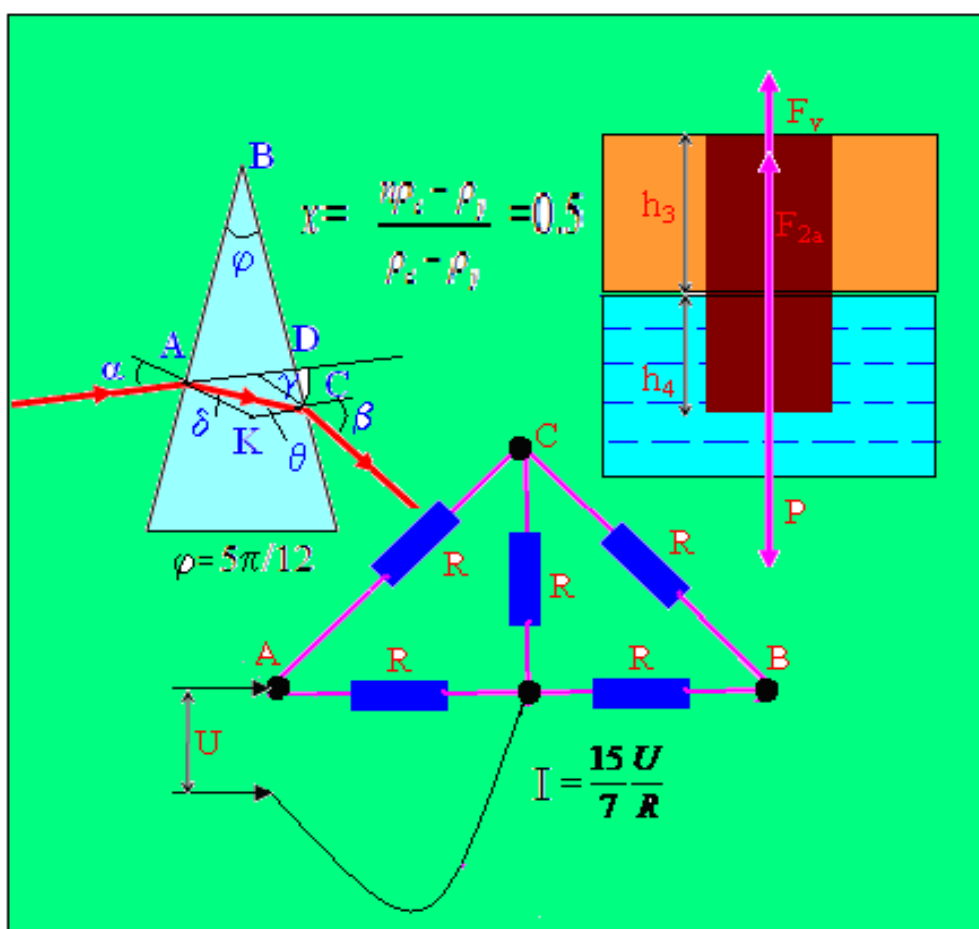


FIZIKADAN OLIMPIADA

MASALALARI



O'zbekiston Respublikasi
Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Z.M.Bobur nimidagi Andijon davlat universiteti

M.Nosirov, O.Bozarov, Sh.Yulchiev

FIZIKADAN OLIMPIADA

MASALALARI

(O'quv qo'llanma)

Toshkent-2012

M.Nosirov, O.Bozarov, Sh.Yulchiev
FIZIKADAN OLIMPIADA MASALALARI
Anlijon davlat universiteti, 2012

Qo'llanmada fizika masalalarining umumiy klassifikatsiyasi hamda keyingi yillarda fizika fani bo'yicha tuman, vilyoyat va respublika bosqichlarida o'tkazilgan olimpiadalarda tavsiya etilgan turli murakkablikdagi masalalar va ularni yechish usullari keltirilgan.

Qo'llanma fizika yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalarga, o'qituvchilarga va fizika fanini mustaqil o'rganuvchilarga mo'ljallangan.

Taqrizchilar: -Texnika fanlari doktori,
 professor R.U.Aliev

 -Fizika-matematika fanlari doktori,
 professor I.N.Karimov

Ushbu qo'llanma Andijon davlat universiteti o'quv-uslubiy hay'ati tomonidan chop etishga tavsiya etigan (5-bayonnoma, 5.12.2011 yil) .

KIRISH

O'zbekiston mustaqillikka erishgan kundan boshlab rivojlangan davlatlar darajasiga yetish uchun Respublika hukumati tomonidan ishlab chiqarish, iqtisod, ta'lim va boshqa ko'plab sohalarni rivojlantirish bo'yicha qator qonunlar qabul qilinib, ijobiy islohotlar amalga oshirila boshlandi. Jumladan, jahon standartlariga javob bera oladigan kadrlar tayyorlash maqsadida «Ta'lim to'g'risida»gi qonun va «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» qabul qilindi.

«Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi»da ilg'or pedagogik texnologiyalarni yaratish va o'zlashtirish yuzasidan maqsadli innovatsiya loyihalarini shakllantirishni amalga oshirish uchun tajribalar orqali ilmiy tadqiqotlar natijalarini ta'lim – tarbiya jarayoniga o'z vaqtida joriy etish mexanizmini ro'yobga chiqarish, zamonaviy axborot va pedagogil texnologiyalarni rivojlantirish belgilab qo'yilgan.

Fan va texnikaning hozirgi taraqqiyoti tabiiy va texnika soxalarida ko'proq yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashni taqozo etadi. Buning uchun fizika fanini o'qitish samaradorligini oshirish, iqtidorli yoshlarni aniqlash va ularning ijodkorlik qobiliyatlarini rivojlantirish shu kunning dolzarb muammolaridan biridir.

O'quvchilarga mustahkam bilim berish shartlaridan biri ularni darsda va darsdan tashqari vaqtlarda masalalar yechishga faol jalb qilishdir.

Fizikadan masalalar yechish metodikasiga bag'ishlangan ushbu o'quv qo'llanmani yaratishda shu sohaga tegishli ko'pgina adabiyotlar tahlil qilindi. V.A.Balashning elementar fizika kursiga doir qiyinroq masalalarini yechish bo'yicha qo'llanmasi bo'lib, fizikani mustaqil o'rganuvchilar, oliy o'quv yurtiga kirish uchun tayyorlanayotganlar, pedagogika institutlarining fizika-matematika fakulteti talabalari va o'rta maktab o'quvchilari uchun mo'ljallangan. Muallif elementar fizika kursidan masalalar yechishning yagona metodlarini ishlab chiqqan, muayyan masalalarni yechishda bu metodlardan qanday foydalanilishni ko'rsatishga harakat qilgan. Har qaysi bobning boshida aniq mavzu bo'yicha fizika kursining asosiy qonunlari va tushunchalarini esga tushirish uchun zarur bo'lgan qisqacha nazariy ma'lumotlar, masalalar yechishda ishlatiladigan formulalar keltirilgan. So'ngra masalalar yechishga ko'rsatmalar va masala yechish namunalari berilgan. Har bir bobning oxirida mustaqil yechish uchun masalalar keltirilgan.

V.M.Spiranskiyning qo'llanmasida elementar fizika kursining asosiy bo'limlari bo'yicha masalalar yechish metodikalari sistemasi bayon etilgan va masala yechishda uchraydigan xarakterli xatolar tahlil qilib berilgan. Muallif o'z o'quvchilarini fizik masalalarni qanday yechishga o'rgatishga harakat qiladi. Masalalar yechish ko'rsatmalari berilmasdan, bir nechta sodda masalalar yechib ko'rsatilgan. Ushbu o'quv-uslubiy qo'llanma pedagogika oliy ta'lim muassasalari talabalariga mo'ljallangan. Shuningdek, o'quv-uslubiy qo'llanmadan umumiy o'rta ta'lim maktablari, o'rta-maxsus, kasb-hunar ta'limi muassasalari o'quvchilari va o'qituvchilari foydalanishlari mumkin.

S.E.Kamenetskiy, V.P.Orexovlarning qo'llanmasida maktabda fizika o'qitishning I va II bosqichlarida fizikadan masalalar yechishning eng umumiy metodlari bayon qilingan, o'quvchilar uchun fizikadan masalalar minimumi tanlab berilgan, maktab fizika kursining hamma mavzulari bo'yicha masalalar yechish tartibi ko'rsatilgan. Masalalarning shartlari batafsil tahlil qilingan va masalalarning yechimlari berilgan.

Mustaqillik yillarida chop etilgan M.Ismoilovning qo'llanmasi umumiy o'rta ta'lim maktablarining 8-11 sinflari uchun mo'ljallangan dastur asosida yozilgan. Fizika kursining har bir bo'limiga oid qisqacha nazariy tushunchalar, bobning har bir paragrafida namunaviy masalalar va ularni yechish tartibi ko'rsatilgan. Shuningdek mustaqil yechish uchun bir nechta masalalar va ularning javoblari berilgan. Ushbu to'plam asosan umumiy o'rta ta'lim maktablarining o'quvchilari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan akademik litsey, kasb-hunar kollej o'quvchilari, oliy o'quv yurtlarining boshlang'ich kurs talabalari ham foydalanishlari mumkin.

K.A.Tursunmetov va boshqalarning to'plami «Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma» sifatida tavsiya etilgan. To'plam akademik litseylar dasturini to'la qamrab olgan bo'lib, unda 670 ta masala berilgan va 80 dan ortiq masala namuna uchun yechib ko'rsatilgan. Ushbu kitobning afzalliklaridan yana biri shundaki, mustaqil yechish uchun ajratilgan hamma masalalar qiyinlik darajasi bo'yicha besh guruhga ajratilgan. Bu esa o'quvchilarga ham, o'qituvchilari ham bir qancha qulaylik tug'diradi. Jumladan, o'qituvchiga nazorat ishi variantlarini tuzishni yengillashtiradi, chunki bunday ish variantlariga kiritilgan masalalar turli qiyinlikda bo'lishi maqsadga muvofiqdir. Nazorat ishi variantlarini tuzishni yengillashtirgan jihatlaridan yana biri, masalani

yechishda kerak bo'ladigan jadval ma'lumotlari va doimiy kattaliklar masala matnining o'zida berilgan. Bu esa masala yechish vaqtida o'quvchiga qulaylik tug'diradi. Masala matniga kiritilgan ba'zi fizik doimiylarni ushbu kitobning oxirida keltirilgan jadvaldan olish mumkin.

Iqtidorli yoshlarni aniqlashda fizikadan o'tkaziladigan olimpiadalarning ahamiyati beqiyos kattadir. Shuning uchun ushbu qo'llanmada keyingi yillarda fizika fani bo'yicha tuman, vilyoyat va respublika bosqichlarida o'tkazilgan olimpiadalarda tavsiya etilgan masalar va ularni yechish usullari keltirilgan. Shuningdek, qo'llanma boshida fizika masalalarining umumiy klassifikatsiyasi va yechish metodikasi keltirilgan.

Bu qo'llanma fizikadan masalalar to'plamlariga qo'shimcha sifatida foydalanilishga mo'ljallangan. Bu yerda keltirilgan masalalar fizikadan yetarli bilimga ega bo'lgan o'quvchilarning o'z bilimlarini mustahkamlashga hamda amaliyotga joriy etish ko'nikmalarini shakllantirishga imkoniyat yaratadi.

