkita bir xil element bor. 1) Tashqi qarshilik $0,2\text{ om}$, 2) tashqi qarshilik 16 om bo'lganda eng kupp tok kuchi olish uchun elementlarni qanday ulash kerak (ketma-ketmi yoki parallelni)? Tok kuchi har bir hol uchun alohida topilsin.

12.20. Voltmetrning qarshiligini cheksiz katta hisoblab, 20- rasmdagi sxemada ampermetr va voltmetrning ko'rsatishi bo'yicha reostat qarshiligi R aniqlanadi. Haqiqatda voltmetr qarshiligi R_v oga teng bo'lganda topilgan qarshilikning nisbiy xatoligi aniqlansin. Masalapi 1000 om va R quyidagilarga teng bo'lgandagi uchun yechilsin: 1) 10 om 2) 100 om , 3) 1000



12.21. Generatoridan 100 m uzoqlikdagi laboratoriya da 10 a tok kabul qiluvchi isituvchi elektr asbob ulangan.

SHu laboratoriyada yonib turgan elektr lampochkasi qisqichlaridagi kuchlanish qanchaga kamayishni aniqlansin. Ulovchi mis simlarning kesimni 5 mm^2 ga teng.

12.22. E. yu. k. 500 vobo'lgan batareyadan 2,5 km masofaga energiya uzatish kerak. Batareyaning quvvati 10 kv. Ulovchi mis simning diametri 1,5 sm bo'lganda tarmoqdagi quvvatning minimal isrof bo'lishi topilsin.

12.23. E. yu. k. 110 vobo'lgan generatoridan 2,5 km masofaga energiya uzatish kerak. Iste'mol quvvati 10 kv. Tarmoqdagi isrof bo'lgan quvvat 1 % dan ortmagandagi ulovchi simning minimal kesimi topilsin.

12.24. Uzunligi va diametri bir xil bo'lgan mis hamda po'lat simlar zanjirga ketma-ket ulangan. 1) Bu simlardan ajralgan issiqlik miqdorining nisbati va 2) kuchlanishlar tushishining nisbati topilsin.

12.25. Oldingi masalani simlar parallel ulangan hol uchun yechilsin.

12.26. E. yu. k. 6 voga teng bo'lgan element maksimal 3 a tok beradi. Tashqi qarshilikda 1 min da ajralib chiqqan eng ko'p issiqlik miqdori topilsin.

12.27. Batareyaning e yu. k. 240 v, qarshiligi 1 om, tashqi qarshilik 23 om. Batareyaning 1) umumiy quvvati, 2) foydali quvvati va 3) f. i. k. topilsin.

12.28. Tashqi qarshilikning ikki $R_1 = 5 \text{ om}$ va $R_2 = 0,2 \text{ om}$ qiymatida ajralib chiqqan quvvat bir xil bo'lgandagi generatorning ichki qarshiligi topilsin. Ikkala holning har birida generatorning f. i. k. topilsin.

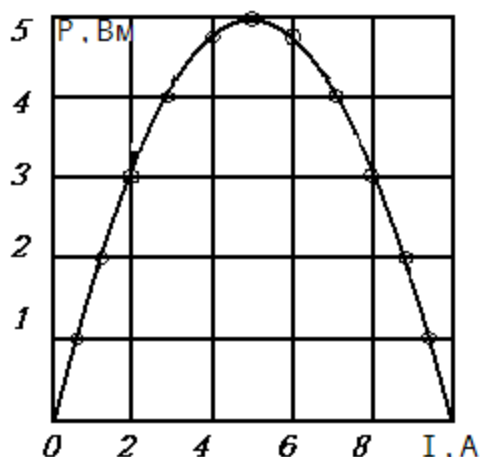
12.29. 34-rasmda foydali quvvatning zanjirdagi tokka bog'lanishi ko'rsatilgan. Egri chiziqdagi nuqtalar bo'yicha 1) elementning ichki qarshiligi, 2) elementning e. yu. k. topilsin va 3) berilgan elementning f. i. k. va tashqi zanjir potentsiali tushishining zanjirdagi tok kuchiga bog'lanish grafigi chizilsin.

12.30. 34-rasmda ko'rsatilgan egri chiziqdagi ma'lumotlarga asosanib, 1) element f. i. k. ning, 2) to'la quvvati R_1 ning, 3) foydali quvvati R_2 ning tashqi zanjir qarshiligi R ga bog'lanish grafiklari chizilsin. Grafiklar R ning 0, r , $2r$, $3r$, $4r$ va $5r$ qiymatlari uchun chizilsin. Bunda r elementning ichki qarshiligi.

12.31. Elementni oldin $R_1 = 2 \text{ om}$ li tashqi qarshilikka -so'ng $R_2 = 0,5 \text{ om}$ li tashqi qarshilikka ulanadi. Bu hol larning har birida tashqi zanjirda olinadigan quvvat bir xil va vt ga teng bo'lsa, elementning e. yu. k. va uning ichki qarshiligi topilsin.

12.32. E. yu. k. 2 vova ichki qarshiligi $0,5 \text{ om}$ bo'lgan element tashqi qarshilik R ga ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchining, 2) tashqi zanjir uchlaridagi potentsiallar ayirmasining, 3) tashqi zanjirdan ajralgan quvvatning va 4) to'la quvvatning R qarshilikka bog'lanishi grafiklari chizilsin. R qarshilik $0 \leq R \leq 4 \text{ om}$ intervalda $0,5 \text{ om}$ dan olinsin.

12.33. E. yu. k. φ_1 va ichki qarshiligi bo'lgan element tashqi qarshilik R ga ulangan. Tashqi zanjirdagi eng ko'p quvvat 9 vt ga teng. Bu holda zanjirdan o'tayotgan tok kuchi 3 a ga teng. φ_1 va r ning qiymati topilsin.



34-pasm

2,54

r

12.34. 35-rasmdagi sxemada e. yu. k. 120 vobo'lgan $\wp_1$ batareya va $R_3 = 30 \text{ om}$, $R_2 = 60 \text{ om}$ qarshiliklar berilgan.

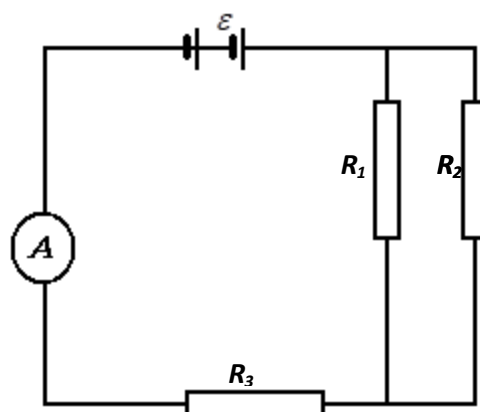
Ampermetr 2 a ni ko'rsatadi. R_1 qarshilikda ajralgan quvvat topilsin. Batareya va ampermetr qarshiligi hisobga olinmasin.

12.35. 35-rasmda ko'rsatilgan sxemadagi ampermetrning ko'rsatishi topilsin. Batareyaning e. yu. k. 100 voga, uning ichki qarshiligi 2 om ga teng. R_1 va R_2 qarshiliklar moc ravishda 25 om va 78 om ga teng. R_1 qarshilikda ajralgan quvvat 16 vt ga teng. Ampermetr qarshiligi hisobga olinmasin.

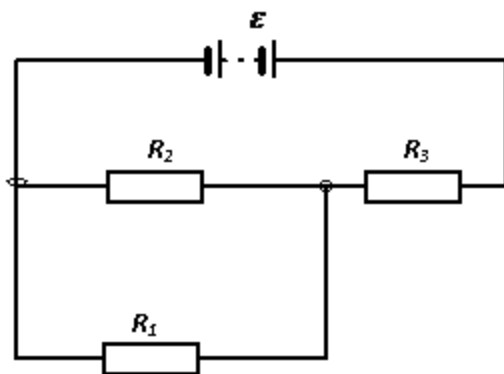
12.36. 36-rasmda e. yu. k. 120 vobo'lgan $\wp$ batareya hamda $R_1 = 25 \text{ om}$, $R_2 = R_3 = 100 \text{ om}$ bo'lgan qarshiliklar berilgan.

R_1 qarshilikda ajralgan quvvat topilsin. Batareyaning qarshiligi hisobga olinmasin.

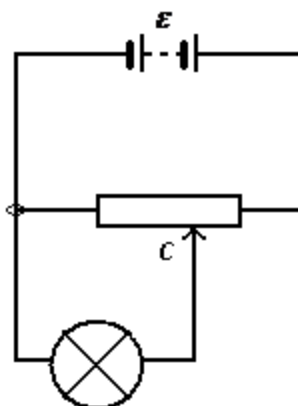
12.37. 36-rasmda qarshilik $R_1 = 100 \text{ om}$, shu qarshilikda ajralgan quvvat $P = 16 \text{ vt}$. Generatorning f. i. k. 80%. R_3 qarshilikdagi potentsialning tushishi 40 voga teng bo'lsa, generatorning e. yu. n. topilsin.



35 – расм



36 – расм



37 – расм

12.38. 37-rasmda e. yu. i. 120 a bo'lgan batareya $\wp_1$ AV- qarshiligi 120 om bo'lgan potentsiometr va M— lampochka berilgan. Lampochka yonganda qarshidagi 30 om dan 300 om gacha o'zgaradi. Sirlangich kontakt S potentsiometr o'rtasida turganda lampochka uchlaridagi potentsiollar ayirmasi qanchaga o'zgaradi? Bunda lampochkanyng quvvati qanchaga o'zgaradi?

12.39. A va VOnuqtalar orasidagi potentsiallar ayirmasi 9 voga teng. Qarshiliklari 5 va 3 om bo'lgan ikkita o'tkazgich berilgan. O'tkazgichlar A va VOnuqtalar orasiga 1) ketma-ket va 2) parallel ulanganda har bir o'tkazgichdan 1 sekundda ajraladigan issiqlik miqdori topilsin.

12.40. Birining qarshiligi 360 om ikkinchisiniki 240 om bo'lgan ikkita lampochka tarmoqqa parallel ulangann. Qaysi lampochka ko'proq va necha marta ortiq quvvat oladi?

TURLI MUHITDA ELLEKTR TOKIGA (VAKUUM VA GAZ) DOIR MASALALAR YECHISH.

Elektrolitlardagi elektr toki uchun Faradeyning qonunini qo'llash o'rinlidir.

Faradeyning biriichi qonuni bo'yicha elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi

$$M = KIt = Kq$$

bunda q — elektrolitdan o'tgan elektr miqdori, K — moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti. Faradeyning ikkinchi qonuni bo'yicha elektroximiyaviy ekvivalent ximiyaviy ekvivalentga proporsionaldir,

$$K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z}$$

ya'ni

bunda A — bir kg- atom massasi, Z — valentlik, $\frac{A}{Z}$ — kg-ekvivalent massasi va G' — Faradey soni bo'lib, u son jihatdan $9,65 \cdot 10^7$ k/kg- yekvoga tengdir. .

Elektrolitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \alpha \cdot C \cdot ZF(u_+ + u_-)$$

bunda α — dissotsiatsiya darajasi, S — kontsentratsiya, ya'ni hajm birligidagi kg mollar soni, Z — valentlik, G' — Faradey soni, i_+ va i_- — ionlarning harakatchanligi. Bunda $\alpha \frac{nD}{n}$ hajm birligida dissotsiatsiyalangan molekular sonining shu hajm birligida eritilgan modda molekularining umumiy soniga bo'lgan nisbatidir. $\eta = CZ$ ekvivalent kontsentratsiya deyiladi. U holda $A = \frac{\sigma}{\eta}$

ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik bo'ladi.

Gazdan o'tayotgan tok zichligi j uncha katta bo'lmaganda Om qonunini quyidagicha yozish mumi:

$$j = qn(u_+ + u_-)E = \sigma E$$

bunda Ye — maydonning kuchlanganligi, σ — gazning solishtirma o'tkazuvchanligi, q — ion zaryadi, i_+ va i_- — ionlarning harakatchanligi va N — gaz hajmi birligidagi har ikki ishorali ionlar soni (juft ionlar soni). Bunda $n = \sqrt{\frac{N}{\gamma}}$ bo'lib, N — ionlashtiruvchi moddaning vaqt

birligi ichida hajm birligida hosil qilgan juft ionlar soni, γ — molizatsiya koeffitsient

Gazda to'yinish toki mavjud bo'lsa, bu tokning zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = Nqd$$

bunda d — elektrodlar oraligi.

12.41. Yuzy 25 sm² bo'lgan mis plastinka mis kuporosini elektroliz qilishda katodlik vazifasini bajaradi. Bir oz vaqt zichligi 0,02 a/sm² bo'lgan tok o'tkazilgandan m so'ng, plastinka massasi 99 mg ga ortadi. 1) Tokning qancha vaqt o'tganligi va 2) plastinkada hosil bo'lgan mis qatlaminig qalinligi topilsin.

12.42. Mis kuporosini elektroliz qilinganda bir soatda 0,5 g mis ajraldi. Har bir elektrodning yuzi 75 sm² ga teng. Tok zichligi topilsin.

12.43. Vodorodning elektroximiyaviy ekvivalenta topilsin.

12.44. AgNO₃ eritmasi solingan elektrolitik vannaga ketma-ket ulangan ampermetr 0,90 a ni ko'rsatib turibdi. 5 minut tok o'tgandan so'ng 316 mg kumush ajralib chiqqan bo'lsa, ampermetrning ko'rsatishi to'g'rimi?

12.45. AgNO₃ va SuSO₄ eritmasi solingan ikkita elektrolitik vanna o'zaro ketma-ket ulangan. 180 mg kumush ajratishga ketgan vaqt ichida qancha mis ajraladi?

12.46. Al₂O₃ eritmasidan elektroliz usuli bilan alyuminiy olishda eritilgan kriolitdan, elektrodlardagi potentsiallar ayirmasi 5 vobo'lganda, $2 \cdot 10^4$ a tok o'tgan. 1) 10^3 kg

alyuminiy ajralishi uchun ketgan vaqt, 2) bunga qancha elektr energiyasi sarflanganligi topilsin.

12.47. Elektroliz qilinganda AgNO_3 eritmasidan 500 mg kumush ajralishi uchun qancha elektr energiyasi sarflanishi kerak? Elektrodlardagi potentsiallar ayirmasi 4 voga teng.

12.48. Vodorod va kisloroddan suvohosil bo'lish reaksiyasi vaqtida



nssqlik ajraladi. Suvoelektroliz qilinganda vodorod va kislorodga ajralishi uchun yetarli bo'lgan eng kam potentsiallar ayirmasi topilsin.

12.49. Azot kislotasining juda kuchsiz eritmasi uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik hisoblansin.

12.50. Azot kislotasi eritmasidan $I = 2 \text{ A}$ tok o'tayotir. Har bir ishorali ion bir minutda qancha elektr miqdorini o'tkazadi?

12.51. Biror konsentratsiyada KS1 eritmasiying ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $122 \text{ sm}^2/\text{om} \cdot g \cdot \text{ekv}$ shu konsentratsiyada solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $0,00122 \text{ om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ har qancha suyultirilganda ham ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $130 \text{ sm}^2/\text{Om} \cdot g \cdot \text{ekv}$ teng bo'ladi. 1) Berilgan konsentratsiyadagi KS1 ning dissotsiatsiya darajasi, 2) eritmaning ekvivalent konsentratsiyasi, 3) K^+ va S1^- ionlarining harakatchanligi yig'indisi topilsin.

12.52. Uzunligi 84 sm va ko'ndalang kesimining yuei 5 mm^2 bo'lgan naycha $0,1 \text{ N}$ konsentratsiyali AgNO_3 eritmasi bilan to'ldirilgan. Agar AgNO_3 hamma molekulasi 81 procenti dissotsiatsiyalansa, eritmaning qarshiligi topilsin.

12.53. Uzunligi $l = 2 \text{ sm}$ va ko'ndalang kesimining yuzi $S = 7 \text{ sm}^2$ bo'lgan naycha $0,05 \text{ N}$ konsentratsiyali KNO_3 eritmasi bilan to'ldirilgan. Agar shu eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{om} \cdot \text{kg} \cdot \text{ekv}$ bo'lsa, eritmaning qarshiligi topilsin.

12.54. Uzunligi 3 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 bo'lgan naycha 1 m^3 dagi tarkibda $0,1 \text{ k mol}$ SuSO_4 bo'lgan eritma bilan to'ldirilgan. Eritmaning qarshiligi 38 om . Eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi topilsin.

12.55. Xlorid kislotasi detsinormal eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $0,035 \text{ om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ ga teng. Dissotsiatsiya darajasi topilsin.