Qollanma oxirida olingan bilimlarni sinab ko'rish uchun masalalar tavsiya etilgan.

Fizika masalalarining umumiy klassifikatsiyasi

«Fizik masala» tushunchasini fizika o'qitish uslubiyoti nuqtai nazaridan qanday mazmunga ega ekanligini qarab chiqaylik.

Metodik adabiyotlarda uzoq vaqt «masala», «fizik masala» terminlari ta'rifsiz berib kelingan. Birinchi marotaba fizik masalaga ta'rifni «O'rta maktabda fizik masalalarni yechish metodikasi» (Prosveshenie, 1986) kitobida S.E.Kameneskiy va V.P.Orexovlar berdilar.

«Fizik masala – odatda kichkina muammo bo'lib, fizik metod va qonunlarga suyanan xolda uni mantiqiy mulohaza, matematik hisoblashlar va eksperiment yordamida hal qilinadi».

Metodik va o'quv qo'llanmalarda, masalalar to'plamlarida keltirilgan har bir masala ma'lum maqsadga muvofiq tanlangan bo'lib, uni yechish o'quvchilarda fizik hodisalarning mohiyatini tushunish, fizik qonunlarni o'zlashtirish, o'quvchilarning fikrlashini va tafakkurini rivojlantirish hamda o'z bilimini tajribada qo'llash malakasini hosil qilish imkoniyatini yaratadi.

Fizik masalalarni yechish jarayonida asosiy urg'u fizik kattaliklar, qonunlar va hodisalar to'g'risida real tushunchalar hosil qilishga qaratiladi. Muntazam ravishda fizik masalalarni yechib borish o'quvchilarni ijodiy fikrlashga, mustaqillikka va amaliy izlanishga o'rgatadi.

Fizik masalalarni yechishning muhim jihatlaridan yana biri shundan iboratki, u o'quvchining aqliy rivojlanishini va iqtidorini aniqlash uchun tashhis usuli hisoblanadi.

O'quvchilar tomonidan fizik masalalarni mustaqil yechishni tashkil etish muhim tarbiyaviy ahamiyatga ega. O'quvchilarda mehnatsevarlik va

maqsad sari intiluvchanlik xarakterllari mustahkamlanadi. Masalalar yechish orqali o'quvchilarga zamonaviy fan va texnika yutuqlari haqidagi axborotlarni berish mumkin.

Masalalar yechish jarayoni o'quvchilar bilimini, malaka va ko'nikmasini nazorat qilishga va real baholashga imkon beradi.

O'quvchilarni fizik masalalarni yechishga o'rgatish – murakkab pedagogik muammolardan biri hisoblanadi.

O'quvchilarni masalalar yechishga o'rgatish jarayoni o'qituvchidan o'qitishning turli uslublaridan keng foydalanishini talab etadi. Fizikadan masalalar yechishni o'rgatishda o'qituvchiga ma'lum bir tizimga solingan, oddiylikdan murakkablikka yo'naltirilgan, turli og'irlikdagi masalalarni o'z ichiga olgan qo'llanmaga ehtiyoj tug'iladi.

Fizika o'qitish nazariyasi va amaliyoti hozirgi vaqtda o'quvchilarni masala yechishga o'rgatishning to'rt xil asosiy uslublari mavjudligini ko'rsatadi.

Birinchisi – an'anaviy uslub bo'lib u quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

A. O'qituvchi tomonidan berilgan masala turiga qarab uni yechishga yondashish va 1-2 masalalar namunasini yechib ko'rsatish.

B. Masalani jamoa bo'lib yechish, bu holda masalani yechishga yondashish butun sinf o'quvchilari ishtirokida muhokama etiladi. Bir o'quvchi doskada masalani yechadi, boshqalar ko'chirib yozadi.

V. Uyga berilgan vazifa ko'rinishida o'quvchilar masalani mustaqil yechadi.

G. Nazorat ishi sifatida o'quvchilar masalani mustaqil yechadi.

Ikkinchisi –mustaqil va yarim mustaqil ravishda masala yechishni o'z ichiga oladi. Bu holda masala yechishni o'rgatish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

A. O'qituvchi tomonidan masala yechishga umumiy yondashish ochib beriladi va 1-2 xususiy masalalar yechib ko'rsatiladi.

B. Jamoa bo'lib bir necha masalalar yechiladi.

V. Masalalarni mustaqil yechish. Bunda masala tahlili, uni yechish rejasini tuzish, yechish, javobni tahlil etish va to'g'riligini tekshirish mustaqil bajariladi.

G. Uyga berilgan vazifa ko'rinishida o'quvchilar masalani mustaqil yechadi.

D. Nazorat ishi sifatida o'quvchilar masalani mustaqil yechadi.

Uchinchisi – algoritmik uslub. Bu uslubda masalani yechish uchun berilgan shart asosida bajarilishi kerak bo'lgan elementar amallar ketma-ketligi aniq yozib chiqiladi. Bu uslubda masala yechishga o'rgatish quyidagi aniq ketma-ketlik asosida bajariladi:

A. Jamoa bo'lib bir yoki bir necha masalalar yechiladi.

B. Masalani umumiy yechish uslubini taklif etish.

V. Umumiy yechish uslubini o'qituvchi ishtirokida tanlash va yechish algoritmini tuzish.

G. Masalani yechish algoritmini va uning alohida elementlarini o'zlashtirish.

D. Masalalarni mustaqil yechish. Bunda masala tahlili, qisqa yozuv - yechish algoritmini tuzish, uni muayyan masala shartiga binoan qo'llash, javobni tahlil etish va to'g'riligini tekshirish mustaqil bajariladi.

E. Uyga berilgan vazifa ko'rinishida o'quvchilar masalani mustaqil yechadi.

J. Nazorat ishi sifatida o'quvchilar masalani mustaqil yechadi.

To'rtinchisi – EXM (kompyuter) dan foydalanish. Bunday vazifani lokal tarmoqqa ulangan kompyuterlar yordamida yoki kompyuterga ulangan elektron proeksion apparat yordamida amalga oshiriladi. Bu uslubda masala yechishga o'rgatish quyidagi ketma-ketlik asosida bajariladi:

A. Jamoa bo'lib bir yoki bir necha masalalar yechiladi.

B. Masalani umumiy yechish uslubini taklif etish.

V. Umumiy yechish uslubini o'qituvchi ishtirokida tanlash va yechish algoritmini yoki dasturini tuzish.

G. Masalani yechish algoritmini yoki dasturini va ularning alohida elementlarini o'zlashtirish.

D. Masalalarni mustaqil yechish. Bunda masala tahlili, yechish algoritmini yoki dasturini tuzish, uni muayyan masala shartiga binoan qo'llash, javobni tahlil etish va to'g'riligini tekshirish mustaqil bajariladi.

E. Nazorat ishi sifatida o'quvchilar masalani mustaqil yechadi.

Fizika masalalari matnining shakli, mazmuni va yechish uslubiga qarab quyidagicha shartlar asosida klassifikatsiyalanadi:

I. Masala shartining ifodalanishiga qarab masalalar matnli masala, grafikli masala, masala-rasm, eksperimental masala, EXMli yoki virtual masalalarga bo'linadi..

II. Masalaning qiyinlik darajasiga ko'ra sodda masala, o'rtacha masala va qiyin masalalarga bo'linadi.

III. Muammoni o'rganish uslubi va xarakteriga ko'ra sifatiy va miqdoriy masalalarga bo'linadi.

IV. Mazmuniga ko'ra abstrakt va real masalalarga bo'linadi.

V. Masalani yechish uslubiga ko'ra (bunda ushbu uslubni qo'llamasdan javobga erishib bo'lmaydi) hisoblashga doir, eksperimental va mantiqiy yoki sifatiy masalalarga bo'linadi.

VI. Masalaning fizik tushunchalarni shakllantirishdagi o'rniga ko'ra fizik tushunchani aniqlashtiruvchi masala, tushuncha hajmini va real mohiyatini aniqlashtiruvchi masala, tushunchani miqdoriy yoki sifatiy jihatidan differensirolovchi masala, yangi tushuncha hosil qiluvchi va mustahkamlovchi masala, tushunchalarni tizimlashtiruvchi va o'quvchilarga tushunchalarni klassifikatsiyalashni o'rgatuvchi masala, fizik tushunchalarni turli holatlarda qo'llashni o'rgatuvchi masalalarga bo'linadi.

Fizika masalalarini yechishda EXM (kompyuter)dan foydalanish, EXMli yoki virtual masala to'g'risida so'z borganda, avvalo shuni bilishimiz kerakki, bu uslub ta'lim jarayoniga axborot texnologiyalarini kirib kelishi bilan bog'liqdir. Bunday masalalarni quyidagicha turlarga ajratishimiz mumkin:

a. Miqdoriy masalalarni yechish jarayonida tenglamalarni dasturlash va EXM yordamida hisoblash. Bu uslubdan foydalanish uchun o'qituvchi va o'quvchilar elementar dasturlash bo'yicha zaruriy bilimlarga ega bo'lishi lozim.

b. Miqdoriy masalalarni yechish natijalarini tegishli harakatli jarayonlarni EXMda dasturlash va virtual eksperimentlar bajarish orqali tekshirish. Bu uslubdan foydalanish uchun o'qituvchi harakatli

jarayonlarni dasturlash, ya'ni virtual eksperimentlar bajarish bo'yicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishi lozim.

v. Test uslubida tuzilgan turli masalalarni EXM yordamida o'quvchiga taqdim etish va yechish. Bu uslubdan o'quvchilar bilimini tezkor aniqlash maqsadida samarali foydalanish mumkin.

g. Eksperimental masalalarni EXM yordamida o'quvchiga taqdim etish va yechish. EXM dasturida zaruriy fizik kattaliklar qiymatlarini kiritish va natijani monitorda, ya'ni virtual eksperimentda kuzatish imkoniyati yaratiladi.

d. Grafikli yoki funksiyali masalalarni EXM yordamida o'quvchiga taqdim etish va yechish. EXM dasturida zaruriy fizik kattaliklar qiymatlarini kiritish va natijaviy grafikni monitorda kuzatish imkoniyati yaratiladi. Zamonaviy kompyuterlarda mavjud «Microsoft excel» dasturidan foydalanish tez samara beradi.

e. Harakat va jarayonlarni kuzatish bo'yicha mantiqiy yoki sifatliy masalalarni EXM yordamida o'quvchiga taqdim etish va yechish.

Fizikadan masalalar yechish metodikasi

O'quvchilarga fizika masalalarini yechishning umumlashgan uslubini o'rgatish uchun masala yechish jarayonining strukturasini bilish talab etiladi. Shuning uchun darslarda keng qo'llaniladigan masalalar yechish jarayonini strukturaviy tahlil etamiz.

Har qanday turdagi fizika masalasini yechish uchun quyidagi strukturaviy bosqichlar (ketma-ketlik) bajarilishi lozim:

1-bosqich: Masala sharti bilan tanishish.

2-bosqich: Masalani yechish rejasini tuzish.

3-bosqich: Masalani yechish.

4-bosqich: Masala yechimining to'g'riligini tekshirish.

O'quvchilarga fizika masalalarini yechish uslublarini o'rgatishda o'qituvchi faoliyatining roli juda kattadir. O'qituvchi ham nazariy, ham amaliy jihatidan bu jarayonga tayyor bo'lishi kerak.

Bu jarayonda o'qituvchi tomonidan quyidagi pedagogik vazifalar bajariladi:

a. O'quvchilar uning rahbarligida o'zlashtirishi zarur bo'lgan bilimlar hajmini aniqlash.

b. O'quvchilarda masalani yecha olish imkoniyatlarining tarkibini aniqlash.

v. O'quvchilarda alohida amallarni bajara olish imkoniyatlarini shakllantirish.

O'qituvchining nazariy tayyorgarligi quyidagi talablarga javob berishi kerak:

A. Fizika masalalarini yechish metodlari to'g'risida to'la va aniq tasavvurga ega bo'lish. Fizika o'qitish metodikasida analitik, sintetik, analitik-sintetik kabi masala yechish metodlari bor.

B. Fizika masalalarini yechish yo'llarini (usullarini) bilish. Mantiqiy, hisoblash va eksperimental usullardan foydalana olish.

V. Masala yechish usulining mazmuni va strukturasini bilish.

G. Fizika masalalarini yechishning umumiy algoritmini (elementar amallar ketma-ketligini) bilish.

D. Fizika masalalarini yechishning umumiy algoritmi asosida aniq masalani yechish algoritmini tuza bilish.

O'qituvchining tayyorgarligi amaliy jihatidan quyidagi talablarga javob berishi kerak:

A. O'quvchilarga fizika masalalarining mazmuni, strukturasini va turlari to'g'risidagi bilimlarni yetkaza olish.

B. O'quvchilarga masalalar yechish jarayonining strukturasini to'g'risidagi bilimlarni yetkaza olish.

V. O'quvchilarga turli shakldagi masalalarni yechishning o'ziga xos usullari mavjudligini uqtira olish.

G. Muayyan masalalarni yechish ketma-ketligini aniqlash, bu jarayonni umumiy masala yechish ketma-ketligi bilan solishtirish va bog'lay olish.

Masala yechishning umumiy algoritmi (amallar ketma-ketligi) quyidagi tartibda bo'ladi:

1. Masala shartini diqqat bilan o'qish, asosiy savol nimadan iborat ekanligini aniqlash. Berilgan jarayon yoki hodisani tasavvur qilish.

2. Masala shartini qayta o'qish, asosiy savolni, maqsadni va berilgan kattaliklarni aniqlashtirish. Bularga tayanib yechim qidirish mumkin.

3. Umumiy qabul qilingan shartli harflar yordamida belgilashlar asosida masala shartini qisqa ko'rinishda yozish.

4. Masala shartiga muvofiq rasm yoki chizma chizish.

5. Masala qaysi metod bilan yechilishini aniqlash va reja tuzish.

6. Masalada berilgan jarayonni ifodalovchi tenglamalarni yozish.

7. Berilgan kattaliklardan foydalanib qidirilayotgan kattalikning umumiy yechimini topish.

8. Kattaliklarning o'lchov birliklaridan foydalanib, umumiy yechimning to'g'riligini tekshirish.

9. Hisoblashni bajarish.

10. Olingan natijaning mantiqiy realligini baholash.

11. Natijani yozish.

Masala yechishning bunday umumlashgan algoritmi asosida turli ko'rinishdagi masalalarga ham muayyan algoritmlar tuzish mumkin.

O'quvchilarga fizika masalalarini yechishning umumiy metodikasini o'rgatish uchun, birinchidan - muayyan ta'lim jarayonining boshlanishida, masalan, 6-sinf o'quvchilarida masala yechish ko'nikmasining qay darajada ekanini bilish zarur. Ikkinchidan - o'quvchilar umumta'lim maktabini tamomlaganida fizika masalalarini yechishning umumiy metodlari bo'yicha qanday darajadagi bilimlarga va ko'nikmalarga ega bo'lishi to'g'risida aniq tasavvurga ega bo'lish talab etiladi. Uchinchi muammo shundan iboratki, o'qituvchi fizika masalalarini yechishning umumiy metodlarini o'rgatish bo'yicha eng samarali yo'lni tanlay bilishi lozim.

Birinchi marta fizika fanini o'rganishni boshlagan (6-sinf) o'quvchilar masala yechishning umumiy metodlaridan umuman habarsiz. Lekin ular matematika bo'yicha fizika elementlarini o'z ichiga olgan masalalarni yechishgan.

Matematik va fizik masalalar yechishning ayrim umumiy jihatlari bor. Shuning uchun matematik masala yechish ko'nikmasini fizik masala yechishga ko'chirish mumkin. Bu vaqtda o'quvchilar oddiy hisoblashlarni bajarish, sodda grafiklar tuzish ko'nikmalariga egalar. Lekin, ularning ayrim jihatlari borki, matematik va fizik masalalarda o'zaro keskin farqlanadi. Masalan, matematikada faqat harflar va raqamlardan foydalanilsa, fizikada har bir kattalikning o'z nomi va ularning o'lchov birliklari bor.

Umumta'lim maktabini bitirgan o'quvchilarda fizika masalalarini yechish ko'nikmalari shakllangan bo'lishi lozim. Bunga erishish juda murakkab jarayondir.

Hozirgi vaqtda o'quvchilar tomonidan masalalarni yechish ko'nikmasini o'zlashtirilishini quyidagi bosqichlarga bo'lish mumkin:

1. Masala shartini tahlil qilish ko'nikmasini hosil qilish.
2. Umumiy masala yechish amallarining alohida elementlarini bajara olish ko'nikmasini hosil qilish.
3. Ma'lum mavzu bo'yicha muayyan masalalarni yechish ko'nikmasini hosil qilish.
4. Miqdoriy, mantiqiy va eksperimental masalalar yechish algoritmlarini tuza olish ko'nikmasini hosil qilish.

5. Fizika masalalarini yechish bo'yicha umumiy algoritmlar tuza olish ko'nikmasini hosil qilish.

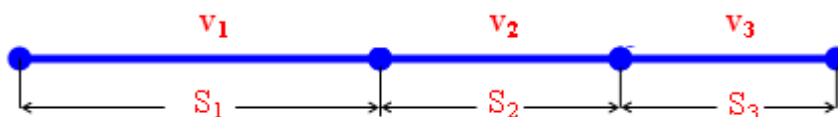
Ko'rsatilgan bosqichlarga muvofiq o'quvchilarda masalalarni yechish ko'nikmasini shakllantirish jarayonida o'qituvchining rahbarlik faoliyati bosqichlarini ham ajratib ko'rsatish mumkin.

MASALALAR YECHISH NA'MUNALARI

MEXANIKA

1. Velosipedchi bir shahardan boshqa shaharga borishda yo'lining birinchi yarimida $\vartheta_1=12$ km/soat, qolgan vaqtning yarimida $\vartheta_2=6$ km/soat tezlik bilan yurib, so'ngra $\vartheta_3=4$ km/soat tezlik bilan yo'lining qolgan qisminini piyoda bosib o'tdi. Velosipedchining butun yo'l davomidagi o'rtacha tezligini aniqlang.

Yechish: Velosipedchi to'g'ri chiziqli tekis harakat qilganini e'tiborga olib masalaning sxematik tasvirini chizamiz:



Yo'lining har bir qismi uchun harakat tenglamalarini tuzamiz:

$$S_1 = \vartheta_1 t_1, \quad S_2 = \vartheta_2 t_2, \quad S_3 = \vartheta_3 t_3$$

va qo'shimcha shartlarni yozamiz:

$$S_1 = S_2 + S_3, \quad t_2 = t_3, \quad \vartheta_{ort} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

Bu tenglamalarni ϑ_{ort} ga nisbatan yechib:

$$\vartheta_{ort} = \frac{2S_1}{\frac{S_1}{\vartheta_1} + \frac{2S_1}{\vartheta_2 + \vartheta_3}} = \frac{2\vartheta_1(\vartheta_2 + \vartheta_3)}{2\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3}$$

natijaga kelamiz. Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib,

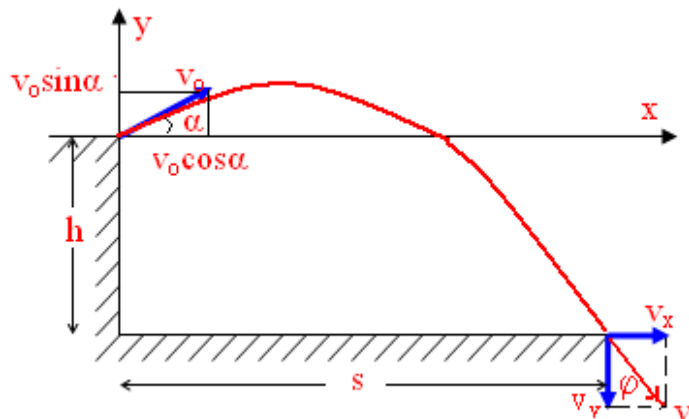
$\vartheta_{ort} \approx 7$ km/soat natijani olamiz.

1. Balandligi h bo'lgan tog' cho'qqisida joylashgan zambarakdan gorizontga nisbatan α burchak ostida ϑ_0 tezlik bilan snaryad otildi. Havo qarshiligini hisobga olmay: a) snaryadning uchish uzoqligi, b) yerga

tushish momentidagi tezligi, v) vertikalga nisbatan yerga tegish burchagi, g) trayektoriya tenglamasi hamda eng uzoqqa boradigan otilish burchagi aniqlansin.

Yechish: Berilgan masalaning sxematik chizmasini chizamiz. Sanoq boshini snaryadning otilish nuqtasiga o'rnatamiz.

Gorizontga nisbatan burchak otilgan jismning harakatini ikkita to'g'ri chiziqli harakatlar yig'indisi sifatida qarash mumkin. 1) Gorizont yonalishdagi tekis harakat, 2) Yer sirtiga nisbatan perpendikulyar harakat.



Vaqtning ixtiyoriy momenti uchun X va Y yo'nalishlardagi harakat tenglamalarini yozamiz:

$$g_x = g_0 \cos \alpha, \quad g_y = g_0 \sin \alpha - gt \quad (1)$$

$$x = g_0 \cos \alpha \cdot t, \quad y = g_0 \sin \alpha \cdot t - gt^2/2 \quad (2)$$

Snaryadning yerga tegish vaqti (t_1)dagi koordinatalari:

$$x=s, y=-h \quad (3)$$

va natijaviy tezligi

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \quad (4)$$

bo'ladi. (1)-(2) tenglamalarni yechib, snaryadning t_1 uchish vaqtini topamiz:

$$t_1 = \frac{g_0 \sin \alpha + \sqrt{g_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g} \quad (5)$$

(5) ni e'tiborga olib, t_1 ning ifodasini (1) va (2) ga qo'yib,

$$a) \quad s = \frac{g_0^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha + g_0 \cos \alpha \sqrt{g_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}{g} \quad (6)$$

$$g_y = -\sqrt{g_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh} \quad (7)$$

ifodalarga ega bo'lamiz.

b) (4) ga (1) va (7) ni qo'ysak: $g = \sqrt{g_0^2 + 2gh}$ ifodaga ega bo'lamiz.