12.56. Oldingi masaladagi eritmaning birlik hajmda har qaysi ishoradagi ionlar soni aniqlansin.

12.57. Gaz to'ldirilgan idish rentgen nuri bilan yoritilganda uning har bir millimetr hajmda sekundiga 10^{10} molekula ionlashdi. Rekombinatsiya natijasida idishning 1 sm^3 hajmda 10^8 musbat va shuncha manfiy ion bo'lib muvozanatlashadi. Rekombinatsiya koefitsienti topilsin.

12.58. Razryad trubkasining 10 sm oraliqdagi elektrodlariga 5 v potentsiallar ayirmasi berilgan. Trubka ichidagi gaz ionlashib, unda 1 m^3 hajmdagi juft ionlar soni 10^8 ga teng. Ionlar harakatchanligi $u_+ = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{v} \cdot \text{sek}$ va $u_- = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{v} \cdot \text{sek}$. 1) Trubkadagi tok zichligi va 2) musbat ionlar orqali to'la tokning qancha qismi o'tishini toping.

TURLI MUHITDA ELLEKTR TOKIGA (METALLAR, SUYUQLIKLAR VA YARIM O'TKAZGICHLAR) DOIR MASALALAR YECHISH

Elektron metallardan uzilib chiqishi uchun kinetik energiyasi quyidagicha bo'lishi kerak:

$$\frac{mv^2}{2} \geq A$$

bunda A —elektronning metallardan chiqishda bajargan ishi.

Termoelektron emissiya (solishtirma emissiya) bo'lganda to'yinish tokining zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = BT^2 e^{\frac{A}{kT}}$$

bunda T — katodning absolyut temperaturasi, A — chiqish ishi, k — Boltsman doimiysi va VO — har xil metallar uchun har xil bo'lgan o'zgarmas miqdor (emissiya doimiysi.).

12.59. Oldingi masaladagi rekombinatsiya koeffitsienti 10^{-6} bo'lgan holda kameraning 1 sm^3 hajmida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan juft ionlar soni topilsin.

12.60. Uzunligi 84 sm va ko'ndalang kesimining yuzi 5 mm^2 bo'lgan trubka, har bir sm^3 muvozanat holda 10^7 juft ionli ionlashtirilgan havo bilan to'ldirilgan. Ionlarning harakatchanligi $i_+ = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/v} \cdot \text{sek}$ bo'lgandagi trubkaning qarshiligi topilsin. Ionlar bir valentlik deb hisoblansin.

12.61. 10.116-masalada ko'rsatilgan ionizatsion kameradagi elektrodlar potentsiallarining ayirmasi 20 v bo'lsa, bu elektrodlar orasidan qancha tok o'tadi? Ionlarning harakatchanligi $u_+ = u_- = 1\text{ sm}^2/\text{v} \cdot \text{sek}$ va rekombinatsiya koeffitsienti $\alpha = 10^{-6}$. Topilgan tok to'yinish tokining qancha qismini tashkil qiladi?

12.62. Elektron eng kam qanday tezlik bilan harakatlanganda vodorod atomini ionlashtira oladi. Vodorod atomining ionizatsiya potentsiali $13,5\text{ v}$.

12.63. Qanday temperaturada simob atomlari ionizatsiyasi uchun yetarli darajada ilgarilama harakat o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'ladi? Simob atomining ionizatsiya potentsiali $10,4\text{ v}$.

12.64. Geliy atomining ionizatsiya potentsiali $24,5\text{ ye}$. Ionizatsiya ishi topilsin.

12.65. 1) TSeziy va 2) platinadan ajralib chiqish uchun bu metallardagi erkin elektronlar tezligi nima bilan qancha bo'lishi kerak?

12.66. 2400°K temperaturadagi volfram temperaturasini yana 100°K ga orttirganda solishtirma termoelektron emissiyasi necha marta ko'payadi?

12.67. Toriy aralashgan volframdan yasalgan katodning ish temperaturasi 1800°K bo'lgandagi solishtirma emissiyasi shu temperaturadagi sof volframdan yasalgan katodning solishtirma emissiyasidan necha marta ko'p bo'ladi? Emissiya doimiysi VO sof volfram uchun $60\text{ a/sm}^2 \times \text{grad}^2$ toriy aralashgan volfram uchun esa $3\text{ a/sm}^2 \times \text{grad}^2$ deb olinsin.

12.68. Sof volfram $T = 2500^\circ\text{K}$ temperaturada beradigan miqdordagi solishtirma emissiyani toriy aralashgan volfram qanday temperaturada berishi mumkin? Kerakli ma'lumotlar oldingi masaladan olinsin.

13-MAVZU Magnit maydoni. Bio-Savar-Laplas qonuni va uning turli o'tkazgichlarga tatbiqi. Tokli o'tkazgich magnit maydonida. Amper kuchi. Lorents kuchi mavzusiga masalalar yechish

Bio—Savar—Laplas qonuni bo'yicha, I tok o'tayotgan kontur elementi dl fazoning biror A nuqtasida kuchlanganligi

$$dH = \frac{I \sin \alpha dl}{4\pi r^2}$$

ga teng magnit maydoni hosil qiladi, bunda r — tok elementi dl dan A nuqttagacha bo'lgan masofa, α — radius-vektor r bilan tok elementn dl orasidagi burchak.

Bio—Savar—Laplas qonunini turli ko'rinishdagi konturlarga tatbiq qilib, quyidagilarni topish mumkin:

Doiraviy tok markazidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H = \frac{1}{2R}$$

bunda R — tokli doiraviy konturning radiusi.

CHeksiz uzun to'g'ri o'tkazgich hosil qilgan magnit maydonning kuchlanganligi

$$H = \frac{1}{2\pi a}$$

bunda a — kuchlanganlik aniqlanadigan nuqtadan tokli o'tkazgichgacha bo'lgan masofa.
Doiraviy tok o'qidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H = \frac{R^2 I}{2(R^2 + a^2)^{3/2}}$$

bunda R — tokli doiraviy konturning radiusi va a — kuchlanganlik aniqlanadigan nuqtadan kontur tekisligigacha bo'lgan masofa,

CHeksiz uzun solenoid va toroid ichidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H = In$$

bunda p — solenoidning (toroidning) uzunlik birligidagi o'ramlari soni.

CHekli uzunlikka ega solenoid o'qidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H = \frac{In}{2}(\cos\beta_1 - \cos\beta_2)$$

bunda β_1 va β_2 — solenoid o'qi bilan tekshirilayotgan nuqtadan solenoid uchlariga o'tkazilgan radius-vektorlar orasidagi burchaklar.

Magnit induktsiyasi B magnit maydoni kuchlanganligi H bilan quyidagicha bog'langan:

$$B = \mu_0 \mu H$$

bunda μ — muhitning nisbiy magnit kirituvchanligi va μ_0 magnit doimiysi bo'lib, MKSA sietemada

$$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ ZH/M} = 12.57 \cdot 10^{-7} \text{ ZH/M}$$

ga teng.

Ferromagnit jismlar uchun $\mu = \varphi(H)$, demak, $B = f(H)$ bo'ladi.

$B = f(H)$ bog'lanishni bilish talab qilinadigan masalalarni YECHISHda ilovada ko'rsatilgan grafikdan foydalanish zarur.

Magnit maydoni energiyasining hajm zichligi

$$W_0 = \frac{HB}{2}$$

Konturdan o'tuvchi magnit induktsiyasi oqimi

$$\Phi = BS \cos\varphi$$

bunda S — kontur ko'ndalang kesimining yuzi, φ — kontur tekisligiga tushirilgan normal bilan magnit maydoni yo'nalishi orasidagi burchak.

Toroiddan o'tuvchi magnit induktsiyasi oqimi

$$\Phi = \frac{INS\mu_0\mu}{l}$$

bunda N - toroid o'ramlarining umumiy soni, l — toroidning uzunligi, S - toroid ko'ndalang kesimining yuzi, μ — o'zak materialining nisbiy magnit kirituvchanligi va μ_0 — magnit doimiysi.

Agar toroidda havoli bo'shliq bo'lsa,

$$\Phi = \frac{IN}{\frac{l_1}{S\mu_0\mu_1} + \frac{l_2}{S\mu_0\mu_2}}$$

bunda l_1 — havoli bo'shliqning uzunligi, l_2 — temir o'zakning uzunligi, μ_2 — uning magnit kirituvchanligi va μ_1 — havoning magnit kirituvchanligi.

Magnit maydonida joylashgan tok o'tayotgan o'tkazgich elementi dl ga Amper kuchi

$$dF = BI \sin\alpha dl$$

ta'sir qiladi, bunda α — tok yo'nalishi bilan magnit maydonining yo'nalishi orasidagi burchak. Tokli berk konturga (hamda magnit strelkasiga) magnit maydonida aylanish momenti

$$M = pB \sin \alpha$$

ga teng bo'lgan juft kuch ta'sir qiladi, bunda r — tokli konturning (yoki magnit strelkasining) magnit momenti va α - magnit maydonining yo'nalishi bilan kontur (yoki strelka o'qi) tekisligiga tushirilgan normal orasidagi burchak.

Tokli konturning magnit momenti

$$p = IS$$

bunda S — kontur yuzi, shu sababli

$$M = BIS \sin \alpha$$

I_1 va I_2 tok o'tayotgan ikkita parallel to'g'ri o'tkazgichlar o'zaro

$$F = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

kuch bilan ta'sir qiladi, bunda l — o'tkazgichlar uzunligi, d — o'tkazgichlar oralig'i.

Tokli o'tkazgichning magnit maydonida siljish ishi

$$dA = Id\Phi$$

bunda dF — o'tkazgich harakatida u bilan kesishgan magnit induktsiyasi oqimi.

Magnit maydonida v tezlik bilan harakat qilayotgan zaryadlangan zarrachaga ta'sir etuvchi kuch quyidagi Lorens formulasidan aniqlanadi:

$$F = qBv \sin \alpha$$

bunda q - zarracha zaryadi, α — zarracha harakati yo'nalishi bilan magnit maydoni yo'nalishi orasidagi burchak.

Magnit maydoniga tik joylashtirilgan plastinka bo'ylab tok o'tayotganda, unda

$$U = K \frac{IB}{a} = \frac{IB}{nea}$$

ko'ndalang potentsiallar ayirmasi hosil bo'ladi, bunda a — plastinka qalinligi, VO — magnit maydoni induktsiyasi va $K = \frac{1}{ne}$ Xoll doimiysi bo'lib, u tok o'tishiga yordam beruvchi

zarrachalar konsentratsiyasi p va ular zaryadi e ning teskari qiymatidir.

K va materialning solishtirma o'tkazuvchanligi $\sigma = \frac{1}{\rho} = neu$ ni aniqlab, tok o'tishiga yordam

beruvchi zarrachalar harakatchanligi i ni aniqlash mumkin.

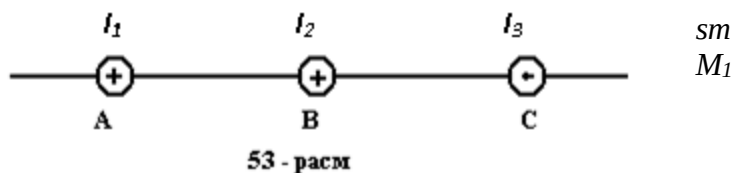
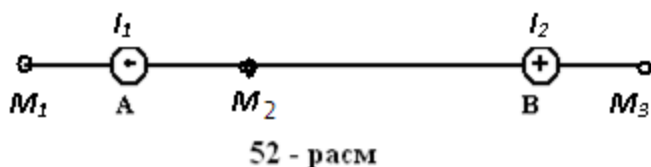
13.1. 5 a tok o'tayotgan cheksiz uzun o'tkazgichdan 2 sm uzoqlikdagi nuqtada magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

13.2. 1 a tok o'tayotgan, radiusi 1 sm bo'lgan doiraviy sim o'rami markazidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

13.3. 52-rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgichning kesimi tasvirlangan. O'tkazgichlar

AVO oraligi 10 sm, $I_1 = 20$ a, $I_2 = 30$ a, $M_2A = 2$ sm, $M_2B = 4$ va $VM_3 = 3$ sm. I_1 va I_2 toklarning M_2 va M_3 nuqtalarda hosil qilgan magnit maydoni kuchlanganligi topilsin.

13.4. Oldingi masala toklar bir tomonga yo'nalgan hol uchun yechilsin.



13.5. 53-rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi uchta to'g'ri o'tkazgich ning kesmi tasvirlangan. Oraliqlar $AV=VS=5\text{sm}$, $I_1=I_2=I$, $I_3=2I$. AS chiziqdagi I_1 , I_2 va I_3 toklarning hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqta topilsin.

13.6. Oldingi masala uchala tok bir tomonga yo'nalgan hol uchun yechilsin.

13.7. Cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgich bir-biriga tik ravishda bir tekislikda yotadi (54- rasm).

$I_1=2\text{ a}$ va $I_2=3\text{ a}$ bo'lganda M_1 M_2 nuqtalardagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. $M_1A=M_2A=1\text{ sm}$.

13.8. Cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgich bir-biriga tik bo'lib, o'zaro tik tekisliklarda yotadi (55- rasm). 2 a va $I_2=3\text{ a}$ bo'lganda M_1 va nuqtalardagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. $M_1A=M_2A=1\text{ sm}$ va $AV=2\text{ cm}$.

13.9. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridan 10 sm uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan qarama-qarshi yo'nalishda $I_1=I_2=5\text{ a}$ tok o'tmoqda. Har bir o'tkazgichdan 10 sm narida turgan nuqtadagi magnit maydoni kuchlanganligining qiymati va yo'nalishi topilsin.

13.10. Vertikal holatda joylashgan o'tkazgich bo'ylab yuqoridan pastga $I=8\text{ a}$ tok o'tadi. Yer va tok magnit maydonlari qo'shilishidan hosil bo'lgan maydonning kuchlanganligi o'tkazgichdan qanday r uzoqlikda yuqoriga vertikal yo'nalgan bo'ladi? Yer maydonining gorizontal tashkil etuvchisi $H_2=0,2\text{ e}$.

13.11. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridan 10 sm uzoqlikda joylashgan.

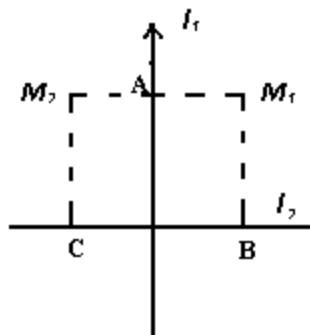
O'tkazgichlardan bir xil yo'nalishda $I_1=20\text{ a}$ va $I_2=30\text{ a}$ tok o'tadi. O'tkazgichlarni 20 sm uzoqlikkacha siljitishda (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) qancha ish bajariladi?

13.12. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridan biror uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan miqdor va yo'nalishlari bir xil bo'lgan toklar o'tadi. Agar o'tkazgichlar oralig'ini ikki marta orttirishda (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) bajarilgan ish $5,5\text{ erg/sm}$ ga teng bo'lsa, har bir o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi topilsin.

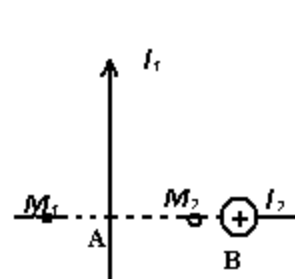
13.13. 20 sm uzunlikdagi simdan 1) kvadrat, 2) doyra shaklida kontur yasalgan. Induktsiyasi 1000 gs bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan konturlarning har biriga ta'sir etuvchi kuchlarning aylantirish momenti topilsin. Konturlardan 2 a tok o'tadi. Har bir kontur tekisligi magnit maydoni yo'nalishi bilan 45 burchak tashkil qiladi.

13.14. Ko'ndalang kesimining yuzi 1 mm^2 bo'lgan alyuminiy sim magnit meridianiga tik bo'lgan gorizontal tekislikka osilgan va u orqali (g'arbdan sharqqa) $1,6\text{ a}$ tok o'tmoqda. 1) Yer magnit maydonining simga ta'sir qiluvchi kuchi sim og'irligining qancha qismini tashkil qiladi? 2) SHu kuch ta'sirida 1 m simning og'irligi qancha kamayadi? Yer magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisi $0,2\text{ e}$.

13.15. Bo'yi 3 sm va eni 2 sm bo'lgan to'g'ri burchakli karkasga o'ralgan ingichka simdan iborat (400 o'ramli) galvanometr g'altagi induktsiyasi 1000 gs bo'lgan magnit maydoniga osilgan. G'altakdan 10^{-7} a tok o'tadi. G'altak tekisligi: 1) magnit maydoni yo'nalishiga parallel va 2) magnit maydoni yo'nalishiga 60° burchak ostida turganda galvanometr g'altagiga



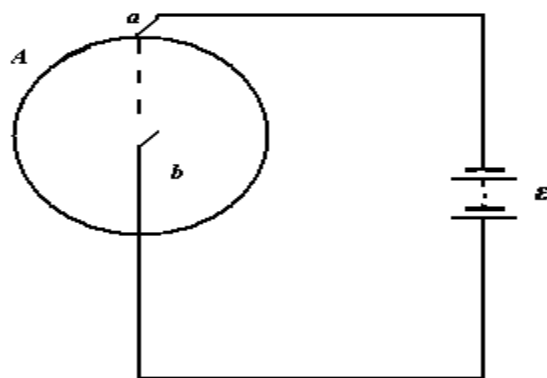
54-pacm



55-pacm

va

$I_1=$
 M_2



57-pacm

ta'sir etadigan aylantiruvchi moment topilsin.

13.16. Vertikal holatda turgan uzun to'g'ri simdan 10 sm narida uzunligi 10^2 sm va diametri 0,1 mm bo'lgan ingichka ipga magnit momenti 10^{-2} A·m² ga teng bo'lgan qisqa magnit strelkasi osilgan. Strelka sim va ipdan o'tgan tekislikda yotadi. Simdan 30 A tok o'tganda strelka qanday burchakka buriladi? Ip materialining siljish moduli 600 kG/mm². Sistema Yer magnit maydonidan to'siq orqali ajratilgan. 600 o'ramli galvanometr g'altagi uzunligi 10 sm va diametri 0,1 mm bo'lgan ip bilan kuchlanganligi $16 \cdot 10^4$ A/m bo'lgan magnit maydoniga osilgan. CHulg'am tekisligi magnit maydonining yo'nalishiga parallel. G'altak ramkasining bo'yi $a=2,2$ sm, eni $b=1,9$ sm. Agar g'altak 0,5° ga burilgan bo'lsa, chulg'amdan qancha tok o'tadi? Ip materialining siljish moduli 600 kG/mm².

13.17. Kvadrat ramka simga shunday osilganki, magnit maydonining kuch chiziqlari ramka tekisligiga o'tkazilgan normal bilan 90° burchak dashkil qiladi. Ramkaning tomonlari 1 sm. Maydonning magnit induksiya 1,37·10⁻² Tl. Ramka bo'ylab $I = 1$ A tok o'tganda, u 1° burchakka buriladi. Simning siljish moduli topilsin. Simning uzunligi 10 sm, ipning radiusi 0,1 mm.

13.18. Doiraviy kontur tekisligi magnit maydoniga, maydon kuch chiziqlari bilan 90° burchak tashkil etadigan qilib o'rnatilgan. Magnit maydonining kuchlanganligi 2000 e. Konturning radiusi 2 om bo'lib, undan 2 A tok o'tadi. Konturni kontur diametriga mos keluvchi o'q atrofida 90° ga burish uchun qancha ish bajarish kerak?

13.19. Induksiya 0,5 Vb/m² bo'lgan magnit maydonida 10 sm uzunlikdagi o'tkazgich tekis harakat qiladi. O'tkazgichdan 2 A tok o'tadi. O'tkazgichning harakat tezligi 20 sm/sek va magnit maydoni yo'nalishiga tik yo'nalgan. 1) O'tkazgich 10 sekund davomida harakat qilgandagi bajargan ishi va 2) shu harakatga sarflangan quvvat topilsin.

13.20. 57-rasmda radiusi $r=5$ sm bo'lgan mis disk A tasvirlangan. Disk tekisligi magnit maydoni yo'nalishiga tik holda turadi. Magnit maydonining induksiya $V=0,2$ Tl. Diskning ab radiusi orqali (a va b sirpanuvchan kontaktlar) $I=5$ A tok o'tadi. Disk $v=3$ ayl/sek chastota bilay aylanadi. 1) SHunday dvigatelning quvvati, 2) magnit maydoni rasm tekisligidan biz tomonga yo'nalgan sharoitda diskning aylanishi yo'nalishi, 3) diskka ta'sir etadigan aylantiruvchi moment topilsin.

ELEKTROMAGNIT INDUKTSIYA KONUNIGA DOIR MASALALAR YECHISH

Elektromagnit induksiya hodisasi kontur bilan o'ralgan yuzdan o'tuvchi magnit induksiya oqimi F ning har qanday o'zgarishida ham induksion e. yu.- k. hosil bo'lishidir. Induksion e. yu. k. ning qiymati quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Magnit induksiya oqimini, konturning o'zidagi tok kuchini kamaytirish yoki ko'paytirish (o'zinduksiya hodisasi) orqali o'zgartirish mumkin. Bunda o'zinduksion e. yu. k. quyidagi formuladan topiladi:

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}$$

bunda L —kontur induktivligi (o'zinduksiya koeffitsienta). Solenoidning induktivligi

$$L = \mu_0 \mu n^2 l S$$

bunda l - solenoid uzunligi, S -solenoid ko'ndalang kesimining yuzi, N - solenoidning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan o'ramlar soni.

O'zinduksiya hodisasi tufayli tok kuchi e. yu. k. uzilganda quyidagi qonun bo'yicha kamayib boradi:

$$I = I_0 e^{-\frac{R}{L}t}$$

e. yu. k. ulanganda esa, tok kuchi quyidagi qonun bo'yicha ortib boradi:

$$I = I_0 \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

bunda R - zanjir qarshiligi.

Tokli konturning magnit energiyasi

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

Induktsiya oqimishsh qo'shni konturdagi tok kuchinir o'zgartirish (o'zaro induktsiya hodisasi) orqali ham o'zgartirish mumkin. Bunda induktsiyalangan e. yu. k.

$$\mathcal{E} = -L_{12} \frac{dI}{dt}$$

ga teng bo'ladi, bunda L_{12} — konturlarning o'zaro induktivligi.

Umumiy magnit oqimiga ega bo'lgan ikkita solenoidning o'zaro induktivligi

$$L_{12} = \mu_0 \mu n_1 n_2 S l$$

ga teng bo'lib, bunda p_1 va p_2 solenoidlarning uzunlik birligidagi o'ramlar soni.

Induktsion tok hosil bo'lganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan dt vaqtda o'tadigan elektr miqdori

$$dq = -\frac{1}{R} d\Phi$$

ga teng.

13.21. Elektron $v_0 = 10^7$ m/sek tezlik bilan gorizontol vaziyatdagi yassi kondensator plastinkalariga parallel yo'nalishda uning ichiga uchib kiradi. Kondensator uzunligi $l=5$ sm. Kondensator elektr maydonining kuchlanganligi $Ye= 100$ v/sm. Elektron kondensator ichidan uchib chiqayotganda kuch chiziqlari elektr maydoni kuch chiziqlariga tik bo'lgan magnit maydoniga uchib kiradi. Magnit maydoni induktsiyasi $V=10^{-2}tl$. 1) Magnit maydonidagi elektronning vintsimon traektoriyasining radiusi va 2) vintsimon traektoriyaning qadami topilsin.

13.22. $U=3000$ vopotentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron solenoid magnit maydoni ichiga uning o'qiga nisbatan $\alpha = 30^\circ$ burchak ostida uchib kiradi. Solenoidning amper-o'ramlari soni 5000. Solenoid uzunligi 25 sm. Solenoid magnit maydonidagi elektron vintsimon traektoriyasining qadami topilsin.

13.23. Qalinligi $a=0,5$ mm va balandligi $b=10$ mm bo'lgan mis plastinkaning $S=ab$ kesimidan $I=20$ a tok o'tadi. Plastinkani b qirrasiga va tok yo'nalishiga tik bo'lgay magnit maydoniga joylashtirilsa, ko'ndalang potentsiallar ayirmasi $U=3,1 \cdot 10^{-6}$ vohosil bo'ladi. Magnit maydoni induktsiyasi $V= 1$ tl. 1) Misdagi o'tkazuvchanlikniig elektronlar kontsentratsiyasi, 2) shu sharoitda ularning o'rtacha tezligi topilsin.

13.24. Alyuminiy plastinkaning $S=ab$ kesimidan (a — plastinkaning qalinligi, i — uning balandligi) $I=5$ a tok o'tmoqda. Plastinka b qirrasiga va tok yo'nalishiga tik bo'lgan magnit maydoniga joylashgan. Magnit induktsiyasi $VO= 0,5$ tl va plastinka qalinligi $a=0,1$ mm bo'lganda, hosil bo'lgan ko'ndalang potentsiallar ayirmasi topilsin. O'tkazuvchanlikning elektronlar kontsentratsiyasini atomlar kontsentratsiyasiga teng deb hisoblansin.

13.25. $a=0,2$ mm qalinlikdagi yarim o'tkazgich plastinka a bo'ylab yo'nalgan magnit maydoniga joylashgan. Yarim o'tkazgichning solishtirma qarshiligi $\rho=10^{-5}$ oM·m va magnit maydoni induktsiyasi $VO= 1$ tl. Maydonga tik ravishda plastinka bo'ylab $I=0,1$ a tok berilgan. Natijada $U=3,25 \cdot 10^{-3}$ voko'ndalang potentsiallar ayirmasi hosil bo'ladi. Yarim o'tkazgichdagi zarrachalarning harakatchanligi aniqlansin.

13.26. Induktsiyasi 0,1 tl, bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 10 sm uzunlikdagi

o'tkazgich maydonga tik yo'nalishda 15 m/sek tezlik bilan harakat qiladi. O'tkazgichdagi induktsiyalangan e. yu. k. topilsin.

13.27. Diametri 10 sm bo'lgan 500 o'ramli g'altak magnit maydonida turibdi. Magnit maydonining induktsiyasi 0,1 sek davomida 0 dan 2 vb/m² gacha ko'payganda g'altakdagi induktsiya e. yu. k. ning o'rtacha qiymati qancha bo'ladi?

Reaktivodvigatelli samolyotning tezligi

950 km/soat. Agar Yer magnit maydoni kuchlanganligining vertikal tashkil etuvchisi 0,5 e va samolyot qanotining qulochi 12,5 m bo'lsa, samolyot qanotlarining uchida hosil bo'luvchi induktsiya e. yu. k. topilsin.

13.28. Induktsiyasi 500 gs bo'lgan magnit maydonida 1 m uzunlikdagi sterjen 20 rad/sek ga teng o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Aylanish o'qi sterjen uchidan o'tadi va magnit maydoni kuch chiziqlariga parallel holda turadi. Sterjen uchlarida hosil bo'lgan induktsiya e. yu. k. topilsin.

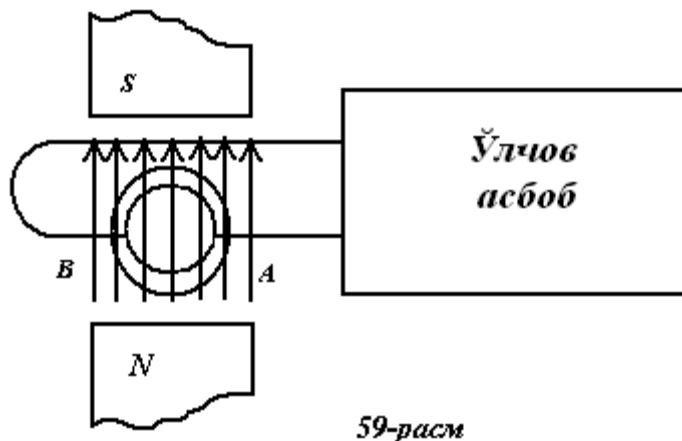
13.29. 59-rasmda suyuqlikning elektromagnit rasxodomeri ish printsipini tasvirlovchi sxema berilgan. Suyutslik oqayotgan truboprovod magnit maydoniga joylashgan. A va VOzlektrodlarda induktsiya e. yu. k. hosil bo'ladi. Magnit maydoni induktsiyasi 100 gs elektrodlar oraligi (truboprovodning ichki diametri) 50 mm va bunda hosil bo'lgan e. yu. k. 0,25 mv. Truboprovoddagi suyuqlikning oqish tezligi topilsin.

Induktsiyasi 1 vb/m² bo'lgan magnit maydoniga yuzi 100 sm² bo'lgan doiraviy sim o'rami joylashtirilgan.

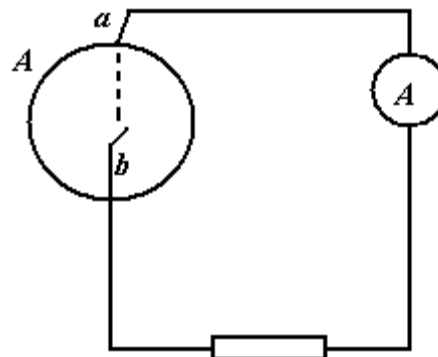
O'ram tekisligi magnit maydoni yo'nalishiga tik. Maydon 0,01 sekund davomida uzib qo'yilsa, o'ramda hosil bo'lgan induktsiya e. yu. k. ning o'rtacha qiymati qancha bo'ladi?

13.30. Induktsiyasi 1000 gs bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 100 o'ramdan iborat g'altak 5 ayl/sek tezlik bilan tekis aylanadi. Uning ko'ndalang kesimi 100 sm². Aylanish o'qi g'altak o'qiga va magnit maydoni yo'nalishiga tik. Aylanayotgan g'altakdagi maksimal induktsiya e. yu. k. topilsin.

13.31. Ramka induktsiyasi 0,8 tI bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 15 rad/sek burchak tezlik bilan aylanadi. Ramkaning yuzi 150 sm². Aylanish o'qi ramka tekisligida bo'lib, magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishi bilan 30° burchak hosil qiladi. Aylanayotgan ramkadagi maksimal induktsiya e. yu. k. topilsin.



59-рasm



60-рasm

ELEKTROMAGNIT TEBRANISH VA TULKINLAR MAVZUSIGA DOIR MASALALAR YECHISH

Sig'imi S , induktivligi L va qarshiligi R bo'lgan konturdagi elektromagnit tebranishlarning davri T quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\left(\frac{1}{LC} - \frac{R}{2L}\right)^2}}$$

Agar konturning qarshiligijuda kichik deb

$$\left(\frac{R}{2L}\right)^2 \leq \frac{1}{LC}$$

olinsa, unda tebranish davri quyidagicha bo'ladi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Agar konturning qarshiligi R nolga teng bo'lmasa, tebranish so'nuvchan bo'ladi. Bunda kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasi (agar vaqt kondensator qoplamalaridagi eng katta potentsiallar ayirmasiga mos keluvchi paytdan boshlab hisoblansa) quyidagi qonun bo'yicha o'zgaradi;

$$U = U_0 e^{-\delta t} \cos \omega t$$

Bunda $\delta = \frac{R}{2L}$ — so'nish koeffitsient $\chi = \delta T$ so'nish logarifmik dekrementi deb ataladi.

Agar $\delta = 0$ bo'lsa, tebranish so'nmas bo'lib, shunday yozish mumkin:

$$U = U_0 \cos \omega t$$

Agar vaqt kondensator qoplamalaridagi potentsiallar anirmasi nolga teng bo'ladigan paytdan boshlab hisoblanadigan bo'lsa,

$$U = U_0 \sin \omega t$$

munosabat to'g'ri bo'ladi.

O'zgaruvchan tok uchun Om qonuni

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{Z}$$

ko'rinishida yoziladi; bunda I_{ef} va U_{ef} tok kuchi va kuchlanishning effektiv qiymatlari bo'lib, ularning amplituda qiymatlari I_e va U_0 bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \text{ va } U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Z —zanjirning to'la qarshiligidir. Agar zanjirda ketma-ket ulangan R aktivoqarshilik, S sig'im va L induktivlik bo'lsa,

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Kuchlanish bilan tok kuchi orasidagi fazalar siljishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

R, S va L larni turlicha ulash usullari uchun zanjirning to'la qarshiligi Z va fazalar siljishi φ formulalari 426- betdagi jadvalda berilgan.

O'zgaruvchan tok zanjirida R aktivoqarshilnk va L induktivlikka esa bo'lgan g'altak ketma-ket ulangan R va L ga muvofiq kedadi. S sig'im va R aktivoqarshilikka ega bo'lgan kondensator parallel ulangan R va S ga muvofiq keladn. O'zgaruvchantok quvvati:

$$P = I_{ef} U_{ef} \cos \varphi$$

13.32. Tebranish konturi 800 SGSs cig'imli kondensator hamda $2 \cdot 10^{-3}$ gn induktivlikka ega g'altakdan iborat. Kontur qanday to'lqin uzunlikka sozlangan? Kontur qarshiligi hisobga olinmasii.