(6) da $h=0$ desak:

$s = \frac{g_0^2 \sin 2\alpha}{g}$, va otilish burchagi 45° bo'lsa ($\sin 2\alpha = 1$), u holda berilgan

g_0 tezlikda maksimal uchish uzoqligi $S_{max} = \frac{g_0^2}{g}$ bo'ladi. Yerga urilish momentidagi tezligi uchun esa $g = g_0$ kelib chiqadi.

v) Havo qarshiligi e'tiborga olinmay, otilish va yerga tegish nuqtalari bir to'g'ri chiziqda yotsa, u holda otilish burchagi va tezligi yerga tushish momentidagi tushish burchagi va tezligiga teng bo'ladi. Jism tezligi uning trayektoriyasiga urinma bo'ylab yo'nalganligini e'tiborga olib, rasmdan $\tan \varphi = \frac{g_x}{g_y}$ ni olamiz. Bu ifodaga (1) va (7) larni qo'yib, $\tan \varphi = \frac{g_0 \cdot \cos \alpha}{\sqrt{g_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh}}$ natijaga erishamiz.

g) (2) tenglamada t ni x orqali ifodalab, y ni qayta yozamiz:

$$y = \tan \alpha x - \frac{g}{2g_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

snaryadning trayektoriya tenglamasini topamiz. Ko'rinib turibdiki, bu parabola tenglamasidir.

(2) va (3) ni boshlang'ich otilish burchigiga nisbatan yechamiz:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g_0^2}{gs} \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{2gh}{g_0^2} - \left(\frac{gs}{g_0^2} \right)^2} \right) \quad (8)$$

Otilish burchagi mavhum bo'la olmaydi, demak (8) fizik ma'noga ega bo'lishi uchun

$$1 + \frac{2gh}{g_0^2} - \left(\frac{gs}{g_0^2} \right)^2 \geq 0 \quad \text{bo'lishi shart.}$$

Bundan $s \leq \frac{g_0 \sqrt{g_0^2 + 2gh}}{g}$ kelib chiqadi. Ko'rinib turibdiki, maksimal

uchish uzoqligi $s_{\max} = \frac{g_0 \sqrt{g_0^2 + 2gh}}{g}$ bo'lar ekan. (8) ga $s = s_{\max}$ ni qo'yib

qidirilayotgan burchakni topamiz: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{g_0}{gs_{\max}} = \frac{g_0}{\sqrt{g_0^2 + 2gh}}$

2. “Ho'l” gildurak vertikal tekislikda qo'zg'almas oq atrofida tekis aylanmoqda. Gildirak chetidan ajralayotgan tomchilar hosil qiladigan “ho'l” va “quruq” soha chegarasini aniqlang.

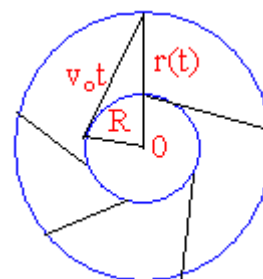
Yechish: Gildirakdan uzilayotgan tomchilar og'irlik kuchi ta'sirida bo'lib, g tezlanish bilan harakatlanadi.

Agar og'irlik kuchi ta'siri bo'lmagan holatni qarasak, tomchilar to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanib, vaqtning ixtiyoriy momentida r radiusli aylanada yotar edi. Bu holni Pifagor teoremasi orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$r^2(t) = R^2 + (g_0 t)^2 \quad (1)$$

R - g'ildirak

radiusi, g_0 - gildirak qirg'og'ining tezligi.



Og'irlik kuchi ta'siri e'tiborga olinganda aylanalar "g" tezlanish bilan "pasaya" bishlaydi. Agar koordinatalar boshini gildirak markaziga joylashtirsak, vaqtning ixtiyoriy t momentida aylana markazining ordinatasi $-gt^2/2$ ga teng bo'ladi. Bu koordinatalar sistemasida "pasayuvchi" aylanalarning tenglamasi bo'lib,

$$r^2(t)=x^2+(y+\frac{gt^2}{2})^2 \quad (2)$$

"ho'l" sohani ifodalaydi. Vaqtning har bir qiymatiga tomchilarning har xil holatini olamiz. Demak qidirilayotgan chegara bu aylanalar oilasidan o'tuvchi og'ma chiziq bo'ladi. Gildirakdan bir vaqtda ajralgan tomchilar og'maga vaqtning har xil momentlarida yetib keladi. Ordinata o'qining biror y nuqtasidan gorizontal chiziq o'tkazib, y oqidan eng uzoqda joylashgan "ho'l" A nuqtani olamiz.

(2) ga $y=Y$, $x=X$ ni qo'yib va (1) dan foydalanib, X absissani topamiz:

$$X^2=R^2+(g_0 t)^2-(Y+\frac{gt^2}{2})^2 \quad (3)$$

$$X^2= -\frac{g^2 t^4}{4} + (g_0^2 - gY)t^2 + R^2 - Y^2$$

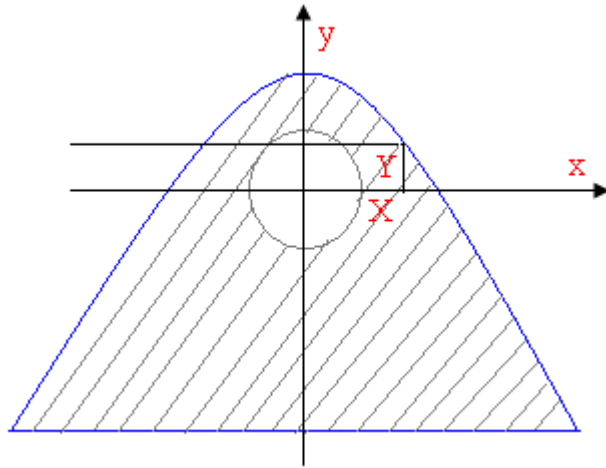
Ko'rinib turibdiki, bu t^2 ga nisbatan kvadrat tenglama bo'lib, uning maksimal qiymati :

$$X^2=R^2+\frac{g_0^4}{g^2}-\frac{2g_0^2}{g}Y \quad (4)$$

ga teng. (2) ni Y ga nisbatan yechib "quruq" soha chegarasi uchun

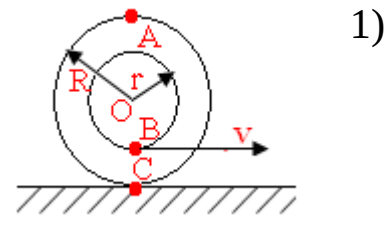
$$Y = -\frac{g}{2g_0^2} X^2 + \frac{gR^2}{2g_0^2} + \frac{g_0^2}{2g} \quad (5)$$

tenglamaga ega bo'lamiz. Bu olingan natija shohi pastga yo'nalgan uchi $y_0 = \frac{gR^2}{2g_0^2} + \frac{g_0^2}{2g}$ nuqtada joylashgan parabola tenglamasidir.



3. Ip o'ralgan g'altak gorizontal stolda sirpanishsiz aylana oladi. G'altak ipining uchini u tezlik bilan gorizontal tortilganda g'altakning markaziy o'qi va **A** nuqtaning tezligi hamda tezlanishini aniqlang. G'altakning tashqi radiusi- R , ichki radiusi- r .

Yechish: Galtakning bu harakatini bir- biriga bog'liq bo'lmagan ikki harakatning yig'indisi sifatida qarash mumkin. Ko'chirmaviy ilgarilanma harakat bo'lib, g'altakning barcha nuqtalari bir xil g_0 tezlik bilan harakatlanadi.



2) Nisbiy harakat bo'lib, g'altak markaziga nisbatan ω_0 burchak tezlik bilan harakatlanadi. Natijaviy u tezlik ikki tezliklarning geometrik yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$\vec{u} = \vec{g}_0 + \vec{g} \quad (1)$$

Bu yerda $g = \omega_0 \rho$ g'altak nuqtasining aylanma nisbiy harakatidagi chiziqli tezligi. Qaralayotgan momentda galtakning C nuqtasi stolga nisbatan harakatlanmaydi. Uning absalyut tezligi $u_c = 0$. Bu nuqta uchun $\rho = R$,

nisbiy tezligi esa chap tomonga yo'nalgan bo'lib, o'ng tomonga yo'nalgan ko'chirmaviy tezlikka teng bo'ladi:

$$\omega_0 R = g_0, \quad \text{va} \quad \omega_0 = \frac{g_0}{R} \quad (2)$$

(1) va (2) larga asosan B hamda A nuqtalarning nisbiy tezliklari yo'nalishlarini e'tiborga olgan holda, $\rho_B = r$, $\rho_A = R$ deb, so'ralgan tezliklar uchun

$$u = g_0 - \frac{g_0}{R} r \quad \Rightarrow \quad g_0 = \frac{R}{R-r} u$$

$$u_A = g_0 + \frac{g_0}{R} r \quad \Rightarrow \quad u_A = 2g_0 = \frac{2Ru}{R-r}$$

natijalarni olamiz.

G'altakning barcha nuqtalari ko'chirmaviy harakatini ilgarlanma harakat deb qarab, biror nuqtasining tezlanishini aniqlash uchun

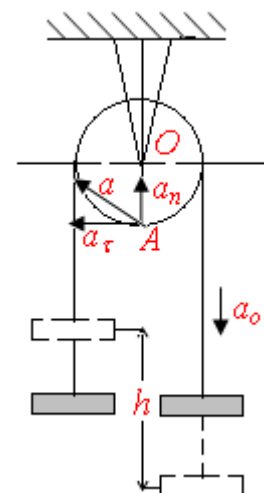
$\vec{a}_{abs} = \vec{a}_{nis} + \vec{a}_{ko'ch}$ fo'rmuladan foydalanishimiz mumkin.

G'altakning ko'chirmaviy harakati tekis harakat bo'lgani uchun $\vec{a}_{ko'ch} = 0$

$\vec{a} = \vec{a}_{nis}$, $\vec{a}_{nis}$ - g'altak nuqtalarining normal tezlanishi

Javobi : $\vec{a} = \vec{a}_{nis} = \omega_0^2 R = \frac{g_0^2}{R} = \frac{u^2}{R(R-r)}$

4. R radiusli blok orqali ip o'tkazilgan bo'lib, bu iplarning uchlariga yuklar osilgan. Yuklar bir hil satxdan boshlab t vaqt davomida tekis tezlanuvchan harakatlanganda ulardan biri ikkinchisidan h balandlikda joylashgan momentda



blokning burilish burchagini, burchak tezligi va blokda A nuqtaning to'liq chiziqli tezlanishini aniqlang. Ipning blokda ishqalanishini hisobga olmang.