13.33. Induktivligi $2 \cdot 10^{-3}$ gn, sig'imi 62 dan 480 SGSs gacha o'zgara oladngan tebranish konturinn qanday to'lqin diapazonga sozlash mumkin? Konturnng qarshiligi nihoyatda oz.

13.34. 2 mkf sig'imda 1000 gts tovush chastotasini olish uchun tebranish konturiga qanday induktivlik ulash kerak? Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

13.35. Induktivligi $L = 3 \cdot 10^{-5} \text{ gn}$ bo'lgan g'altak plastinkalarining sathi $S = 10 \text{ sm}^2$ va ular oraliqlarni $d = 0,1 \text{ mm}$ bo'lgan yaschi kondensatorga ulangan. Agar kontur 750 m uzunlikdagi to'lqinga rezonanelashsa, plastinkalar oralig'ini to'ldiruvchi muhitning dielektrik singdiruvchanligi nimaga teig?

13.36. Tebranish konturi $0,025 \text{ mkf}$ sig'imli konturdap hamda $1,015 \text{ gn}$ induktivlikka ega g'altakdan iborat. Zanjirning om qarshiligini hisobga olmaymiz. Kondensator $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ k}$ elektr miqdori bilan zaryadlangan. 1) Bu tebranma kontur uchun kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining (sonli koeffisientlar bilan) va zanjirdagi tok kuchining vaqtga bog'liq ravishda o'zgarish tenglamasi yozilsin. 2) $\frac{T}{8}, \frac{T}{4}$ va $\frac{T}{2}$ sek ga teng vaqtdagi kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining qiymati va zanjirdagi tok kuchi topilsin. 3) Bir davr chegarasida bu bog'lanishlarning grafiklari chizilsin.

13.37. Odingi masaladagi tebranish konturi uchun: 1) elektr maydonining energiyasi, magnit maydoni energiyasi va to'la energiyaning vaqtga qarab o'zgarish tenglamalari (son koeffisientlari bilan) yozilsin. 2) $\frac{T}{8}, \frac{T}{4}$ va $\frac{T}{2}$ sek ga teng vaqtdagi elektr maydoni energiyasi, magnit maydoni energiyasi va to'la energiya qiymatlari topilsin, 3) bir davr chegarasida bu bog'lanishlarning grafiklari chizilsin.

13.38. Tebranish konturi kondensatori qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining vaqtga qarab o'zgarish tenglamasi $U = 50 \cos 10^4 \pi t$ voko'rinishida berilgan. Kondensatorning sig'imi 10^{-7} f ga teng. 1) Tebranish davri, 2) kontur induktivligi, 3) vaqt bo'yicha zanjirdagi tok kuchining o'zgarish qonuni, 4) shu konturga muvofiq keluvchi to'lqin uzunligi topilsin.

13.39. Tebranish konturidagi tok kuchining vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi quyidagi ko'rinishda berilgan: $I = -0,02 \sin 400 \pi t \text{ a}$. Konturning induktivligi 1 gn , 1) Tebranish davri, 2) kontur sig'imi, 3) kondensator qoplamalaridagi maksimal potentsiallar ayirmasi, 4) magnit maydonining maksimal energiyasi, 5) elektr maydonining maksimal energiyasi topilsin.

13.40. $\frac{T}{8}$ sek vaqt payti uchun tebranish konturi magnit maydoni energiyasining elektr maydoni energiyasiga nisbati nimaga teng?

13.41. Tebranish konturi 7 mkf sig'imli kondensator hamda induktivligi $0,23 \text{ gn}$ va qarshiligi 40 om bo'lgan g'altakdan iborat. Kondensator $5,6 \cdot 10^{-4} \text{ k}$ elektr miqdori bilan zaryadlangan. 1) Konturning tebranish davri topilsin. 2) Tebranishning so'nish logarifmik dekrementi aniqlansin. 3) Kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasining o'zgarishini vatstga bog'lanish tenglamasi yozilsin. 4) $\frac{T}{2}, T, \frac{3}{2}T$ va $2T$ sek ga teng vaqt paytida potentsiallar ayirmasining qiymati topilsin. Ikki davr chegarasida $U = f(t)$ grafigi chizilsin.

UZGARUVCHAN TOK KONUNLARIGA DOIR MASALALAR YECHISH.

Agar konturning qarshiligi R nolga teng bo'lmasa, tebranish so'nuvchan bo'ladi. Bunda kondensator qoplamalaridagi potentsiallar ayirmasi (agar vaqt kondensator qoplamalaridagi eng katta potentsiallar ayirmasiga mos keluvchi paytdan boshlab hisoblansa) quyidagi qonun bo'yicha o'zgaradi;

$$U = U_0 e^{-\alpha t} \cos \omega t$$

Bunda $\delta = \frac{R}{2L}$ — so'nish koeffisient $\alpha = \delta T$ so'nish logarifmik dekrementi deb ataladi.

Agar $\delta = 0$ bo'lsa, tebranish so'nmas bo'lib, shunday yozish mumkin:

$$U = U_0 \cos \omega t$$

Agar vaqt kondensator qoplamalaridagi potentsiallar anirmasi nolga teng bo'ladigan paytdan boshlab hisoblanadigan bo'lsa,

$$U = U_0 \sin \omega t$$

munosabat to'g'ri bo'ladi.

O'zgaruvchan tok uchun Om qonuni

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{Z}$$

ko'rinishida yoziladi; bunda I_{ef} va U_{ef} tok kuchi va kuchlanishning effektiv qiymatlari bo'lib, ularning amplituda qiymatlari I_e va U_0 bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \text{ va } U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Z —zanjirning to'la qarshiligidir. Agar zanjirda ketma-ket ulangan R aktivoqarshilik, S sig'im va L induktivlik bo'lsa,

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

Kuchlanish bilan tok kuchi orasidagi fazalar siljishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

R, S va L larni turlicha ulash usullari uchun zanjirning to'la qarshiligi Z va fazalar siljishi φ formulalari 426- betdagi jadvalda berilgan.

O'zgaruvchan tok zanjirida R aktivoqarshilik va L induktivlikka esa bo'lgan g'altak ketma-ket ulangan R va L ga muvofiq kedadi. S sig'im va R aktivoqarshilikka ega bo'lgan kondensator parallel ulangan R va S ga muvofiq keladn. O'zgaruvchan tok quvvati:

$$P = I_{ef} U_{ef} \cos \varphi$$

13.42. 20 mkf sig'imli kondensator va 130 om aktivoqarshilikka ega reostat 50 gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. 1) Kondensatordagi va 2) reostatdagi kuchlanishning tushishi zanjiriga berilgan kuchlanishning qancha qismini tashkil qiladi?

13.43. Kondensator bilan elektr lampochka 440 vokuchlanishli va 50 gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. Lampochkadan 0,5 a tok utishi va lampochkadagi potentsialning tushishi 110 voga teng bo'lishi uchun kondensatorning sig'imi qanday bo'lishi kerak?

13.44. 10 om aktivoqarshilikli va L induktivlikli g'altak 127 vokuchlanishli va 50 gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altak 400 vt quvvatni iste'mol qiladi, kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° , g'altakning induktivligini toping.

13.45. R — aktivoqarshilik, S — sig'im va L — induktivlik turlicha usullar bilan ulanganidagi zanjirning Z to'la qarshiligi hamda kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi $\tan \varphi$ uchun formulalar jadvalini tuzing. 1) R va S ketma-ket ulangan, 2) R va S parallel ulangan, 3) R va L ketma-ket ulangan, 4) R va L parallel ulangan va 5) R, L va S ketma-ket ulangan hollar uchun formulalar jadvalini tuzing.

13.46. 1 mkf sig'imli kondensator va 3000 om aktivoqarshilikli reostat 50 gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. Reostatning induktivligi juda oz. Kondensator bilan reostat: 1) ketma-ket va 2) parallel ulangan bo'lsa, zanjirning to'la qarshiligini toping.

13.47. 220 vokuchlanishli va 50 gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga 35,4 mkf sig'im, 100 om aktivoqarshilik va 0,7 gn induktivlik ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchini hamda sig'im, om qarshilik va induktivlikdagi kuchlanishning tushishini toping.

13.48. $\nu_0 = 50$ gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga $L = 2,26 \cdot 10^{-2}$ gn induktivlik va R aktivoqarshilik parallel ulangan. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° , R ning kattaligini toping.

13.49. R aktivoqarshilik va L induktivlik 127 vokuchlanishli va 50 gts chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga parallel ulangan. Zanjir 404 vt quvvatni iste'mol qiladi hamda

kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60° , R aktivoqarshilik bilan L induktivlikni toping.

13.50. 220 V kuchlanishli o'zgaruvchan tok zanjiriga S sig'im, R aktivoqarshilik va L induktivlik ketma-ket o'langan. Kondensatordagi kuchlanishniig tushishi $U_s = 2U_R$ va induktivlikdagi kuchlanishniig tushishi $U_L = 3U_R$ bo'lsa, om qarshilikdagi kuchlanishniig tushishi U_R topilsin.

14-mavzu Geometrik optika. Yorug'lik interferentsiyasi doir masalalar yechish.

YORUG'LIK BIRLIKLARI

17 – jadval da GOST 7932-56 ga muvofiq birliklarning Xalqaro sistemada yorug'lik o'lchovlari uchun mo'ljallangan asosiy va ba'zi hosila birliklari keltirilgan.

17 – jadval

Kattalik va uning belgilanishi	Birlikni aniqlash uchun xizmat qiluvchi tenglama	o'lchovobirligi	birlikning qiqacha belgilanishi	o'lchamligi
Asosiy birliklar				
Uzunlik $l \dots$	-	metr	m	L
Vaqt $t \dots$	-	sekund	sek	T
Yortsg'lik kuchi $I \dots$	-	sham	$sham$	I
Hosila birliklari				
Yorug'lik lqimi	$d\Phi = Id\omega$	lyumen	lm	I
Yorug'lik energiyasi	$dW = \Phi dl$	lyumen-sekund	$lm*sek$	TI
Yorqinlik (yorug'lanishi)	$R = \frac{d\Phi}{dS}$	metr kvadrat	lm/m^2	$L^{-2}I$
Ravshandik	$B = \frac{dl}{\cos\theta \cdot dS}$	sham bo'lingan metr kvadrat	nm	$L^{-2}I$
Yoritilganlik	$E = \frac{d\Phi}{dS}$	lyuks	lk	$L^{-2}I$
Yoritilish miqdori	$dH_y = Edt$	lyuks sekund	$lk*sek$	$L^{-2}I$

Bu sistemada yorug'lik oqimi birligi uchun lyumen (lm) – yorug'lik kuchi 1 *sham* bo'lgan nuqtaviy manbaning 1 steridan fazoviy burchak ichida tekis nurlanayotgan yorug'lik oqimi qabul qilingan. SHunday qilib $1 lm = 1 sham \times 1 ster$.

Yoritilganlik lyuks bilan o'lchanadi. Bir lyuks – 1 kvadrat metrda tekis taqsimlangan 1 lyumen yorug'lik oqimi tushayotgan sirtning yoritilganligidir. SHunday qilib, $1 lk = 1 lm/m^2$.

Yorug'lik manbainig yorqinligi yoki yorug'lanishi oqimi qabul qilingan. SHunday qilib $1 lm = 1 sham \times 1 ster$.

Yoritilganlik lyuks bilan o'lchanadi. Bir lyuks — 1 kvadrat metrda tekis taqsimlangan 1 lyumen yorug'lik oqimi tushayotgan sirtning yoritilganligidir. SHunday qilib, $1 lk = 1 lm/m^2$.

Yorug'lik manbainig yorqinligi yoki yorug'lanishi lyumen bo'lingan kvadrat metr bilan o'lchanadi. $1 lm/m^2$ — $1 m^g$ yuzni nurlantirayotgan 1 *lm* yorug'lik oqimiga muvofiq keluvchi yorug'lanishdir.

Ravshanlik birligi nit (nt) —tekis yoritilayotgan yassi sirtning ravshanligi bo'lib, bir kvadrat metr sirtga tik yo'nalishdagi tushgan bir sham yorug'lik kuchiga to'g'ri keladi. SHunday qilib, $1 \text{ nt} = 1 \text{ sham}/\text{m}^2$.

Masalalar yechishga doir misollar

1-masala. Yorug'lik kuchi 1000 sham bo'lgan elektrlampochkasining spirali 20 sm diametrli xira sferik kolba ichiga olipgan. 1) Bu yorug'lik manbai nurlantirgan yorug'lik oqimi, 2) bu yorug'lik manbaining yorug'lanishligi va ravshanligi, 3) bu yorug'lik manbai nurlantirgan yorug'lik oqimining 10 % tushadigan ekranning yoritilganligi, yorqinligi va ravshanligi topilsin. Ekran sirtining yorug'lik qaytarish koeffitsienti $\rho = 0.8$. Ekran yuzi $0,25 \text{ m}^2$. Ekran sirti yorug'likni Lambert qonuni bo'yicha sochadi deb hisoblansin.

Echilishi. 1) Yorug'lik manbaining hamma tomoniga nurlanadigan yorug'lik oqimi F bu manbaining yorug'lik kuchi I bilan

$$\Phi = 4\pi I$$

munosabatda bog'lang'an. Bizda $I = 10^3 \text{ sham}$, binobarin, $F = 1,26 \times 10^4 \text{ lm}$, 2) Yorug'lik manbaining yorqinligi

$$R = \frac{\Phi}{S} = \frac{4\pi I}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2}$$

bunda r —sferik kolba radiusi. Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak,

$$R = \frac{1000}{(0.1)^2} = 10^5 \text{ lm} / \text{m}^2$$

Yorug'lik manbaining ravshanligi

$$B = \frac{I}{\Delta S'}$$

bunda $\Delta S'$ —yoritish sirtining kurinadigan yuzi. Bizda $\Delta S' = \pi r^2$ bunda r — kolba radiusi, u holda

$$B = \frac{I}{\pi r^2} = \frac{1000}{\pi (0.1)^2} = 3.18 \cdot 10^4 \text{ nm}$$

3) SHartga ko'ra ekranga $F_1 = 0,1F = 1,26 \cdot 10^3 \text{ lm}$ yorug'lik sig'imi tushadi. Unda ekranning yoritilganligi

$$E = \frac{\Phi_1}{S_1} = \frac{1.26 \cdot 10^3}{0.25} \text{ lm} / \text{m}^2 \cong 5 \cdot 10^3 \text{ lk}$$

Ekranning yorqinligi

$$R = \rho \frac{\Phi_1}{S_1} = \rho E = 0.8 \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ lm} / \text{m}^2$$

Ekranning ravshanligi

$$B = \frac{R}{\pi} = 1.3 \cdot 10^3 \text{ nm}$$

2-masala. Absolyut qora jism 1000°K o'zgarmas temperaturada saqlanadi. Jismning sirti 250 sm^2 . Mazkur jismning nurlanish quvvati topilsin.

Echilishi. Stefan — Boltsman qonuniga ko'ra energetik yorqinlik, ya'ni absolyut qora jism sirti birligining 1 sek da nurlanish energiyasi

$$R_s = \sigma T^4$$

nurlanadigan butun energiya

$$W = S \tau R_s = S \tau \sigma T^4$$

bunda S — absolyut qora jism sirti, τ — nurlanish vaqti, σ — Stefan — Boltsman doimiysi va T - jism temperaturasi, Kelvin graduslarida. Nurlanish quvvati

$$P = \frac{W}{\tau} S \sigma T^4$$

Bizda $S=250 \text{ sm}^2=2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ vt/m}^2 \text{K}^4$ va $T=1000^\circ\text{K}$. Bu qiymatlarni o'rniga qo'ysak, $R=1,42 \cdot 10^3 \text{ vt} = 1,42 \text{ kv} \cdot \text{t}$ bo'ladi.

Sferik ko'zgu uchun optik kuch D quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{2}{R} = \frac{1}{F} = D,$$

bunda a_1 a_2 — buyumdan va tasvirdan ko'zgugacha bo'lgan masofa, R — ko'zguning egrilik radiusi va F — ko'zguning fokus masofasi.

Ko'zgudan chiqqan nur bo'yicha hisoblanadigan masofa musbat, nurga teskari — manfiy hisoblanadi. Agar F metrdan ifodalansa, unda D dioptriya ifodalanadi.

Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotganida yorug'likning sinish qonuni ro'y beradi:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{v_1}{v_2},$$

bunda i — tushish burchagi, r — sinish burchagi, p — ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, v_1 va v_2 — yorug'likning birinchi va ikkinchi muhitlardagi tarqalish tezligi.

Bir jinsli muhitga joylashtirilgan yupqa linza uchun optik kuch D quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$-\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{F} = D,$$

bunda a_1 a_2 —buyumdan va tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa, p — linza materialining nisbiy sindirish ko'rsatkichi R_1 va R_2 — liizalarning egrilik radiuslari. Linzalar uchun ishoralar qoidasi ko'zgularniki singaridir. Bitta qilib qo'shilgan ikki yupqa linzaning optik kuchi quyidagiga teng:

$$D=D_1+D_2$$

bunda D_1 va D_2 —linzalarning optik kuchlari.

Ko'zgular va linzalardagi ko'ndalang kattalashtirish

$$k = \frac{y'}{y} = \frac{a_2}{a_1}$$

formula bilan aniqlanadi; bunda u — buyumiing balandligi va u' —tasvirning balandligi.

Lupaning kattalashtirishi

$$k = \frac{L}{F}$$

bunda L — eng yaxshi ko'rish masofasi va F —lupaning bosh fokus masofasi.

Mikroskopning kattalashtirishi

$$k=LdD_1D_2$$

bunda L -eng yaxshi ko'rish masofasi, d -ob'ektiv bilan okulyar fokuslari o'rtasidagi masofa, D_1 va D_2 — ob'ektiv bilan okulyarning optik kuchlari. Teleskopning kattalashtirishi

$$k = \frac{F_1}{F_2}$$

bunda F_1 —ob'ektivning fokus masofasi va F_2 —okulyarning fokus masofasi.

Yorug'lik oqimi F yorug'lik to'liqlanish shg mazkur yuzdan vaqt birligida olib o'tgan energiyasi bilan aniqlanadi:

$$\Phi = \frac{dW}{dt}$$

Yorurlik kuchi I son jihatidan fazoviy burchak birligiga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimi kattaligiga teng:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Yoritilganlik Ye yuz birligiga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimi kattaligi bilan xarakterlanadi:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

I yorug'lik kuchiga ega bo'lgan nuqtaviy manba undan r masofadagi yuzda

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$$

yoritilganlik vujudga keltiradi; bunda α — nurning tushish burchagi.

R yorqinlik son jihatdan yoritilayotgan jism yuz birligidan chiqayotgan yorug'lik oqimiga teng:

$$R = \frac{d\Phi}{dS}$$

Agar jismning yorqinligi uning yoritilganligi bilan ifodalansa, $R = rE$ bundagi r — sochilish (qaytish) koefitsienti.

Yoritiluvchi yuzning ravshanligi V Odeb nur tushadigan yuz elementa yorug'lik kuchining bu elementning kuzatish yo'nalishiga (ya'ni elementning ko'z ko'rinadigan sirtiga) perpendikulyar tekislikka tushgan proektsiyasi yuziga bo'lgan nisbatiga son jihatdan baravar bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$B = \frac{dI}{dS \cos \theta},$$

bunda θ — sirt elementiga o'tkazilgan normal bilan kuzatish yo'nalishi o'rtasidagi burchak.

Agar jism Lambert qonuni bo'yicha nur sochsa, ya'ni ravshanlik yo'nalishga bog'liq bo'lmasa, yorqinlik R bilan ravshanlik V

$$R = \pi B$$

munosabatda bo'ladi.

14.1. Gorizantal yorug'lik nuri vertikal joylashgan ko'zguga tushadi. Ko'zgu o'z o'qi atrofida α burchakka buriladi. Qaytgan nur qancha burchakka buriladi?

14.2. Botiq sferik ko'zguning egrilik radiusi 20 sm. Ko'zgudan 30 sm uzoqlikda balandligi 1 sm bo'lgan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. CHizmasi berilsin.

14.3. Agar buyum egrilik radiusi 40 sm bo'lgan qavariq sferik ko'zgudan 30 sm uzoqlikka joylashtirilgan bo'lsa, ko'zgudagi buyumning tasviri qanday masofada hosil bo'ladi? Buyum 2 sm kattalikda bo'lsa, tasvirning kattaligi qanday bo'ladi? Hisoblash millimetrlil qogozda grafik yo'l bilan tekshirilsin.

14.4. Qavariq sferik ko'zguning egrilik radiusi 60 sm. Ko'zgudan 10 sm uzoqlikda balandligi 2 sm keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. CHizmasi berilsin.

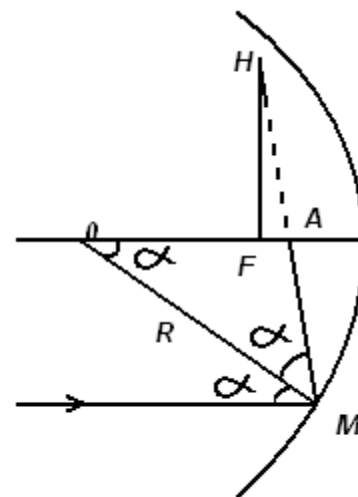
14.5. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguda natural kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqchi. Buyumni qaerga qo'yish kerak va tasvir qaerda olinadi?

14.6. Buyumning botiq sferik ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa 15 sm. Qo'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

14.7. Botiq sferik ko'zgu oldiga uning bosh optik o'qiga bu o'qqa tik holda yonib turgan sham o'rnatilgan. SHam bilan ko'zgu cho'qqisi orasidagi masofa $\frac{4}{3}F$ ga teng.

Botiq ko'zgudagi shamning tasviri fokus masofasi $F_1 = 2F$ bo'lgan qavariq ko'zguga tushadi. Ko'zgular o'rtasidagi masofa $3F$ ga teng bo'lib, ularning o'qlari bir to'g'ri chiziqda yotadi. Birinchi ko'zgudagi shamning tasviri ikkinchi ko'zguga nisbatan mavhum buyum rolin o'ynab, ikkala ko'zgu o'rtasida joylashgan haqiqiy tasviri beradi. SHu tasvir chizilsin va sistemaning umumiy chiziqli kattalashtirilishi xisoblab chiqarilsin.

- 14.8. Egrilik radiusi $1,6\text{ m}$ ga teng sferik reflektorda olinadigan Quyoshning tasviri qayerda va qanday kattalikda bo'ladi?
- 14.9. Agar sferik ko'zguga keng yorug'lik dastasi (dasta eni α burchagi bilan belgilanadi, 62- rasm) tushayotgan bo'lsa, optik o'qqa parallel keluvchi va ko'zguniig chetiga tushuvchi nur ko'zgudan qaytganidan keyin optik o'qni fokusda emas, balki fokusdan muayyan AF masofada kesib o'tadi. AF masofa bo'ylama sferik aberratsiya deb ataladi. FN masofa ko'ndalang sferik aberratsiya deyiladi. Bo'ylama va ko'ndalang aberratsiya kattaliklariki α kattaligi bilan va sferik ko'zguning radiusi bilan bog'lovchi formula keltirib chiqarilsin.
- 14.10. Teshigining diametri 40 sm bo'lgan botiq sferin ko'zguning egrilik radiusi 60 sm , Bosh o'qqa parallel bo'lgan chetki nurlarning bo'ylama va ko'ndalang sferik aberratsiyalari topilsin.
- 14.11. Fokus masofasi 20 sm botiq sferik ko'zgu berilgan Bo'ylama sferik aberratsiya fokus masofaning ko'pi bilan 2% ini tashkil etishi uchun buyum optik o'qdan qanday h eng uzoq masofada turishi kerak?
- 14.12. Yorug'lik nuri yassi-parallel shisha plastinkaga 30° burchak bilan tushib, uidan dastlabki nurga parallel holda chikadi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,5$. Agar nurlar o'rtasidagi masofa $1,94\text{ sm}$ bo'lsa, plastipkaning d qalinligi qancha?
- 14.13. Yassi-parallel sirtli qalinligi 1 sm shisha plastinkaga (shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,73$) 60° burchak bilan nur tushib, uning bir qismi qaytadi, ikkinchi qismi esa sinib, shisha orasiga o'tadi; bu qism plastinkaning ostki sirtidan qaytadi va ikkinchi marta sinib, yana havoga birinchi qaytgan nurga parallel holda chiqddi. Nurlar o'rtasidagi l masofa topilsii.
- 14.14. Yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi N bo'lgan jismga i burchak bilan tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar bo'lishi uchun i va N o'zaro qanday bog'lanishi kerak?
- 14.15. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,52$. 1) shisha — havo, 2) suvo— havo, 3) shisha—suvobo'linish sirtlari uchun to'liq ichki qaytishning limit burchaklari topilsin.
- 14.16. Suvga sho'ng'igan kishi botib borayotgan Quyoshni qaysi yunalishda ko'radi?
- 14.17. Yorug'lik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun to'la ichki qaytishning limit burchagi $42^\circ 23'$ Skipidardagi yorug'likning tarqalish tezligi qancha?
- 14.18. Suvoto'ldirilgan stakan ustiga qalin shisha plastinka qo'yilgan. Suvobilar shishaning bo'linish sirtidan to'la ichki qaytish ro'y berishi uchun yorug'lik nuri plastinkaga qanday burchak bilan tushishi kerak? Shishaning sindirish ko'rsatkichi $1,5$.
- 14.19. 10 sm balandlikka qadar suvobilar to'ldirilgan idishning tubiga nuqtaviy yorug'lik manbai joylashtirilgan. Suvoustida tiniq bo'lmagan doiraviy plastinka markazi yorug'lik manbai ustida turadigan holda suzib yuribdi. Birona ham nur suvosirtidan chiqmasligi uchun mazkur plastinka qanday eng kichik radiusga ega bo'lishi kerak?
- 14.20. Oq yorug'lik shisha plastiikaga 45° burchak bilan tushganida turlicha to'lqin uzunliklarda bo'lgan nurlar uchun sinish burchagi quyidagicha bo'lib chiqqan:



62- rasm

λ , nm	7590	6870	5890	4860	3970
β	24°2'	23°57'	23°47'	23°27'	22°57'

Plastinka materiali sindirish ko'rsatkichining to'liq uzunligiga bog'lanish grafigi chizilsin.

14.21. Ba'zi bir shisha navlarining qizil va binafsha nurlar uchun sindirish ko'rsatkichi 1,51 va 1,53 ga teng. Bu nurlar shisha —havo chegarasiga tushganida to'la ichki qaytish limit burchaklari topilsin.

14.22. Agar oldingi masaladagi shisha olinib, shisha—havo bo'linish sirtiga 41° burchak bilan oq nur tushirilsa, nima ro'y beradi? (Yuqoridagi masalaning yechimidan foydalanilsin.)

Monoxromatik nur sindirish burchagi 40° bo'lgan prizmaning yon sirtiga normal tushmoqda. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,5. Prizmadan chiqayotgan nurning dastlabki yo'nalishdan og'ishi topilsin.

Doppler printsiptiga kura qayd qiluvchi asbob qabul qiladigan yorug'lik chastotasi o' yorug'lik maibai yuboradi-gan i chastota bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$\nu' = \nu \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}},$$

bunda ν — qayd qiluvchi asbobning manbaga nisbatan nisbiy tezligi, s — yorug'lik tarqalish tezligi. ν ning musbat qiymati yorug'lik manbaining uzoqlashishiga to'g'ri keladi. $\nu \leq c$ da oldingi formulani taxminan quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\nu' \cong \nu \frac{1}{1 + \frac{v}{c}}$$

Ekrandagi ikki kogerent yorug'lik manbalariga parallel joylashgan interferentsiya yo'llari o'rtasidagi masofa

$$\Delta y = \frac{L}{d} \lambda$$

bu yerda λ — yorug'likning to'liq uzunligi, L — bir-biridan d masofada turgan yorug'lik manbalaridan ekrangacha bo'lgan masofa; bunda $L > d$ deb hisoblanadi.

Yassi-parallel plastinkalardagi (o'tuvchi yorug'likda) yorug'lik interferentsiyasining natijasi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi;

yorug'likning kuchayishi

$$2hncosr = 2k \frac{\lambda}{2} (k = 0, 1, 2, \dots),$$

yorug'likning susayishi

$$2hncosr = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} (k = 0, 1, 2, \dots),$$

bunda h — plastinkaning qalinligi, p — sindirish ko'rsatkichi, r — nurniyg siyish burchagi λ — yorug'likning to'liq uzunligi.

Qaytgan yorug'likda yorug'likning kuchayish yoki susayish sharti o'tuvchi yorug'likdagi shartlarga teskari.

Nyutonning yorug' halqalari radiuslari (o'tuvchi yorug'likda)

va qorong'i halqalari radiuslari

formulalari bilan aniqlanadi, bunda R — linzaning egrilik radiusi.

Parallel nurlar dastasi normal tushganda tirqish difraktsiyasida yoritilganlik minimumlariniig vaziyati quyidagi shart Bilan aniqlanadi:

bunda a — tirqishning eni, φ — difraktsiya burchagi va λ — tushayotgan yorug'lik to'liqining uzunligi.

$$d \sin \varphi = \pm k \lambda \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

Panjara doimiysi yoki davri $d = \frac{1}{N_0}$ - bunda N_0 —pan

Difraktsion panjaraning airata olish qobiliyati

formula bilan aniqlaniladi, bunda N — panjara tirqishlarining umumiy soni, k — spektr tartibi, λ va $\lambda + \Delta\lambda$ — panjarada ajratiladigan bir-biriga yaqin ikki spektral chiziqlarning to'liq uzunliklari.

kattalik difraktsion panjaraning burchak dispersiyasi deb ataladi.

Son jihatdan.

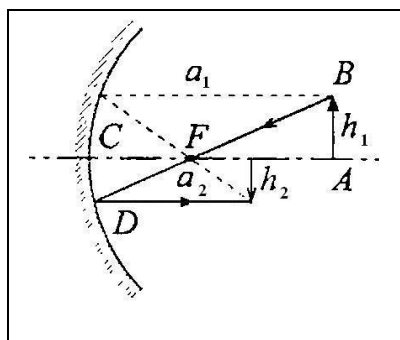
ga teng kattalik difraksion panjaraning chiziqli dispersnyasi deb ataladi; bunda F -ekranga spektr proektsiyasini tushirayotgan linzaning fokus masofasi.

3. Amaliy mashg`ulotlar uchun mashq va masalalar

Geometrik optika. linza va prizmalarda nurlanishning yo'li. tasvir yasash. linzalarning optik kuchi. M.S.Volkenshteyn, Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami, 15§, 5 – 10, 32, 35, 37, 39 – 41, 43, 45 masalalar

14.5. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguda natural kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqchi. Buyumni qaerga qo'yish kerak va tasvir qaerda olinadi?

YECHISH: ABF va CDF uchburchaklarning o'xshashligidan $\frac{h_2}{h_1} = \frac{F}{a_1 - F}$ (1) ekanligi kelib



chiqadi. Botiq ko`zgu formulasi $\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}$ (2) dan quyidagini

olamiz: $a_2 = \frac{a_1 F}{a_1 - F}$ (3). (1) va (2) larni taqqoslab, quyidagiga ega bo'lamiz: $\frac{h_1}{h_2} = \frac{a_1}{a_2}$. SHart

bo'yicha $\frac{h_1}{h_2} = 2$, demak, $\frac{a_1}{a_2} = 2$ bo'ladi, yoki $a_2 = 2a_1$ (4) bo'ladi. Ko'zguning fokus masofasi

$F = \frac{R}{2} = 20$ sm. (2) dan $F_1 = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$ ni topamiz, bunga (4) qo'yib, $F = a_2$ ni olamiz, demak,

$a_1 = 2F = R$ ekanligi kelib chiqadi. Demak, buyumni ekrilik markaziga qo'yish kerak, uning tasviri esa fokusda olinadi.

14.6. Buyumning botiq sferik ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa $a_1 + a_2 = 15$ sm. Ko'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

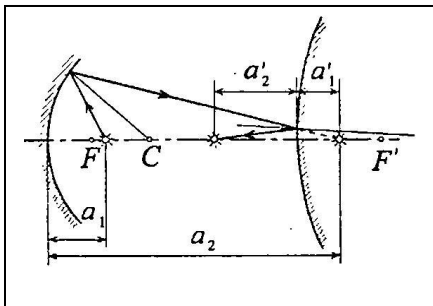
Yechish. Ma'lumki, $\frac{h_2}{h_1} = 2$, demak, $\frac{a_2}{a_1} = 2$ bo'ladi (15.5-masalaga qarang). SHartga ko'ra,

$a_1 + a_2 = 15$ sm; bulardan, $a_1 = 5$ sm, $a_2 = 10$ sm ekanligini olamiz. Agar buyum ko'zgu va fokus orasida joylashgan bo'lsa, tasvir to'g'ri, mavhum va kattalashgan bo'ladi. Unda ko'zgu

formulasiga ko'ra $\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2}$ va bundan fokus masofasi $F_1 = \frac{a_1 a_2}{a_1 - a_2} = 10$ sm ekanligi kelib

chiqadi. Demak ko'zguning optik kuchi $D = \frac{1}{F} = 10$ dptr bo'larkan.