Yechish: a) Masala sharti bo'yicha chizmasini chizib, tangensial (urinma), normal va to'liq tezlanish vektorlarini qo'yamiz. Agar blokning sirpanishini e'tiborga olmasak, barcha qirg'og'idagi nuqtalarining urinma tezlanishlari yuklarning tezlanishlariga teng bo'ladi. $a_{\tau} = a_0$

b) Yuklar tekis harakat qilib, t vaqt mobaynida har biri $h/2$ ga teng masofani o'tadi, shuning uchun: $\frac{h}{2} = \frac{a_0 t^2}{2}$ tenglamani yozamiz.

v) Blokning tekis tezlanuvchan aylanma harakat tenglamasi quyidagicha:

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

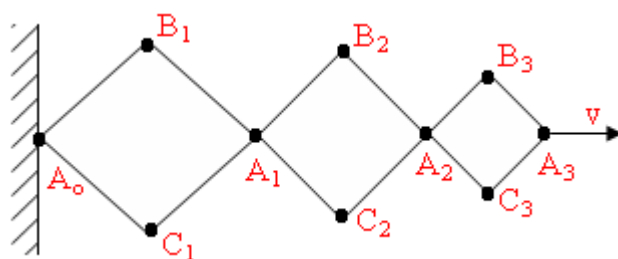
Demak $\varepsilon = \frac{a_{\tau}}{R}, \quad a_n = \omega^2 R \quad \text{va} \quad a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2}$

g) Yuqorida olingan tenglamalarni birgalikda yechib, φ , ω va a lar uchun so'ralgan

$$\varphi = \frac{h}{2R}, \quad \omega = \frac{h}{Rt}, \quad a = \frac{h\sqrt{h^2 + R^2}}{Rt^2}$$

natijalarni olamiz.

5. Sharnirli mahkamlangan, tomonlari 3:2:1 nisbatda bo'lgan uchta ro'mblarning A_3 uchini ϑ tezlik bilan gorizontol tortilganda A_1 , A_2 , B_2 nuqtalarning tezligini romblar to'g'ri burchakli bo'lgan moment uchun aniqlang. Sterjenlar cho'zilmas deb qaralsin.



Yechish: Masala shartiga ko'ra harakatlanish vaqtida A_0A_1 , A_0A_2 , A_0A_3 qismlarning uzunligi l_1 , l_2 , l_3 orasida $l_1 : l_2 : l_3 = 3:5:6$ munosabat saqlanadi. Shuning uchun A_1 , A_2 , A_3 nuqtalarning tezliklari orasida ham

$$g_{A_1} : g_{A_2} : g_{A_3} = 3:5:6$$

munosabat o'rinli bo'ladi.

Bundan $g_{A_1} = \frac{g}{2}$; $g_{A_2} = \frac{5g}{6}$ ni olamiz.

Endi o'rtadagi $(A_1B_2A_2C_2)$ qismni qarab chiqamiz. B_2 nuqtaning qaralayotgan momentdagi tezligi g'_{B_2} B_2A_2 bo'ylab yo'nalgan, A_2 nuqtaning tezligi esa gorizonttal yo'nalgan bo'lib, quyidagicha bo'ladi:

$$g'_{A_2} = g_{A_2} - g_{A_1} = \frac{g}{3}$$

B_2A_2 sterjenni cho'zilmas deb qaralsa: $g'_{B_2} = g'_{A_2} \sin(\frac{\pi}{4}) = \frac{\sqrt{2}}{6}g$ kelib chiqadi. B_2 nuqtaning qo'zg'almas sanoq sistemasiga nisbatan tezligini kosinuslar teoremasidan topamiz:

$$g_{B_2}^2 = g_{A_1}^2 + g_{B_2}'^2 + (2\sqrt{2}/2)g_{A_1}g_{B_2}' = (17/36)g^2$$

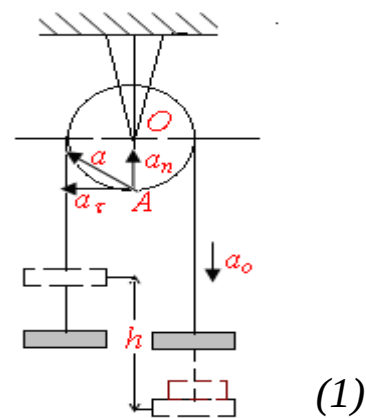
Javob: $g_{B_2} = \frac{\sqrt{17}}{6}g$

7. Qo'zg'almas blokka massalari 96 g dan bo'lgan yuklar osilgan bo'lib, ular muvozanatda turibdi. Agar yuklardan biriga qo'shimcha m_2 massali

yuk qo'yilsa butun sistema harakatlanib, 3 sekund davomida yuklar orasidagi masofa $h=1,8\text{ m}$ ga teng bo'ladi. Shu hol uchun yuklarning tezlanishi, qo'shimcha yukning massasini, ipning T taranglik kuchini, qo'shimcha yukning harakat vaqtida yukka ko'rsatgan N bosim kuchini aniqlang. Bunda ipni vaznsiz, cho'zilmas deb, blok massasi va undagi ishqalanishni e'tiborg olmang.

Yechish: Qaralayotgan masalada har bir jismga ta'sir etuvchi kuchlarni aniqlab, fikran har bir jismni unga ta'sir etayotgan kuchlar bilan birga bo'laklarga bo'lamiz. Natijada sistemamizni moddiy nuqta dinamikasi kabi tahlil qilish mumkin bo'ladi. Ip cho'zilmasligidan yuklarning tezlanishlari teng va qarama-qarshi yo'nalganligi kelib chiqadi. Ishqalanish e'tiborga olinmasa, ipning barcha nuqtalarida taranglik kuchi bir xil bo'ladi. Sxematik rasmini chizamiz:

Yuqoriga yo'nalgan o'q kiritib, har bir jism uchun dinamikaning asosiy tenglamasini proyeksiyalari orqali yozamiz. Chapdagi yukka $\vec{P}_1 = m_1 \vec{g}$ va ipning taranglik kuchi T ta'sir etib, yuk yuqoriga harakatlanadi. $T > P_1$



$$T - m_1 g = m_1 a$$

(1)

$$P_2 \text{ qo'shimcha yuk uchun : } m_2 g - N = m_2 a \quad (2)$$

$$\text{O'ngdagi yuk uchun: } m_1 g + N - T = m_1 a \quad (3)$$

Blokka iplarning taranglik kuchi ta'sir etadi. Natijada o'qning reaksiya kuchi N_1 yuzaga keladi, u holda

$$2T - N_1 = 0 \quad (4)$$

Yuklarning har biri $S=h/2$ yo'lni bosib o'tadi, harakatlanish tenglamasi:

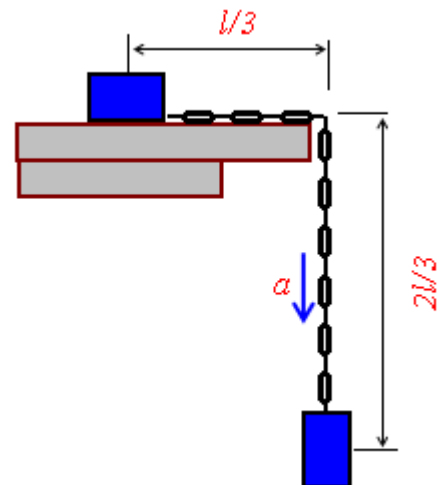
$$\frac{h}{2} = \frac{at^2}{2} \quad (5)$$

(1)-(5) tenglamalarni birgalikda yechib qidirilayotgan kattaliuklarni topamiz:

$$a = \frac{h}{t^2} = 0,2 \text{ m/s}^2; \quad m_2 = \frac{2m_1 a}{g - a} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}; \quad T = m_1(g - a) = 0,96 \text{ N}$$

$$N = 2m_1 a = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ N}; \quad N_1 = 2T = 1,9 \text{ N}$$

8. P og'rligidagi kubga ideal silliq zanjir qotirilgan bo'lib, zanjirning bir uchi stoldan osilib turibdi. Agar zanjirning bo'sh uchiga $4P$ og'rligidagi yuk bog'lab qo'yib yuborilsa, sistema tezlanish bilan harakatlanadi. Zanjirning $2/3$ qismi osilib tushgan momentdagi zanjir markazining taranglik kuchini aniqlang. Kub bilan stol orasidagi ishqalanish koefitsienti μ ga, zanjirning og'rligi Q ga teng.



Yechish: Harakatlanish vaqtida ikkala yarim qismlar orasidagi ta'sir qiluvchi ichki kuchlarni aniqlab, hayolan sistemani ikki qismga ajratamiz. T –yarim zanjirning taranglik kuchi. Sistemaning harakatida tezlanish ortib boradi. Chunki zanjir pastga tushishi bilan tortuvchi kuch ortib boradi.

Rasmdagi kuchlar ta'sirida kub va yarim zanjir qaralayotgan momentda a tezlanishga ega bo'lsin. Sistemaning bu qismi uchun dinamikaning asosiy qonunini qo'llasak:

$$T + \frac{Q}{6} - F_{ish} = \left(P + \frac{Q}{2}\right) \frac{a}{g}$$

$$F_{ish} = \mu N_1 = \mu P; \quad N_1 = P$$

$$\text{u holda} \quad T + \frac{Q}{6} - \mu P = \left(P + \frac{Q}{2}\right) \frac{a}{g} \quad (1)$$

Zanjirning ikkinchi yarmiga $4P$ va $Q/2$ og'irlik kuchlari hamda taranglik kuchi T ta'sir etadi. Bu qism uchun dinamikaning asosiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$4P + \frac{Q}{2} - T = \left(4P + \frac{Q}{2}\right) \frac{a}{g} \quad (2)$$

(1) va (2) tenglamalar sistemasini yechib:

$$T = \frac{(8P + Q)(3P + Q + 3\mu P)}{30P + 6Q} \quad \text{natijani olamiz.}$$

9. Qiyaligi α bo'lgan tepalikka chanani tekis harakatlantirib, eng kam kuch sarflab olib chiqish uchun chanani tortuvchi ipni qanday β burchak ostida tortish kerak? Bunda kuch qanday bo'lishini aniqlang.

Yechish: Chanaga ta'sir etuvchi kuchlarni aniqlab chizma chizamiz:

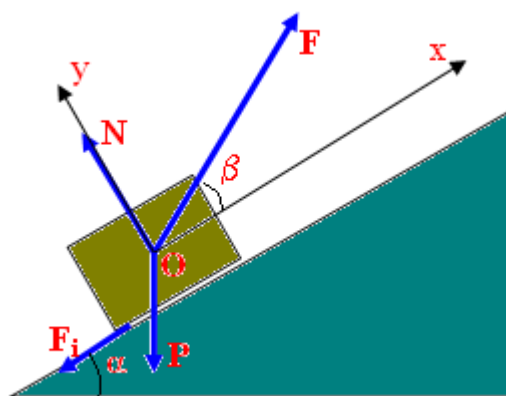
Chanani moddiy nuqta kabi qaraymiz: Q -tepalikning reaksiya kuchi.

Tekis harakatda

$$\vec{F} + \vec{Q} + m\vec{g} = 0$$

(1)

bo'ladi.



(1) tenglamani o'zaro perpendikulyar bo'lgan koordinatalar o'qiga proyeksiyalarini olib, hodisani tahlil qilamiz. Q ning Y o'qiga proyeksiyasi

normal reaksiya kuchini X o'qiga proyeksiyasi esa ishqalanish kuchini beradi.

$$OX \text{ ga : } F \cos \beta - F_{ish} - mg \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

$$Oyga: F \sin \beta + N - mg \cos \alpha = 0 \quad (3)$$

F ning β ga bog'liqligini tekshirish uchun bu tenglamalardan N va F_{ish} ni yo'qotamiz: $F_{ish} = \mu N$. (4)

(3) dan N ni topib va (4) ga qo'yib:

$$F_{ish} = \mu (mg \cos \alpha - F \sin \beta) \quad (5)$$

ga ega bo'lamiz.