14.7. Botiq sferik ko'zgu oldiga uning bosh optik o'qiga bu o'qqa tik holda yonib turgan sham o'rnatilgan. SHam bilan ko'zgu cho'qqisi orasidagi masofa $(4/3)F$ ga teng. Botiq ko'zgudagi



shamning tasviri fokus masofasi $F_1 = 2F$ bo'lgan qavariq ko'zguga tushadi. Ko'zgular o'rtasidagi masofa $3F$ ga teng bo'lib, ularning o'klari bir to'g'ri chiziqda yotadi. Birinchi ko'zgudagi shamning tasviri ikkinchi ko'zguga nisbatan mavhum buyum rolini o'ynab, ikkala ko'zgu o'rtasida joylashgan haqiqiy tasvirni beradi. SHu tasvir chizilsin va sistemaning umumiy chiziqli kattalashtirilishi hisoblab chiqarilsin.

YECHISH. Botiq ko'zgu formulasi: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}$ (1), bundan

esa $\frac{1}{2F} = \frac{1}{a_1'} - \frac{1}{a_2'}$ (2). SHart bo'yicha $a_2 - a_1' = 3F$ (3). Botiq ko'zguning kattalashtirishi:

$k_1 = \frac{a_2}{a_1}$, qavariq ko'zguniki esa $k_2 = \frac{a_2'}{a_1'}$. Sistemaning umumiy kattalashtirishi $k = k_1 k_2 = \frac{a_2 a_2'}{a_1 a_1'}$

(4). SHartga ko'ra $a_1 = \frac{4}{3}F$, u holda (1) da $a_2 = 4F$ ni olamiz. a_2 ning qiymatini (3) ga qo'yib,

$4F - a_1' = 3F$ ni olamiz, bu yerda esa $a_1' = F$ ni olamiz. U holda (2) dan $a_2' = 2F$ kelib

chiqadi. a_1, a_2, a_1' va a_2' larning qiymatlarini qo'yib, quyidagini topamiz: $k = \frac{4F \cdot 2F \cdot 3}{4F \cdot F} = 6$.

14.8. Egrilik radiusi 16 m ga teng sferik reflektorda olinadigan Quyoshning tasviri qaerda va qanday kattalikda bo'ladi?

$$I_{\perp} = 0.5I_0 \left| \frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)} \right|^2$$

va

$$I_{\parallel} = 0.5I_0 \left| \frac{\operatorname{tg}(i-r)}{\operatorname{tg}(i+r)} \right|^2$$

Bunda $I_{\perp}$ —qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; $I_{\parallel}$ —qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga parallel yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; I_0 —tushayotgan tabiiy yorug'lik intensivligi; i — tushish burchagi va r —sinish burchagi.

Agar $i+r=90^{\circ}$ bo'lsa, $I_{\parallel}=0$ bo'ladi. Bu holda dielektrik ko'zguning I tushish burchagi p sindirish ko'rsatkichi bilan $\operatorname{tg}i=n$ munosabatda bog'langan (Bryuster qonuni).

Polyarizator va analizator orqali o'tuvchi yorug'lik intensivligi quyidagiga teng (Malyus qonuni):

15.1. Yassi to'lqin uchun Frenelning birinchi besh zonasi radiuslari hisoblanilsin. To'lqin sirtidan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa 1 m. To'lqin uzunligi $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ m.

15.2. Monoxromatik yorug'lik ($\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ sm) manbaidan l masofada difraktsion manzara kuzatiladi. Manbadan 0,5 masofada diametri 1 sm li xira to'siq joylashtirilgan. Agar to'siq faqat Frenel markaziy zonasini to'ssa, l masofa qanchaga teng bo'ladi?

15.3. Monoxromatik yorug'lik manbaidan ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ sm) 4 m masofada difraktsiya manzarasi kuzatiladi. Ekran bilan yorug'lik manbai o'rtasiga dumaloq teshikli diafragma joylashtirilgan. Teshikning radiusi qanday bo'lganida ekranda kuzatilayotgan difraktsion halqalarning markazi eng qorong'i bo'ladi?

15.4. Dumaloq teshikli diafragma monoxromatik yorug'likning ($\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ m) parallel dastasi normal tushadi. Ekranda difraktsion manzara kuzatiladi. Diafragma bilan ekran o'rtasidagi masofa qanday kattalikda bo'lganida difraktsion manzaraning markazida qorong'iroq dog' kuzatiladi? Teshik diametri 1,96 mm.

15.5. Eni 2 mkm tirqishdan to'lqin uzunligi $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ monoxromatik yorug'lik normal tushadi. Yo'nalishlari bo'yicha yorug'lik minimumlari kuzatiladigan burchaklar topilsin.

15.6. Eni $2 \cdot 10^{-3}$ sm li tirqishga to'lqin uzunligi $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ sm monoxromatik yorug'likning parallel dastasi normal tushadi. Tirqishdan $l=1$ m uzoqlashtirilgan ekrandagi tirqish tasvirining eni topilsin. Yoritilganlik bosh maksimuminiig ikkala tomoni bo'ylab joylashgan birinchi difraktsion minimumlar o'rtasidagi masofa tasvir eni deb hisoblandsin.

15.7. Tirqishga to'lqin uzunligi λ monoxromatik yorug'likning parallel dastasi normal tushadi. Tirqish eni 6λ Yorug'likning uchinchi difraktsion minimumi qanday burchak ostida kuzatiladi?

15.8. Ikkinchi tartibli spektrdagi qizil chiziqni ($\lambda = 7 \cdot 10^{-7}$ m) ko'rmoq uchun ko'rish trubasini kollimator o'qiga 30° burchak bilan o'rnatishga to'g'ri kelsa, difraktsion panjara doimiysi nimaga teng? Mazkur panjara uzunligining 1 sm iga qancha shtrix chizilgan? Panjaraga yorug'lik tik tushadi.

15.9. Birinchi tartibli spektrdagi simobning yashil chizig'i ($\lambda = 5461 \text{ \AA}$ $19^{\circ}8'$ burchak bilan ko'zatilayotgan bo'lsa, difraktsion panjaraniig 1 mm uzunligida necha shtrix bo'ladi?

15.10. Difraktsion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Birinchi tartibli spektrdagi natriy chizig'ining ($\lambda = 5890 \text{ \AA}$) difraktsiya burchagi $17^{\circ}8'$ ga teng ekanliga topilgan. Biror chiziq ikkinchi tartibli spektrda $24^{\circ}12'$ ga teng difraktsiya burchagini beradi. Mazkur chiziqning to'lqin uzunligi va panjaraniig 1 mm dagi shtrixlar soni topilsin.

15.11. Difraktsion panjaraga razryad trubkasidai yorug'lik dastasi normal tushadi. $\varphi = 41^{\circ}$ yo'ialishda $\lambda_1 = 6563 \text{ \AA}$ va $\lambda_2 = 4102 \text{ \AA}$ ikki spektr chizig'i bir to'g'ri chiziqda yotishi uchun difraktsion panjara doimiysi nimaga teng bo'lishi kerak?

15.12. Difraktsion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Goniometrii biror φ burchakka burganda $\lambda = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ chizig'i uchinchi tartibli spektrda ko'zga chalinadi. Ko'rinadigan spektr sohasida ($4 \cdot 10^{-4}$ dan $7 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ gacha) yotuvchi to'liq uzunliklariga mos keluvchi biron boshqa xil spektral chiziqlar shu φ burchak bilan ko'rinadimi?

15.13. Geliy bilan to'ldirilgan razryad trubkasidai yorug'lik dastasi difraktsion panjaraga normal tushadi. Ikkinchi tartibli spektrdagi geliy chizig'i ($\lambda = 6,7 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) uchinchi tartibli spektrdagi qaysi chiziq ustiga tushadi?

15.14. Geliy bilan to'ldirilgan razryad trubkasidai chiqqan yorug'lik difraktsion panjaraga normal tushadi. Dastlab ko'rish trubasi birinchi tartibli spektrdagi markaziy yo'ning ikkala tomonidagi binafsha chiziqlarga ($\lambda = 3,89 \cdot 10^{-6} \text{ sm}$) qaratib o'rnatilganda, noli chizig'idan o'ngga tomon limb bo'yicha hisoblash $27^{\circ}33'$ va $36^{\circ}27'$ ni berdi. SHundan so'ng ko'rish trubasi birinchi tartibli spektrdagi markaziy yo'ning ikkala tomonidagi qizil chiziqlarga qaratilib, noli chizig'idan o'ngga tomon limb bo'yicha hisoblash $23^{\circ}45'$ va $40^{\circ}6'$ ni berdi. Geliy spektrini qizil chizig'i to'liq uzunligi topilsin.

15.15. Agar difraktsion panjara doimiysi 2 mkm ga teng bo'lsa, natriy sariq chizig'ining ($\lambda = 5890 \text{ A}^0$) eng katta spektr tartibi topilsin.

15.16. Difraktsion panjaraga monoxromatik yorug'lik dastasi normal tushadi. Uchinchi tartibli maksimum normalga $30^{\circ}48'$ burchak bilan kuzatiladi. Tushayotgan yorug'lik to'liq uzunliklarida ifodalangan panjara doimiysini toping.

15.17. Oldingi masaladagi difraktsion panjara qancha maksimum beradi?

15.18. Difraktsion panjarali yuniometrii ko'rish trubasi kollimator o'qiga 20° burchak bilan qo'yilgan. Bunda trubaning ko'rish sohasida geliy spektrining qizil chizig'i ($\lambda = 6680 \text{ A}^0$) ko'rinadi. SHu burchak bilan undan yuqori tartibdagi ko'k geliy chizig'i ($\lambda_2 = 4470 \text{ A}^0$) ham ko'rinishi payqalgan bo'lsa, difraktsion panjara doimiysi nimaga teng? Mazkur panjara yordami bilan kuzatish mumkin bo'lgan eng katta spektr tartibi 5 ga teng. Yorug'lik panjaraga normal tushadi.

15.19. Panjara birinchi tartibli kaliy spektri chiziqlarini ($\lambda_1 = 4044 \text{ A}^0$ va $\lambda_2 = 4047 \text{ A}^0$) ajrata oladigan bo'lsa, difraktsion panjara doimiysi nimaga teng? Panjara eni 3 sm .

15.20. Birinchi tartibli natriy dubleti $\lambda_1 = 5890 \text{ A}^0$ va $\lambda_2 = 5896 \text{ A}^0$ ni ajratish uchun eni $2,5 \text{ sm}$ difraktsion panjara doimiysi qanchaga teng bo'lishi kerak?

15.21. Eni $2,5 \text{ sm}$ difraktsion panjara doimiysi 2 mkm ga teng. Mazkur panjara ikkinchi tartibli spektrning sariq nurlar ($\lambda = 6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) sohasida qanday to'liq uzunliklari farqini ajrata oladi?

15.22. Birinchi tartibli spektrda $\lambda = 5890 \text{ A}^0$ uchun difraktsion panjara burchak dispersiyasi aniqlaisin. Difraktsion panjara doimiysi $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ sm}$ ga teng.

16-MAVZU. ISSIQLIK NURLANISH QONUNLARI. YORUG'LIKING KVANT TABIATI DOIR MASALALAR YECHISH.

$$\varepsilon = h\nu$$

bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{sek}$ —Plank doimiysi va ν —tebranish chastotasi.
Fotonning harakat miqdori

$$P_{\phi} = \frac{h\nu}{c},$$

foton massasi

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

bunda s —yorug'likning bo'shliqdagi tezligi.

Tashqi fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasi bilan uchib chiqayotgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasi o'rtasidagi bog'lanish Eynshteyn formulasi bilan beriladi:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

bunda A — metalldan elektronning chiqish ishi, m — elektron massasi. Agar $\nu = 0$ bo'lsa, $h\nu_0 = A$, bu yerda ν_0 — fotoeffektning qizil chegarasiga muvofiq keluvchi chastota.

Yorug'lik bosimining miqdori

$$p = \frac{E}{c}(1 + \rho)$$

bunda E — birlik sirtga vaqt birligida tushuvchi energiya miqdori, ρ — yorug'likning qaytish koeffitsienti.

Kompton hodisasidagi rentgen nurlari to'liq uzunliklarining o'zgarishidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\varphi)$$

bunda φ — sochilish burchagi va m — elektron massasi.

Elementar zarrachalar dastasi zarracha siljishi yo'nalishida tarqaluvchi yassi to'liq xossasiga ega. Bu dastaning λ to'liq uzunligi de Broyle nisbati bilan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{h}{m\nu} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m}}$$

bunda ν — zarrachalar tezligi, m — zarrachalar massasi va W_k — ularning kinetik energiyasi. Agar zarrachalarning ν tezligi yorug'lik tezligi c bilan o'lhovdosh bo'lsa, u holda yuqoridagi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\lambda = \frac{h}{m_0\nu} \sqrt{1 - \beta^2} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m_0 + \frac{W_k^2}{c^2}}}$$

bunda $\beta = \frac{\nu}{c}$ va m_0 — zarrachaning tinch holatidagi massasi.

16.1. 1) Qizil yorug'lik nurlari ($\lambda = 7 \cdot 10^{-5}$ sm), 2) rentgen nurlari ($\lambda = 0.25$ Å) va 3) gamma-nurlari ($\lambda = 1,24 \cdot 10^{-3}$ Å) fotonining massasini toping.

16.2. Fotonga muvofiq keladigan to'liq uzunlik 0,016 Å bo'lsa, uning energiyasi, massasi va harakat miqdorini toping.

16.3. Simob yoyining quvvati 125 v. Quyidagi to'liq uzunlikka ega nurlanishdan har sekunda necha kvant yorug'lik chiqadi: 1) $\lambda = 6123$ Å, 2) $\lambda = 5791$ Å, 3) $\lambda = 5461$ Å, 4) $\lambda = 4047$ Å, 5) $\lambda = 3655$ Å, 6) $\lambda = 2537$ Å? Bu chiziqlarning intensivligi mos holda 1) 2%, 2) 4%, 3) 4%, 4) 2,9%, 5) 2,5% va 6) 4% ga teng. 80% quvvat nurlanishga ketadi deb hisoblansin.

16.4. Elektronning kinetik energiyasi to'liq uzunligi $\lambda = 5200$ Å bo'lgan foton energiyasiga teng bo'lishi uchun elektron qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

16.5. Elektronning harakat miqdori to'liq uzunligi $\lambda = 5200$ Å bo'lgan fotonning harakat miqdoriga teng bo'lishi uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

16.6. Foton massasi tinch turgan elektron massasiga teng bo'lishi uchun uning energiyasi qancha bo'lishi kerak?

16.7. Monoxromatik fotonlar dastasini $t = 0,5$ min vaqt ichida $S = 2$ sm² maydonchadan olib o'tadigan harakat miqdori $p_f = 3 \cdot 10^{-4}$ g*sm/sek. Bu dasta uchun maydon birligiga vaqt birligida tushadigan energiyani toping.

16.8. Ikki atomli gaz molekulasiining kinetik energiyasi qanday temperaturada to'liq uzunligi $\lambda = 5,89 \times 10^{-4} \text{ mm}$ bo'lgan foton energiyasiga baravar bo'ladi?

16.9. Yuqori energiyalarda rentgen va gamma-nurlanish dozalarini rentgen bilan o'lchash uchun sharoit vujudga keltirish qiyin bo'lganligidan, GOST 8848-63 da kvantlar energiyasi 3 Mevoga bo'lgan nurlanishlar uchun rentgendan doza birligi sifatida foydalanishga yo'l qo'yadi. Rentgen nurlanishining qanday chegaradagi to'liq uzunligiga rentgen o'lchov birligini qo'llash mumkinligini aniqlang.

16.10. Harakat miqdori 20°S temperaturadagi vodorod molekulasiining harakat miqdoriga teng bo'lgan foton massasini toping. Molekula tezligini o'rtacha kvadrat tezlikka baravar deb hisoblang.