(5) ni hisobga olib, (2) dan

$$F = mg \frac{\sin \alpha + \mu \cos \beta}{\cos \beta + \mu \sin \beta} \quad (6)$$

ni topamiz.

(6) da F eng kichik qiymatga ega bo'lishi uchun uning mahraji eng katta qiymatga erishishi kerak.

$$f(\beta) = \cos \beta + \mu \sin \beta \quad (7)$$

$f'(\beta) = 0$ dan $f(\beta)$ ning maksimal qiymatini aniqlaymiz. Uni elementar yo'l bilan ham aniqlash mumkin.

$$\mu = \operatorname{tg} \varphi = \sin \varphi / \cos \varphi \quad (8)$$

belgilash kiritamiz. (8) ni (7) ga qo'yib:

$$f(\beta) = \frac{\cos \beta \cos \varphi + \sin \beta \sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{\cos(\beta - \varphi)}{\cos \varphi} \quad (9)$$

Bunda $\beta = \varphi$ bo'lganda $f(\beta)$ maksimal bo'ladi, ya'ni ipni

$$\beta = \operatorname{arctg} \mu \quad (10)$$

burchak ostida tortish kerak. Bu holda F eng kichik bo'ladi.

Uni topish uchun (6) ga (8) ni qo'yib va $\varphi = \beta$ ni e'tiborga olib, sodda almashtirishlardan so'ng:

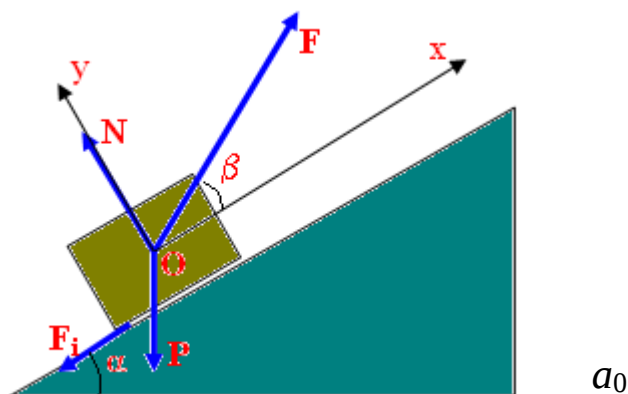
$$F = mg \sin(\alpha + \beta) \quad (11)$$

natijani olamiz.

Olingan natija $\alpha + \beta \leq \pi/2$ uchun o'rinlidir.

10. Qiyaligi α bo'lgan tekislik a tezlanish bilan gorizontal yo'nalishda harakatlenganda unda yotgan brusok qanday harakatlanadi.

Yechish: Avval oddiy holni ko'rib o'taylik: $a=0$ bo'lganda brusok tinch turadi $\mu \leq \tan \alpha$ bo'ladi yoki tekis harakatlanadi. $\mu < \tan \alpha$ da esa a tezlanish bilan pastga sirpanadi. a_0 tezlanish bilan harakatlanuvchi brusok tinch holatda bo'lishi uchun unga ta'sir etayotgan kuchlarning vektor yig'indisi uning massasi bilan tezlanishining ko'paytmasiga teng bo'lishi kerak. Brusokka og'irlik kuchi mg , qiya tekislikning reaksiya kuchi N va tinchlikdagi ishqalanish kuchi F ning maksimal qiymati 0 dan μN gacha o'zgarib, yuqoriga ham, pastga ham yo'nalishi mumkin.



Agar qiya tekislik tezlanishi bo'lib, $m\vec{g} + \vec{N} = ma_0$ bo'lsa, $F=0$ bo'ladi.

Tekislik qandaydir a_1 chegaraviy qiymatdan kichik tezlanish bilan harakatlenganda brusok pastga qarab harakatlanadi, a_1 tezlanishni

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} = ma_1$$

tenglamadan topamiz.

Bu tenglamani tekislik bo'ylab va unga perpendikulyar yo'nalishlardagi proyeksiyalarini yozamiz:

$$mg\sin\alpha - \mu N = ma_1\cos\alpha \quad (1)$$

$$N - mg\cos\alpha = ma_1\sin\alpha \quad (2)$$

Bu tenglamalardan a_1 uchun

$$a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) / (\cos\alpha + \mu\sin\alpha)$$

ifodani olamiz. Agar tekislik tezlanishi $a < a_1$ bo'lsa, brusok pastga harakatlanadi.

$\mu > \tan\alpha$ bo'lganda a_1 manfiy bo'ladi. Bu tekislikning chapga harakatlanishini bildiradi. a_1 - brusok tezlanishining gorizontal yo'nalishga proyeksiyasidir.

Shunday qilib, μ va α ning ixtiyoriy qiymati uchun

$$a_1 < g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) / (\cos\alpha + \mu\sin\alpha)$$

o'rinli bo'ladi.

Endi tekislikning qanday a_2 tezlanishida ishqalanish kuchining maksimal qiymatiga teng bo'lib, brusok yuqoriga harakatlanishini ko'raylik.

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} = m\vec{a}_2;$$

$$mg\sin\alpha + \mu N = ma_2\cos\alpha$$

$$N - mg\cos\alpha = ma_2\sin\alpha$$

Ulardan

$$a_2 = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) / (\cos\alpha - \mu\sin\alpha)$$

ni to'pamiz.

Agar tekislik tezlanishi $a > a_2$ bo'lsa brusok yuqoriga harakatlanadi.

$$\mu = \cot\alpha \text{ da } a_2 \rightarrow \infty \text{ bo'ladi}$$

$\mu \geq \operatorname{ctg} \alpha$ da tekislik har qanday katta tezlanish bilan harakatlansa ham brusok yuqoriga harakatlanmaydi. Olingan natijalarni jamlab tezlanish uchun quyidagi shartni yozish mumkin:

$$g \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \leq a \leq \begin{cases} g \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}; & \mu < \operatorname{ctg} \alpha \\ \infty & \mu \geq \operatorname{ctg} \alpha \end{cases}$$

11. Rasmda tasvirlangan tinch holatdagi sistemani ushlab turgan ipni kesib yuborilgan momentdagi yuklarning oladigan tezlanishi aniqlansin. Bunda ipni cho'zilmas va vaznsiz, prujina va blokning massasi hamda ishqalanishlar hisobga olinmasin.

Yechish: Rasmdan ko'rinadiki,
 $m_1 + m_2 > m_3 + m_4$

Chap prujina T_1 kuch bilan tortilgan. $T_1 = m_2 g$, yukning muvozanat sharti:

$$m_3 g + T_2 - F_t = 0 \quad (1)$$

T_2 - o'ng prujinaning taranglik kuchi. F_t - ipning taranglik kuchi, bu kuch m_1 va m_2 yuklarni ushlab turadi. Demak

$$F_t = (m_1 + m_2)g \quad (2)$$

(1) ga (2) ni qo'yib :

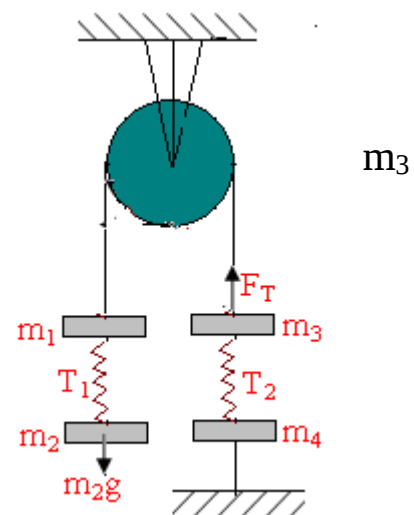
$$T_2 = (m_1 + m_2 + m_3)g$$

ni topamiz.

Pastki ip uzilganda yuklarning harakat tenglamalari quyidagicha yoziladi:

$$m_2 a_2 = m_2 g - T_1$$

$$m_1 a_1 = m_1 g + T_1 - F_t \quad (3)$$



$$m_3 a_3 = T_2 + m_3 g - F_t$$

$$-m_4 a_4 = m_4 - T_2$$

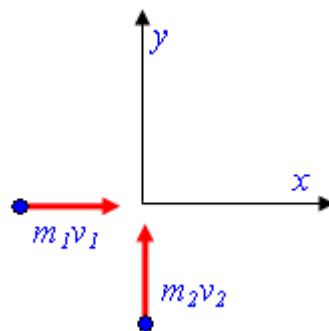
T_1 , T_2 va F_t kuchlar uchun yuqorida olingan ifodalarni e'tiborga olib va (3) tenglamalar sistemasini yechib,

$$a_1 = a_2 = a_3 = 0, \quad a_4 = (m_3 + m_4 - m_1 - m_2)g/m_4$$

javobga ega bo'lamiz.

12. Massalari $m_1=1$ kg, $m_2=2$ kg bo'lgan ikki jism o'zaro tik yo'nalishlarda $g_1=3$ m/s, $g_2=2$ m/s tezlik bilan harakatlanib, to'qnashgandan so'ng birgalikda harakatlana boshladilar. To'qnashish natijasida ajralgan Q issiqlik miqdorini aniqlang.

Yechish: Masalani yechish uchun energiya va impulsning saqlanish qonunlaridan foydalanamiz. Sistemaga rasmdagidek koordinatalar o'qini joylashtirib, jismlarning birgalikdagi harakat tezligini u bilan belgilaymiz:



$$m_1 g_1 = (m_1 + m_2) u_x$$

$$m_2 g_2 = (m_1 + m_2) u_y$$

Sistemaning to'qnashguncha bo'lgan kinetik energiyasi:

$$W'_k = \frac{m_1 g_1^2}{2} + \frac{m_2 g_2^2}{2}$$

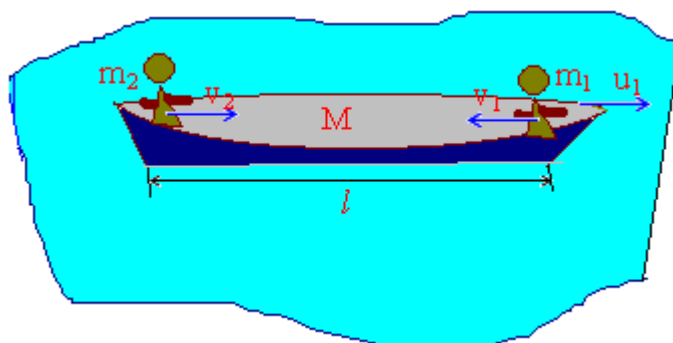
To'qnashdan keyingi energiyasi :

$$W''_k = \frac{m_1 + m_2}{2} (u_x^2 + u_y^2) = \frac{m_1 g_1^2 + m_2 g_2^2}{2(m_1 + m_2)}$$

To'qnashish natijasida $Q = W'_k - W''_k$ miqdoridagi kinetik energiya issiqlikka aylanadi:

$$Q = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (g_1^2 + g_2^2) \approx 4,3 J.$$

13. Uzunligi l va massasi M bo'lgan qayiq ko'lda tinch turibdi. Qayiqning ikki uchida o'tirgan, massalari m_1 va m_2 bo'lgan baliqchilar qayiq ustida o'zaro o'rinlarini almashtirsalar, qayiq o'rnidan qanchaga siljiydi. Suvning qarshiligini e'tiborga olmang.