16.11. A. G. Stoletovshg «Aktino-elektrik tekshirishlar» (1888 yil) asarida birinchi marta fotoeffektning asosiy qonunlari belgilangan edi. Uning tajribasining natijalaridan biri bunday ifodalangan: «To'liq uzunliklari $295 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$ dan kam va sindirish ko'rsatkichi eng yuqori bo'lgan nurlar razryadlovchi ta'sirga ega bo'ladi». A.G.Stoletovoishlagan metallardan elektron chiqayotganda bajarilgan ish aniqlansin.

16.12. Litiy, natriy, kaliy va tseziy uchun fotoeffekti qizil chegarasini toping.

16.13. Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi 2750 A. Fotoeffektning vujudga keltiruvchi foton energiyasining minimal qiymati nimaga teng?

16.14. Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi 2750 A ga teng. 1) SHu metallardan elektron chiqayotganda bajarilgan ish, 2) to'liq uzunligi 1800 A bo'lgan yorug'lik bilan shu metallardan ajratib olinadigan elektronlarning maksimal tezligi, 3) mazkur elektronlarning maksimal energiyasi topilsin.

ISSIQLIK NURLANISH QONUNLARI. YoRUG'LIKING KVANT TABIATI DOIR MASALALAR

Absolyut qora jismning sirt birligidai 1 sekundda nurlanadigan energiya, ya'ni absolyut qora jismning energetik yorqinligi Stefan—Boltsman formulasi bilan aniqlanadi;

$$R_s = \sigma T^4$$

Bunda T — Kelvin graduslaridagi temperatura va σ — Stefan Boltsman doimiysi

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-5} \text{ em} / \text{m}^2 \cdot \text{grad}^4$$

Agar nur sochayotgan jism absolyut qora bo'lmasa, u holda

$$R'_s = k \sigma T^4$$

bilan aniqlanadi, bunda k — koeffitsienta doim birdan kichik bo'ladi. Energetik yorqinlik R_s absolyut qora jism energetik yorqinligining spektral zichligi r_λ bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$R'_s = \int_0^\infty r_\lambda d\lambda$$

Vin siljish qonuniga ko'ra absolyut qora jism absolyut temperaturasiining to'liq uzunligiga ko'paytmasi (bunda mazkur jism energetik yorqinligining spektral zichligi maksimaldir) doimiy kattalikka teng, ya'ni

$$\lambda_m T = C_1 = 0.29 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{grad}$$

Absolyut qora jism energetik yorqinligining maksimal spektral zichligi absolyut temperaturaning beshinchi darajasiga (Vinning ikkinchi qonuni) proporsional ravishda ortib boradi:

$$(r_\lambda)_{\max} = C_2 T^5$$

bunda $S_2 = 1,29 \cdot 10^{-5} \text{ vt/m}^2 \cdot \text{grad}^5$.

16.14. Pechdagi $6,1 \text{ sm}^2$ o'lchamli teshikdan 1 sek da 8,28 kal issiqlik nurlanadigan bo'lsa, pechning temperaturasi qancha? Nurlanish absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.

16.15. Quyosh 1 minutda qancha miqdor energiya chiqaradi? Quyosh nurlanishi absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin. Quyosh sirtining temperaturasi 5800°K deb qabul qiling.

16.16. Qotib qolgan bir kvadrat metr qo'rg'oshin sirtidan 1 sek da qancha energiya nurlanadi? Mazkur temperatura uchun qo'rg'oshin sirti energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbati 0,6 ga teng deb olinsin.

16.17. Absolyut qora jismiing nurlanish quvvati 34 kvv. Jism sirti 0,6 m² bo'lsa, uning temperaturasi aniqlang.

16.18. Maydoni 10 sm² cho'g'langan metall sirtidan bir minutda 4*10⁴ j issiqlik nurlanadi. Sirt temperaturasi 2500°K. 1) Bu sirt absolyut qora bo'lsa, uning nurlanishi qanday bo'lishi, 2) mazkur temperaturada bu sirt energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbati topilsin.

16.19. Elektr lampochkasidagi volfram spirali diametri 0,3 mm, uzunligi 5 sm. Lampochka 127 vokuchlanishli elektr zanjiriga ulang'anida u orqali 0,31 a tok o'tadi. Lampochkaning temperaturasi qancha? Muvozanatli nurlanishda, toladan ajraladigan barcha issiqlik nur sochish bilan yo'qoladi deb, volfram energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbati mazkur temperatura uchun 0,31 ga teng deb hisoblansin.

16.20. 25 vattli elektr lampochkasi volfram spiralinin temperaturasi 2450°K. SHu temperaturada uning energetik yorqinligining absolyut qora jism energetik yorqinligiga nisbati 0,3. Spiralinin nur sochadigan sirti qattaligini toping.

16.21. Quyosh doimiysi kattaligi, ya'ni Quyoshning o'z nurlariga perpendikulyar holda va o'zidan Yergacha bo'lgan masofaga baravar uzoqlikda turgan 1 sm² yuz orqali har minutda yuborayotgan nur energiyasining miqdori topilsin. Quyosh sirti temperaturasi 5800°K Deb olinsin. Quyoshning nurlanishi absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.

16.22. Atmosfera Quyosh yuboradigan nur energiyasining 10 protsentini yutadi deb hisoblab, maydoni 0,5 ga keladigan yerning gorizontol sahni oladigan quvvatni toping. Quyoshning gorizontdan balandligi 30°. Quyosh nurlanishini absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblang.

16.23. Er uchun Quyosh doimiysi kattaligi ma'lum bo'lgani holda (18.8-masalaga qarang) Mars uchun Quyosh doimiysi kattaligini toping.

16.24. Agar absolyut qora jism yorqinligining maksimal spektral zichligi 4840 A° to'liq uzunligiga to'g'ri keladigan bo'lsa, absolyut qora jism 1 sek da 1 sm² sirtidan qancha energiya chiqaradi?

Yorug'likning kvant tabiati mikrozarralarning to'liq xossalari mavzusiga doir masalalar.

Elementar zarrachalar dastasi zarracha siljishi yo'nalishida tarqaluvchi yassi to'liq xossasiga ega. Bu dastaning λ to'liq uzunligi de Broyle nisbati bilai aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{h}{m\nu} = \frac{h}{\sqrt{2W_K m}},$$

bunda ν — zarrachalar tezligi, m — zarrachalar massasi va W_K — ularning kinetik energiyasi. Agar zarrachalarning ν tezligi yorug'lik tezligi c bilan o'lehovdosh bo'lsa, u holda yuqoridagi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\lambda = \frac{h}{m_0\nu} \sqrt{1 - \beta^2} = \frac{h}{\sqrt{2W_K m_0 + \frac{W_K^2}{c^2}}}$$

bunda $\beta = \frac{\nu}{c}$ va m_0 — zarrachaning tinch holatidagi massasi.

16.25. Grafit rentgen nurlarini 60° burchak bilan sochsa (to'liq uzunligi $2,54 \cdot 10^{-9} \text{ m}$), kompton sochilishda rentgen nurlarining to'liq uzunligi qanday bo'lgan?

16.26. To'liq uzunligi $\lambda = 0,2$ bo'lgan rentgen nurlari 90° burchak bilan kompton hodisasi bo'yicha sochiladi. 1) Rentgen nurlari sochilganda to'liq uzunligining o'zgarishini, 2) tepkili elektron energiyasini, 3) tepkili elektron harakat miqdorini toping.

16.27. Kompton hodisasida tushayotgan foton energiyasi sochilgan foton bilan tepkili elektron o'rtasida baravar taqsimlanadi. Sochilish burchagi $\frac{\pi}{2}$ Sochilgan foton energiyasini va harakat miqdorini toping.

16.28. Rentgen nurlari energiyasi $0,6 \text{ Mev}$. Kompton sochilishdan keyin rentgen nurlarining to'liq uzunligi 20% ga o'zgargan bo'lsa, tepkili elektron energiyasini toping.

16.29. 1) 1 vova 2) 100 vopotentsiallar ayirmasidan o'tgan elektronlar uchun de Broyl to'liq uzunligi topilsin.

16.30. Yuqoridagi masalani-protonlar dastasi uchun hal qiling.

16.31. 1) 10^8 m/s tezlikda uchayotgan elektron uchun; 2) 300° K temperaturada o'rtacha kvadrat tezlikka baravar tezlikda harakatlanayotgan vodorod atomi uchun; 3) 1 m/s tezlikda harakatlanayotgan 1 g massali shar uchun de Broyl to'liq uzunligini toping.

16.32. Kinetik energiyasi: 1) 10 kev , 2) 1 Mev bo'lgan elektron uchun de Broyl to'liq uzunligini toping.

16.33. 200 vopotentsiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan zaryadli zarracha $0,0202 \text{ \AA}$ ga teng de Broyl to'liq uzunligiga ega. Zarracha zaryada son jihatdan elektron zaryadiga teng bo'lsa, shu zarrachaning massasini toping.

16.34. Quyidagi tezliklar: 1) $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, 2) $2,2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, 3) $2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, 4) $2,6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, 5) $2,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ uchun (ν tezlikka bog'liq) elektronning de Broyl to'liq uzunligi qiymatlari jadvalini tuzing.

16.35. α - zarracha kuchlanganligi $250 e$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonida $0,83 \text{ m}$ radiusli aylana bo'yicha harakat qiladi. SHu α -zarracha uchun de Broyl to'liq uzunligini toping.

16.36. 20° C temperaturada ko'proq ehtimoya tezlikda harakat qilayotgan vodorod atomi uchun de Broyl to'liq uzunligini toping.

17-MAVZU Fotoelektrik hodisa. Kompton effekti. Bor nazariyasi doir masalalar YECHISH.

Tashqi fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasi bilan uchib chiqayotgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasi o'rtasidagi bog'lanish Eynshteyn formulasi bilan beriladi:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

bunda A — metalldan elektronning chiqish ishi, m — elektron massasi. Agar $\nu = 0$ bo'lsa, $h\nu_0 = A$, bu yerda ν_0 - fotoeffektning qizil chegarasiga muvofiq keluvchi chastota.

Yorug'lik bosimining miqdori

$$p = \frac{E}{c}(1 + \rho)$$

bunda E — birlik sirtga vaqt birligida tushuvchi energiya miqdori, ρ — yorug'likning qaytish koeffitsienti.

Kompton hodisasidagi rentgen nurlari to'liq uzunliklarining o'zgarishiquyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\varphi)$$

bunda φ — sochilish burchagi va t — elektron massasi.

Elementar zarrachalar dastasi zarracha siljishi yo'nalishida tarqaluvchi yassi to'lqin xossasiga ega. Bu dastaning λ to'lqin uzunligi de Broyle nisbati bilai aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{h}{m\nu} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m}},$$

bunda ν — zarrachalar tezligi, t — zarrachalar massasi va W_k — ularning kinetik energiyasi. Agar zarrachalarning ν tezligi yorug'lik tezligi s bilan o'lehovdosh bo'lsa, u holda yuqoridagi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\lambda = \frac{h}{m_0\nu} \sqrt{1-\beta^2} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m_0 + \frac{W_k^2}{c^2}}}$$

bunda $\beta = \frac{\nu}{c}$ va t_0 — zarrachaning tinch holatidagi massasi.

KVANT ELEKTRONIKASI ELEMENTLARIGA DOIR MASALALAR YECHISH

Borning birinchi postulatiga ko'ra elektron yadro atrofida radiuslari quyidagi munosabatni qanoatlantiradigan muayyan orbitalar bo'yichagina harakat qilishi mumkin:

$$m\nu_k r_k = k \frac{h}{2\pi}$$

bunda t — elektron massaei, u_k — uning k -orbitadagi tezligi, r_k — shu orbitaniig radiusi, h — Plank doimiysi va k — ixtiyoriy butun son (kvant soni).

Borning ikkinchi postulatiga ko'ra elektronning bir orbitadan ikkinchi orbitaga o'tishiga muvofiq keluvchi nurlanish chastotasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$h\nu = W_n - W_k$$

bunda k va p — orbita nomerlari ($p > k$), W_k va W_p — shularga muvofiq keluvchi elektron energiyasining qiymatlari.

Vodorod spektri chiziqlariga muvofiq keluvchi chastota ν yoki to'lqin uzunligi K ni topishga imkon beruvchi formula quyidaga ko'rinishda bo'ladi:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = Rc \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

bunda k va p — arbutalarning nomerlari, s — yorug'likning bo'shliqdagi tezligi va R — Ridberg doimiysi,

$$R = \frac{e^4 m}{8\varepsilon_0^2 h^3 c} = 1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

bunda e — elektron zaryadi, t — uning massasi, h — Plank doimiysi va ε_0 - elektr doimiysi.

Vodorodsimon ionlarning ν chastotasi yoki λ to'lqin uzunligini topishga imkon beruvchi formula quyidagi ko'rinishda:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = RcZ^2 \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

bunda Z — elementning tartib nomeri.

Rentgen nurlari difraktsiyasida Vulf — Bregg tenglamasi o'rinli bo'ladi:

$$2d \sin \varphi = m\lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

bunda d — kristallning atom tekisliklari o'rtasidagi masofa va φ — rentgen nurlari dastasi bilan kristall sirti orasidagi burchak.

Tutash rentgen spektorning qisqa to'liqlik chegarasi ν_0 quyidagi munosabatdan topilishi mumkin:

$$h\nu_0 = eU$$

bunda U — rentgen trubkasiga berilgan potentsiallar ayirmasi.

Rentgen xarakteristik (qattiq yoki yumshoq) nurlarining to'liqlik uzunliklari Mozli formulasi bilan topilishi mumkin:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = Rc(Z-b)^2 \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

bunda Z — antikatod yasalgan elementning tartib nomeri va b — "ekranlash doimiysi". So'nggi formula bunday yozilishi ham mumkin:

$$\sqrt{c} = a(Z-b)$$

bunda

$$a = \sqrt{Rc \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)}$$

Qalinligi x plastinkadan o'tgan rentgen nurlari dastasining intensivligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

bunda, I_0 — plastinkaga tushuvchi dastaning intensivligi va μ — yutilishning chiziqli koeffitsienti. Yutilish koeffitsienta μ rentgen nurlari to'liqlik uzunligiga va modda zichligiga bog'liq.

Yutilishning massa koeffitsienta μ_M chiziqli koeffitsient μ ga $\mu_M = \frac{\mu}{\rho}$ munosabatda

bog'langan, bunda ρ — material zichligi.

Turli moddalar bilan rentgen nurlarining yutilishini «yarim kuchsizlanish qatlami» bilan, ya'ni tushayotgan nurlar intensivligini ikki baravar kamaytiruvchi plastinka qalinligi bilan xarakterlash mumkin.

17.1. 1) Vodorod atomidagi birinchi uchta bor elektron orbitalarining radiuslarini, 2) ulardagi elektron tezligini toping.

17.2. Birinchi bor orbitasidagi elektronning kinetik, potentsial va to'la energiyasi son qiymatini toping.

17.3. Vodorod atomining p -orbitasida turgan elektronning kinetik energiyasini hisoblab chiqaring. Masalani $p = 1, 2, 3$ va son uchun hal qiling.

17.4. 1) Birinchi bor orbitasidagi vodorod atomi elektronining aylanish davrini; 2) uning burchak tezligini toping.

17.5. Spektarning ko'rinadigan sohasidagi vodorod spektral chiziqlarining eng kichik va eng katta to'liqlik uzunliklarini toping.

17.6. 1) Vodorod spektrining ultrabinafsha seriyasidagi eng katta to'liqlik uzunligini toping, 2) elektron urilishidan vodorod atomlari g'alayonlanishida chiziqliq paydo bo'lishi uchun elektronlar qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak?

17.7. Vodorod atomining ionlanish potentsialini aniqlang.

17.8. Vodorod atomining dastlabki g'alayonlanish potentsialini aniqlang.

17.9. 1) Vodorod atomlari elektronlar urilishidan g'alayonlanishda vodorod spektri seriyalarining barcha chiziqlari paydo bo'lishi uchun bu elektronlar qancha eng kichik energiyaga (elektron-volt hisobida) ega bo'lishi kerak? 2) Bu elektronlar qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak?

17.10. Vodorod atomlari elektronlar urilishidan g'alayonlanishda vodorod spektri faqat bitta spektral chiziqliqqa ega bo'lishi uchun bombardimon qiluvchi elektronlarning energiyasi

qanday chegarada bo'lishi kerak?

17.11. Vodorod atomlari elektronlar urilishidan g'alayonlanishida vodorod spektri uchta spektral chiziqlarga ega bo'lishi uchun bu elektronlar (elektron-volt hisobida) qanday eng kichik energiyaga ega bo'lishi kerak? Bu liniyalarni to'liq uzunligini toping.