Yechish: Qaralayotgan holatda qayiq va suv tizimini suv sirti bo'ylab ihtiyoriy yo'nalishda tashqi kuchlardan izolyatsiyalangan deb qarash mumkin. Chunki sistemaga gorizontal yo'nalishda tashqi kuchlar ta'sir etmaydi. Boshlang'ich tinch holatda sistemaning to'la impulsi nolga teng. Baliqchilardan biri harakatlansa, ichki kuchlar ta'sirida qayiq ham unga qarshi yo'nalishda harakatlanadi. Impulsning saqlanish qonuniga asosan sistemada har qanday ko'chish sodir bo'lishidan qat'iy nazar to'liq impuls nolga teng bo'lib qoladi. Aytaylik g_1 birinchi baliqchining qayiqqa nisbatan tezligi bo'lsin. Qayiqning baliqchi yurishidan olgan tezligi esa u_1 . U holda suvning harakatini e'tiborga olmay

$$m_1 g_1 - m_1 u_1 - (M + m_2) u_1 = 0 \quad (1)$$

ni yoza olamiz. Impulsning saqlanish qonunidan olinadigan bu tenglamani yozishda shuni esda tutish kerakki, jismlarning absolyut tezligi biror qo'zg'almas sanoq jismiga nisbatan olinadi. Bizning holda bu suvdir.

Qaralayotgan masalada bu tezlik baliqchining nisbiy tezligi g_1 va qayiqning u_1 tezliklari farqiga teng bo'lib, ko'chirmaviy tezlik sifatida qaralishi mumkin. $g_1 > u_1$

Qayiq va baliqchining harakatlanish vaqtlari teng:

$$g_1 = l/t, \quad u_1 = x_1/t$$

Bu yerda t , x_1 – mos holda harakatlanish vaqti va shu vaqt ichida qayiqning ko'chishi.

Yuqoridagilarni e'tiborga olib, (1) ni quyidagicha yozamiz:

$$m_1(l-x_1)-(M+m_2)x_1=0 \quad (2)$$

Yuqoridagi fikrlarni ikkinchi baliqchi uchun ham qo'llab quyidagini yoza olamiz:

$$m_2(l-x_2)-(M+m_1)x_2=0 \quad (3)$$

Qayiqning natijaviy ko'chishini $S=x_1-x_2$ orqali topamiz; (1)-(3) larni birgalikda yechib:

$$S = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + M} l \quad \text{natijaga ega bo'lamiz.}$$

14. Massasi $m=784$ t bo'lgan poezd qiyalikdan tusha boshlab, $t=50$ sekundda tezligini 18 km/soat ga yetkazdi. Qarshilik koeffisienti $f=0.005$, qiyaligi esa $\varphi=0.005$ ga teng. Qarshilik kuchini normal bosim kuchiga mutanosib deb, lokomotivning o'rtacha quvvatini aniqlang.

Eslatma: Qiyalik $\varphi = h/l = \sin \alpha$, α - qiyalik burchagi, l , h - mos holda qiyalik uzunligi va balandligi.

Yechish: Ma'lumki, o'rtacha quvvat

$$N_{o'r} = F_t g_{o'r} \quad (1)$$

formula orqali aniqlanadi. Og'irlik kuchini tashkil etuvchilarga ajratib, F_t -tortish

kuchini Nyutonning ikkinchi qonunidan foydalanib topamiz.

$$F_t + P \sin \alpha - F_q = ma \quad (2)$$

Ma'lumki, $F_q = fN = fmg \cos \alpha$. Natijada:

$$F_t + mg \sin \alpha - fmg \cos \alpha = ma$$

Kinematikadan ma'lumki,

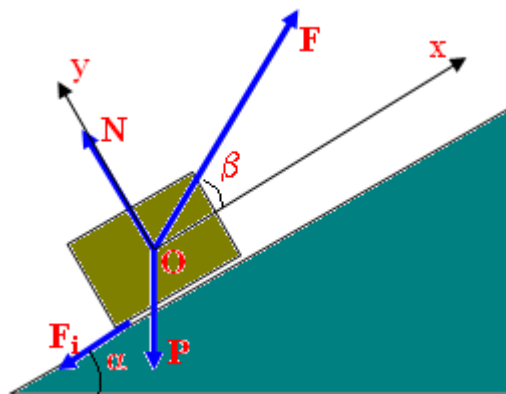
$$a = g/t, \quad g_{o'r} = g/2 \quad (3)$$

(1)-(3) tenglamalarni $N_{o'r}$ ga nisbatan yechib:

$$N_{o'r} = m \left(\frac{g}{t} + fg \cos \alpha - g \sin \alpha \right) g/2 \approx m \left(\frac{g}{t} + fg - g \varphi \right) g/2$$

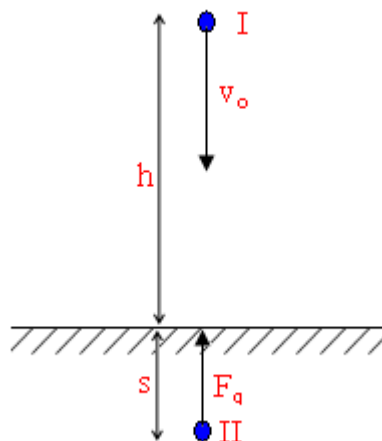
ifodaga ega bo'lamiz. Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib,

$$N_{o'r} = 200 \text{ kVt} \quad \text{natijani olamiz.}$$



15. Massasi $m=1$ kg bo'lgan jism $h=240$ m balandlikdan yerga tushib, $s=0.2$ m chuqurlikka botdi. Agar jismning boshlang'ich tezligi $g_0=14$ m/s bo'lsa, yerning o'rtacha qarshilik kuchini aniqlang.

Yechish: Hodisa chizmasini chizib, energiyaning saqlanish va aylanish qonunlarini qo'llaymiz. Yerning bajargan



ishi $A = -F_q S$, ikkinchi tomondan $A = W_2 - W_1$

$$W_1 = \frac{m g_0^2}{2} + mgh + mgS$$

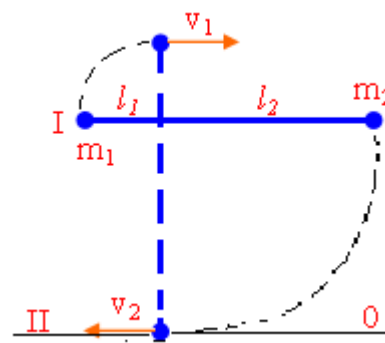
Yerga kirib, jism S masofada to'htaydi, demak $W_2 = 0$. Natijada

$$-F_q S = \frac{m g_0^2}{2} + mgh + mgS$$

Bu yerdan

$$F_q = \frac{m}{S} \left[\frac{g_0^2}{2} + g(h + S) \right] \approx 12 \text{ kN} \text{ javobni olamiz.}$$

16. Yelkalari l_1 va l_2 bo'lgan richag uchlariga m_1 va m_2 massali yuklar mahkamlangan bo'lib, ular gorizontaal o'q atrofida ishqalanishsiz aylana oladi. Gorizontaal holatdagi bu richag o'z holicha aylanib, vertikal holatga kelgan momentdagi pastki yukning tezligini toping.



Yechish: Bu masalani energiyaning saqlanish qonunidan foydalanib yechish maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki bu holda moddiy nuqtalar sistemasi notekis o'zgaruvchan harakatda bo'ladi. Richagning boshlang'ich holatini sistemaning 1-holati, vertikal joylashgan momentini 2-holati deb qarab, boshlang'ich tenglamani tuzamiz:

$$A = W_2 - W_1 \quad (1)$$

Yuklarning potensial energiyalarini OO' chiziqqa nisbatan olamiz. Agar richag o'qidagi ishqalanish e'tiborga olinmasa, sistemaga tashqi kuchlar ta'sir etmaydi va ularning bajargan ishi $A=0$ bo'ladi.

Sistemaning 1- holatdagi to'liq energiyasi

$$W_1 = m_1 g l_1 + m_2 g l_2 \quad (2)$$

2-holatdagi to'liq energiyasi esa

$$W_2 = \frac{m_1 g_1^2}{2} + m_1 g (l_1 + l_2) + \frac{m_2 g_2^2}{2} \quad (3)$$

g_1, g_2 – mos holda 1- va 2- yuklarning tezligi.

(1) tenglamaga (2) va (3) ni oq'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{m_1 g_1^2}{2} + m_1 g (l_1 + l_2) + \frac{m_2 g_2^2}{2} - (m_1 g + m_2 g) l_2 = 0 \quad (4)$$

Bu tenglamada ikkita noma'lum kattalik qatnashgani uchun yana bitta tenglama tuzishimiz kerak.

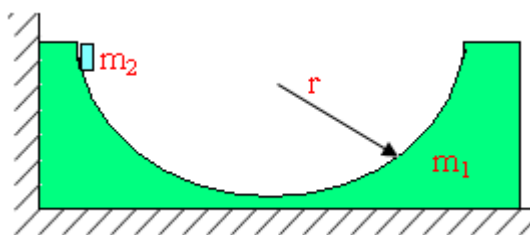
Yuklar gorizontal holatdan vertikal holatga o'tganda bir hil burchak tezlik bilan harakatlanadi, u holda

$$\omega_2 = \frac{g_1}{l_1} = \frac{g_2}{l_2} \quad \text{bo'ladi} \quad (5)$$

Yuqoridagi tenglamalarni g_2 ga nisbatan yechib

$$g_2 = l_2 \sqrt{\frac{2(m_2 l_2 - m_1 l_1)g}{m_2 l_2^2 + m_1 l_1^2}} \quad \text{javobni olamiz.}$$

17. Silliqlik gorizontal tekislikda devor yonida m_1 massali simmetrik brusok tinch turibdi. Brusokda r radiusli sferik chuqurlik bo'lib, chuqurlik boshlanishining bir uchidan m_2 massali kichik shayba ishqalanishsiz tushmoqda. Shaybaning harakati davomida brusok oladigan maksimal tezlikni aniqlang.



Yechish: Shayba eng pastki nuqtaga kelgunga qadar brusok devorga tegib turadi. Eng pastki nuqtada shayba g tezlikka erishadi, ya'ni

$$\frac{m_2 g^2}{2} = +2m_2 gr \quad \text{bundan} \quad g = \sqrt{2gr}$$

Shayba keyingi harakati davomida brusokka doimo o'ngga yo'nalgan tezlanish berib, shayba va brusokni tezligi tenglashguncha yuqoriga ko'tariladi. So'ng shayba o'ng tomondan yana pastga tomon harakatlanib eng pastki nuqtaga kelguncha tezlanish beradi. Demak brusokning maksimal tezligi shayba orqaga qaytib eng pastki nuqtadan o'tish momentiga to'g'ri keladi.