18-MAVZU Radioaktivlik. Massa defekti. Atom yadrolarining bog'lanish energiyasi mavzusiga doir masalalar yechish.

dt vaqt ichida parchalanuvchi radioaktivmoddalarning atomlar miqdori mavjud atomlar miqdoriga proporsional bo'lib, quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

Bunda λ —radioaktivparchalanish doimiysi. Tenglamani integrallasak,

$$N = N_1 e^{-\lambda t}$$

bunda N_1 , $t=0$ vaqtda mavjud atomlar soni, N — t vaqt o'tgandan keyingi ularning soni.

Yarim yemirilish davri T va parchalanish doimiysi quyidagi nisbatda bog'langan:

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Parchalanish doimiysiga teskari miqdor $\tau = \frac{1}{\lambda}$ radioaktivatomning o'rtacha yashash vaqti deb ataladi.

Agar A radioaktivpreparatning biror miqdori berk idishga joylashtirilgan bo'lsa, A modda parchalanganida yana radioaktiv B preparat hosil bo'ladi, t vaqt o'tgandan keyin idishda B modda miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_B = N_{1A} \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} (e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t})$$

Bunda N_{1A} , $t=0$ vaqtdagi A preparatning miqdori, λ_A va λ_B — A va B preparatlarning tegishligicha parchalanish doimiysi. Agar A preparatning yarim yemirilish davri B preparatning yarim yemirilish davridan ancha katta bo'lsa, oxirgi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N_B = N_{1A} \frac{\lambda_A}{\lambda_B} (e^{-\lambda_B t})$$

Radioaktivmuvozanatda $\frac{N_A}{N_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$

Radioaktivpreparatning solishtirma aktivligi parchalanayotgan modda massa birligida bir sekunddagi parchalanish akti sonlari bilan aniqlanadi.

18.1. 1 million poloniy atomidan bir sutkada qanchasi parchalanadi?

18.2. 1 million radiy (radon) emanatsiyasi atomidan bir sutkada qanchasi parchalanadi?

18.3. 1 g radiyning 1 sek dagi parchalanish soni topilsin.

18.4. Aktivligi 1 kyuri radonning massasi topilsin.

18.5. Aktivligi $3,7 \cdot 10^{10}$ parcha/sek ga teng ${}^{84}\text{Po}^{210}$ poloniy miqdori topilsin.

18.6. Radon atom soni 1 sutkada 18,2% kamaysa, radonning parchalanish doimiysini toping.

18.7. 1) Uran ${}^{92}\text{U}^{235}$ va 2) radon ${}^{86}\text{Rn}^{222}$ larning solishtirma aktivligini toping.

18.8. Geyger — Myuller ionizatsiya schyotchiklarida radioaktivpreparat bo'lmaganda

ham ma'lum «fon» bo'ladi. SHu fon kosmik nurlanishlardan yoki radioaktivofloslikdan vujudga kelgan bo'lishi mumkin. 5 sekda schyotchikda bir marta impuls beruvchi fon qancha rado miqdoriga muvofiq keladi?

18.9. . Muayyan radioaktivopreparatning parchalanish tezligi ionizatsiya schyotchigi yordamida tadqiq etilmoqda. Boshlang'ich paytda schyotchik 10 sek da 75 marta impuls beradi. $\frac{T}{2}$ sek vaqt o'tganidan so'ng schyotchik 10 sek ichida necha marta impuls beradi? $T > 10$ sek deb hisoblansin.

18.10. Muayyan radioaktivopreparatning parchalanish soni $\lambda = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. Oradan qancha vaqt o'tgandai so'ng dastlabki atom miqdorining 75% i parchalanadi?

18.11. Tabiny uran uch xil izotoplarning ${}_{92}\text{U}^{234}$, ${}_{92}\text{U}^{235}$, ${}_{92}\text{U}^{238}$ aralashmasidan iborat. ${}_{92}\text{U}^{234}$ uranning miqdori nihoyatda oz (0,006%), ${}_{92}\text{U}^{238}$ hissasiga 0,71% to'g'ri keladi, qolgan massasi (99,28%) ${}_{92}\text{U}^{238}$ uran tashkil qiladi. Mazkur izotoplarning yarim yemirilish davrlari tegishliha $2,5 \cdot 10^5$ yil, $7,1 \cdot 10^8$ yil va $4,5 \cdot 10^9$ yil. Har bir izotopning tabiiy uran umumiy radioaktivligiga kirituvchi radioaktivlik protsent ulushini hisoblab chiqariig.

YADROVIY REAKTSIYALAR MAVZUSIGA DOIR MASALALAR YECHISH

$\tau = \frac{1}{\lambda}$ radioaktivatomning o'rtacha yashash vaqti deb ataladi.

Agar A radioaktivopreparatning biror miqdori berk idishga joylashtirilgan bo'lsa, A modda parchalanganida yana radioaktivOpreparat hosil bo'ladi, t vaqt o'tgandan keyin idishda VModda miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_B = N_{1A} \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} (e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t})$$

Bunda N_{1A} , $t=0$ vaqtdagi A preparatning miqdori, λ_A va λ_B — A va VOpreatrlarning tegishligicha parchalanish doimiysi. Agar A preparatning yarim yemirilish davri VOpreatrning yarim yemirilish davridan ancha katta bo'lsa, oxirgi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N_B = N_{1A} \frac{\lambda_A}{\lambda_B \lambda} (e^{-\lambda_B t})$$

Radioaktivomuvozanatda $\frac{N_A}{N_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$

Radioaktivopreparatning solishtirma aktivligi parchalanayotgan modda massa birligida bir sekunddagi parchalanish akti sonlari bilan aniqlanadi.

18.12. 1 million poloniy atomidan bir sutkada qanchasi parchalanadi?

18.13. 1 million radiy (radon) emanatsiyasi atomidan bir sutkada qanchasi parchalanadi?

18.14. 1 g radiyning 1 sek dagi parchalanish soni topilsin.

18.15. Aktivligi 1 kyuri radonning massasi topilsin.

18.16. Aktivligi $3,7 \cdot 10^{10}$ parcha/sek ga teng ${}_{84}\text{Po}^{210}$ poloniy miqdori topilsin.

18.17. Radon atom soni 1 sutkada 18,2% kamaysa, radonning parchalanish doimiysinn toping.

ELEMENTAR ZARRALARINING XOSSALARIGA DOIR MASALALAR.

Mazkur paragrafdagi masalalarning yechimi «Masalalar to'plami»ning bundan avvalgi bo'limlarida ko'rib chiqilgan qonuniyatlarga: zarrachalarning to'qnashishi, zarrachalarnng

elektr va magnit maydonlaridagi harakati va hokazolarga asoslangan. Qator masalalarni hal etishda nisbiylik iazariyasining formulalaridan foydalanishga to'g'ri keladi.

18.18. Yadro fizikasida nishonni bombardimon qiluvchi zaryadli zarrachalar sonini ularning mikroamper-soat (*mka-s*) bilan ifodalangan umumiy zaryadi bilai xarakterlash qabul qilingan. 1 *mka-s* qancha zaryadli zarrachalar soniga to'g'ri kelishini toping. Masalani: 1) elektronlar va 2) α -zarralar uchun hal qiling.

18.19. Sekinlashtiruvchi moddaning qo'zg'almas yadrosi bilan neytron markaziy elastik to'qnashganda uning kinetik energiyasi 1,4 baravar kamaygan. Sekinlashtiruvchi moddaning yadrosi massasini toping.

18.20. $^{23}_{11}\text{Na}$ izotopining qo'zg'almas yadrosi bilan neytron markaziy elastik to'qnashgandan so'ng uning tezligi dastlabki tezligining qancha ulushini tashkil etadi?

18.21. Sekinlashtirilgan neytronlar olish uchun ular tarkibida vodorod (masalan parafin) bo'lgan moddalar orasidan o'tkaziladi. t_0 massali neytron o'z kinetik energiyasining qanchalik katta qismini: 1) protonga (massasi m_0) va 2) qo'rg'oshin atomi yadrosiga (massasi $t = 207t_0$) bera olishini toping. Mazkur energiyaning eng katta qismi markaziy elastik zarbga muvofiq keladi.

18.22. Zarb markaziy bo'lmay, neytron har to'qnashganida o'rta hisobda 45° ga og'sa, bundan oldingi masalada neytron bilan proton o'rtasida energiya taqsimotini toping.

18.23. 4,6 Mevoenergiyali neytron protonlar bilan to'qnashish natijasida sekinlashadi. Neytron har to'qnashganda o'rta hisobda 45° og'adi deb hisoblab, uning energiyasi 0,23 evogacha kamayishi uchun necha marta to'qnashishi kerakligini toping.

18.24. 3 vB/m^2 induktsiyali bir jinsli magnit maydoniga zaryadli zarrachalar oqimi uchib kirmoqda. Zarrachalarning tezligi $1,52 \cdot 10^7 \text{ m/sek}$ bo'lib, maydon kuch chiziqlarining yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalgan. Zarrachaga ta'sir etuvchi kuch $1,46 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ bo'lsa, har bir zarrachaning zaryadini toping.

18.25. 0,5 tI induktsiyali zaryadli zarracha bir jiisli magnit maydoniga uchib kirib, 10 sm radiusli aylana bo'ylab harakat qiladi. Zarrachaning tezligi $2,4 \cdot 10^6 \text{ m/sek}$. Bu zarracha uchun massaning zaryadiga bo'lgan nisbatini toping.

18.26. Elektron 180 kvopotentsiallar ayirmasi Bilan tezlashtirilgan. 1) Nisbiylik nazariyasining tuzatmalarini nazarda tutib bu elektronning massasini, tezligini, kinetik energiyasini va $\frac{e}{m}$ — nisbatini toping. 2) Mazkur elektron uchun relyativistik tuzatmani nazarda tutmay, tezligini toping.

18.27. Kosmik nurlardagi tez mezonlarning energiyasi taxminanch 300 Mevobu mezonning tinch holatdagi energiyasi 100 Mev. Laboratoriya soati bo'yicha bu mezon yashash vaqtida atmosferada qancha masofani bosib o'tadi? Mezonning xususiy yashash vaqti $\tau_0 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ sek}$.

18.28. Kosmik nurlardagi mezonning kinetik energiyasi $W = 7M_0s^q$, bunda M_0 — mezonning tinch holatdagi massasi. Bu mezonning xususiy yashash vaqti laboratoriya bilan bog'liq koordinatalar sistemasi hisob boshi qilib hisoblangan yashash vaqtidan necha marta kichik bo'ladi?

18.29. Pozitron bilan elektron birikib ikkita foton hosil qiladi. 1) Elektron bilan pozitronning to'qnashishiga qadar energiyasini nazarga olinmasa, paydo bo'lgan fotonlardan har birining energiyasini toping. Bu fotonlarning to'liq uzunligini toping.

18.30. Fotondan elektron va pozitron hosil bo'lishda foton energiyasi 2,62 Mevoedi. Pozitron va elektron paydo bo'lishda ularning to'la knnetik energiyasi qancha bo'lgan?

18.31. 5,7 Mevoenergiyali kvant hosil qilgan elektron va pozitronning magnit maydoniga joylashtirilgan Vilsnson kamerasidagi traektorkyasining egrilik radiusi 3 sm. Magnit maydoniig induktsiyasini toping.

18.32. Qo'zg'almas neytral π -mezon parchalanib, ikkita birday fotonga aylanadi. Har bir fotonning energiyasini toping. π - mezonning tinch holatdagi massasi $M = 264,2 m_0$, bunda t_0 -

elektronning tinch holatdagi massasi.

18.33. Neytron bilan antineytron birikib ikkita foton hosil qiladi. Zarrachalarning boshlang'ich energiyasini nazarga olinmasa, paydo bo'lgan fotonlardan har birining energiyasini toping.

18.34. K^0 mezon zaryadli ikki π -mezonga parchalanadi. Hosil bo'lgan har bir π -mezonning massasi uning tinch holatdagi massasidan 1,77 marta katta. Dastlab K^0 - mezon tinch holatda bo'lib, uning tinch holatdagi massasini $965 m_0$ deb olib (bunda m_0 — elektronning tinch holatdagi massasi): 1) hosil bo'lgan π -mezonlarning tinch holatdagi massasini, 2) π -mezonlarning hosil bo'lish paytdagi tezligini toping.

18.35. Siklotron magnit maydoni induktsiyasi bilan duantlarga berilgan potentsiallar ayirmasi chastotasini bog'lovchi formulani keltirib chiqaring. 2) Duantlarga berilgan potentsiallar ayirmasi chastotasini; a) deyttonlar, b) protonlar va v) α -zarrachalar uchun toping. Magnit maydonining induktsiyasi. 12,6 kgs.

18.36. 1) Siklotron dan uchib chiqqan zarrachalar energiyasini harakat traektoriyasining maksimal egrilik radiusi bilan bog'lovchi formulani keltirib chiqaring. 2) Siklotron dan uchib chiqqan: a) deyttonlar, b) protonlar va v) α -zarrachalar (maksimal egrilik radiusi $R = -48,3 \text{ sm}$) energiyasini toping. Duantlarga berilgan potentsiallar ayirmasining chastotasi 12 Mgts.

18.37. Zarrachalar traektoriyasining maksimal egrilik radiusi $R=0,35 \text{ m}$ bo'lgan Siklotron da duantlarga berilgan potentsiallar ayirmasining chastotasi $\nu=1,38 \cdot 10^7 \text{ gts}$.

Protonlar bilan ishlash uchun; 1) Siklotronning sinxron ishlashi uchun zarur bo'lgan magnit maydoni induktsiyasini, 2) uchib chiquvchi protonlarning maksimal energiyasini toping.

18.38. Yuqoridagi masalani: 1) deyttonlar bilan va 2) α -zarrachalar bilan ishlash sharoiti uchun hal qiling.

18.39. α -zarrachalar bilan ishlaganda Siklotron da olinadigan ion tokining kattaligi 15 mka. SHunday Siklotronning ish unumi 1 g radiydan necha marta ko'p?

18.40. Siklotron da zarrachalar traektoriyasining maksimal egrilik radiusi $R=0,5 \text{ m}$; magnit maydonining induktsiyasi $V=104 \text{ gs}$. Pratonlar mazkur Siklotron da singari tezlanish olishi uchun qanday doimiy potentsiallar ayirmasidan o'tishi kerak?

18.41. Siklotron 7 Mevoenergiyali deyttonlar beradi. Berilgan magnit maydoni induktsiyasi 15000 gs, Deyton traektoriyasining eng katta egrilik radiusini topitsg.

18.42. 50 sm radiusli Siklotron duantlari o'rtasiga $\nu=10 \text{ Mgts}$ chastotali $U=75 \text{ kvoo}$ zgaruvchan potentsiallar ayirmasi berilgan. 1) Siklotron magnit maydonining induktsiyasini, 2) Siklotron dan uchib chiquvchi zarrachalar tezligini va energiyasini, 3) zaryadli zarracha Siklotron dan uchib chiqqanga qadar necha marta aylanishini toping. Masala deyttonlar, protonlar va α -zarrachalar uchun hal qilinsin.

18.43. Zarracha massasining $k = \frac{m - m_0}{m_0}$ nisbiy ortishi 5% dan ortmasligi uchun

Siklotron da α -zarrachalarni qancha energiyaga qadar tezlashtirish mumkin?

18.44. Sinxrotronda tezlashtirilgai deyttonlar energiyasi 200 Mev. Bu deyttonlar uchui: 1) $\frac{M}{M_0}$ -

nisbatni (bunda M -harakatdagi deyttoy massasi va M_0 — uning tinch holatdagi massasi), 2) tezlikni toping.

18.45. Fazotron da zarracha tezligi ko'payganida zarracha massasining ortishi tezlashtiruvchi maydon davrining kattalashtirish bilan kompensatsiyalanadi. Protonlarni tezlashtiruvchi fazotron da duantlarga berilgan kuchlanish chastotasi tezlashtiruvchi har bir tezlashtirish tsiklida 25 Mgts dan 18,9 Mgts ga qadar o'zgaradi. Bu fazotron uchun; 1) magnit maydoni induktsiyasinn va 2) uchib chiqqan protonlar kinetik energiyasini toping.

18.46. Fazotron yordamida 660 Mevoenergiyaga qadar tezlashtirilgan protonlar va 840 Mevoga qadar tezlashtirilgan α -zarrachalar bilan tadqiqotlar o'tkazildi. Massa ortishini kompensatsiyalash uchun fazotron da tezlashtiruvchi maydon davri o'zgartirilgan. 1) Protonlar,

2) zarrachalar bilan ishlaganda (har bir tezlashtiruvchi tsikl uchun) fazotrondagi tezlashtiruvchi maydon davrini necha marta o'zgartirish kerak?