Energiya va impulsning saqlanish qonunlarini qo'llab, brusok devordan ajralgan hol uchun:

$$m_2 \sqrt{2gr} = m_1 g_1 + m_2 g_2$$

$$m_2 gr = \frac{m_1 g_1^2}{2} + \frac{m_2 g_2^2}{2}$$

tenglamalarni yozamiz. Olingan tenglamalar ikkita yechimga ega

$$1) \quad g_1 = 0 \quad g_2 = \sqrt{2gr}$$

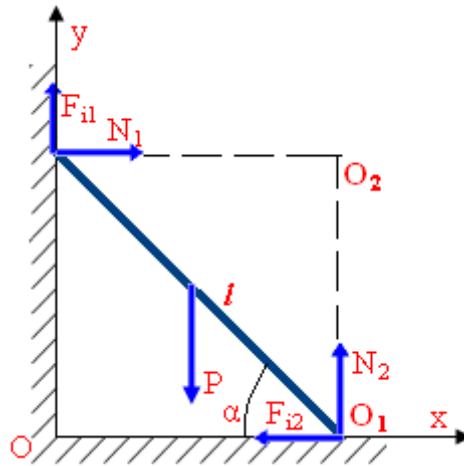
$$2) \quad g_1 = \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{2gr}; \quad g_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gr}$$

1)- javob shayba harakatlanib, brusok tinch turgan holga to'g'ri keladi.

2)- bizni qiziqtirgan javobdir

$$g_{1\max} = 2m_2 \sqrt{2gr} / (m_1 + m_2)$$

18. Narvon devorga suyalganda muvozanatda bo'lishi uchun gorizontga nisbatan qanday eng kichik burchak ostida suyalishi kerak. Devor, narvon va tekislik orasidagi ishqalanish koefitsienti f ga teng.



Yechish: Berilgan masalada narvonni bir jinsli sterjen deb faraz qilamiz va unga ta'sir etuvchi kuchlarni qo'yib chizma chizamiz.

Sterjenning yuqori qismiga devorning reaksiya kuchi N_1 va ishqalanish kuchi F_{ish1} ta'sir etadi. Pastki qismida rasmda ko'rsatilgan yo'nalishlarda tekislikning reaksiya kuchi N_2 , ishqalanish kuchi F_{ish2} va narvonning og'irlik kuchi P ta'sir etadi.

OX va OY koordinatalarni o'tkazib, ta'sir etuvchi kuchlarning proyeksiyalari orqali muvozanat tenglamalarini tuzamiz:

$$OX : N_1 - fN_2 = 0 \quad (1)$$

$$OY : fN_1 - N_2 - P = 0 \quad (2)$$

$$F_{ish1} = fN_1, \quad F_{ish2} = fN_2$$

Narvon muvozanatda turishi uchun ixtiyoriy nuqtaga nisbatan kuch momentlarining yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak. Bunday nuqtani tanlashda kuchlar ta'sir chiziqlarining eng ko'p kesishish nuqtasini tanlash qulaylik tug'diradi. Momentlarga nisbatan olingan tenglamalar sodda ko'rinishga keladi. Bunday nuqtalar sifatida O, O_2 nuqtalarni olish

mumkin. Aytaylik O_1 nuqtaga nisbatan momentlar tenglamasini tuzaylik. Bu nuqtaga nisbatan F_{ish2} , N_2 kuchlarning momenti nolga teng, chunki yelkasi nolga teng. P , N_1 va F_{ish1} larning O_1 ga nisbatan yelkalari mos holda $l\cos\alpha/2$, $l\sin\alpha$ va $l\cos\alpha$ larga teng.

$$fN_1 l\cos\alpha + N_1 l\sin\alpha - P l\cos\alpha/2 = 0 \quad (3)$$

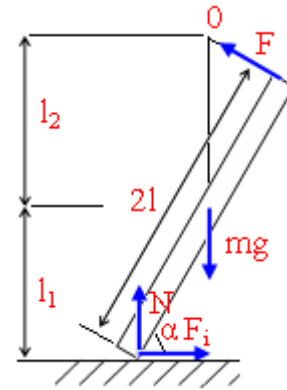
(1)-(3) tenglamalarni α ga nisbatan yechib,

$$\operatorname{tg}\alpha = (1-f^2)/2f$$

natijani olamiz.

19. Ishqalanish koeffisienti μ ning qanday minimal qiymatida odam polda yotgan bir jinsli sterjenni sirpantirmasdan sekin tik vertikal holatgacha ko'taradi.

Yechish: Sterjenni polga nisbatan α burchakka ko'tarilgan momentidagi muvozanat shartini ko'rib chiqamiz. Ko'rilayotgan holda ko'taruvchi F kuch va P og'irlik kuchlarining ta'sir chiziqlari kesishuvchi O nuqtaga nisbatan barcha kuchlarning momentlari orqali tahlil qilish masalani osonlashtiradi, chunki bu nuqtaga nisbatan F va P larning momentlari yig'indisi nolga teng.



Sterjenning uzunligi $2l$ bo'lsin, u holda N reaksiya kuchining yelkasi $l\cos\alpha$, F_{ish} kuchining yelkasi: $l_1 + l_2 = l\sin\alpha + l/\sin\alpha$ bo'ladi.

Muvozanat sharti:

$$Nl\cos\alpha = F_{ish}l\left(\frac{1}{\sin\alpha} + \sin\alpha\right) = F_{ish}l(1 + \sin^2\alpha)/\sin\alpha$$

Bulardan

$$F_{ish} = N \frac{\cos\alpha \sin\alpha}{1 + \sin^2\alpha} = N \frac{1}{2\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{ctg}\alpha}$$

Ishqalanish kuchining qiymati μN dan ortiq bo'lmaydi, demak

$$\mu \geq \frac{1}{2\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{ctg}\alpha} ;$$

bu shart α ning ixtiyoriy qiymatida bajarilishi kerak. $\mu_{\min}$ ni topish uchun

$\operatorname{tg}\alpha = x^2$ deb belgilab,

$$(x^2 + 1/x^2)^{-1}$$

funksiyani olamiz. Bu funksiyaning maksimumini topish kerak.

$$2x^2 + \frac{1}{x^2} = \left(\sqrt{2}x - \frac{1}{x^2} \right)^2 + 2\sqrt{2}$$

ayniyatdan foydalanib,

$$\frac{1}{2\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{ctg}\alpha}$$

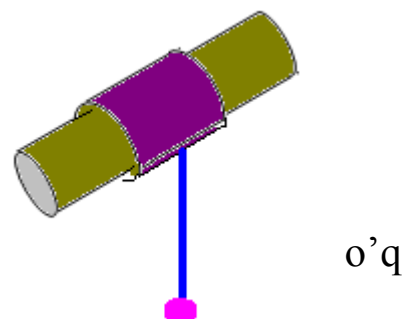
ning maksimal qiymati

$$\frac{1}{2\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{4}$$

ga teng bo'lishini topamiz. U holda $\operatorname{tg}\alpha = x^2 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ bo'ladi.

Shunday qilib, $\mu_{\min} = \frac{\sqrt{2}}{4}$ javobni olamiz.

20. Vaznsiz l uzunlikdagi sterjenga m massali yuk mahkamlangan bo'lib, bo'sh uchiga vtulka qotirilgan. Vtulka radiusi R bo'lgan silindrik o'qqa deyarli erkin kiydirilgan holda ishqalanish bilan aylana oladi. Agar vtulka bilan orasidagi ishqalanish koefitsienti μ bo'lsa, bu mayatnik vertikalga nisbatan qanday φ burchaklarga og'ganda muvozanatda turadi.



Yechish: Agar ishqalanish bo'lmaganda mayatnik vertikal holatda bo'lar edi, lekin bizning holda ishqalanish hisobiga mayatnik vertikalga nisbatan og'ishda qandaydir burchak oralig'dagi ixtiyoriy burchakda turg'un holatda bo'la oladi.

Sistemaga ta'sir etayotgan kuchlarni chizamiz: N , F_{ish} larni to'g'ri ta'svirlash uchun A nuqtani (ishqalanish nuqtasi) to'g'ri topish kerak.

Momentlar qoidasiga ko'ra uchta kuch ta'sir etayotgan jism muvozanatda bo'lsa, bu kuchlarning ta'sir chiziqlari bir nuqtada kesishadi. Demak, A nuqtani shunday tanlaymizki, N , F_{ish} , mg kuchlarning ta'sir chiziqlari kesishsin. Bu nuqtadan o'tuvchi vertikal chiziq yukning massa markazidan o'tadi. Bulardan kelib chiqadiki, yuk vertikaldan R radiusdan katta masofaga og'ganda ishqalanish har qancha katta bo'lganda ham muvozanatda bo'lmaydi. Hullas ishqalanishning maksimal qiymati μN va N larning vektor yig'indisi vertikal yo'nalgan bo'lib mg teng bo'lishi kerak. Rasmdan

$$tg\alpha = F_{ish}/N = \mu \quad (1)$$

Rasmdagi OB kesmaga nisbatan tenglama tuzsak:

$$(l+R)\sin\varphi = R\sin\alpha \quad (2)$$

$$\sin\varphi = R\sin\alpha/(l+R)$$

$\sin\alpha$ ni $tg\alpha$ orqali ifodalab (1) dan foydalanamiz:

$$\sin\varphi = \frac{R}{l+R} \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}} \quad (3)$$

Bu natijadan ko'rinadiki, φ burchak faqat sterjen va vtulka o'lchamlari hamda ishqalanish koeffisientiga bog'liq.

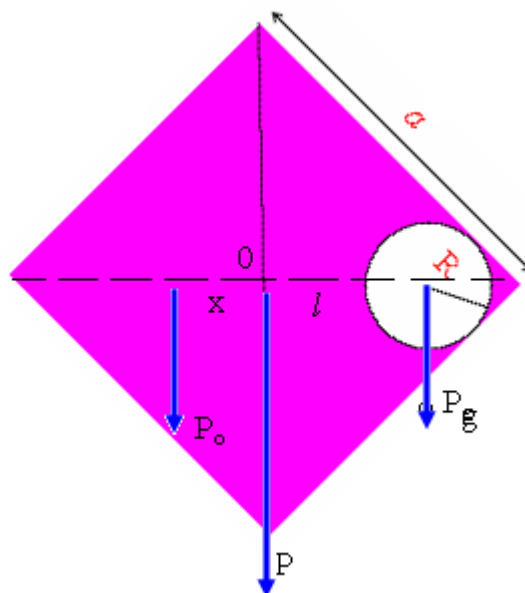
$\mu \rightarrow 0$ da vertikal holatga keladi.

$\mu \rightarrow \infty$ da esa $\frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}} \rightarrow 1$ bo'ladi va (3) ifoda

$$(l+R)\sin\varphi=R \quad (4)$$

ko'rinishni oladi. Bundan ko'rinadiki, $\mu \rightarrow \infty$ da yukning muvozanat vaziyatidan og'ish uzoqligi R ga intiladi.

21. Tomonlari a bo'lgan bir jinsli kvadrat plastinkadan radiusi $R=a/4$ bo'lgan disk rasmdagidek olib tashlangan. Hosil bo'lgan shaklning og'rlik markazini aniqlang.



Yechish: Agar kesib olingan qismni joyiga qo'ysak butun plastinkaning o'g'irligini olamiz. Demak P_d disk va qolgan qismning P_0 og'irliklarining yig'indisi P ga teng bo'ladi, u holda

$$P_0 x = P_d l \text{ yoki } (P - P_d)x = P_d l$$

$$\text{Bulardan } x = \frac{P_d l}{P - P_d} = \frac{\rho h S_d g l}{\rho h g (S - S_d)} = \frac{S_d l}{S - S_d} \quad (1)$$

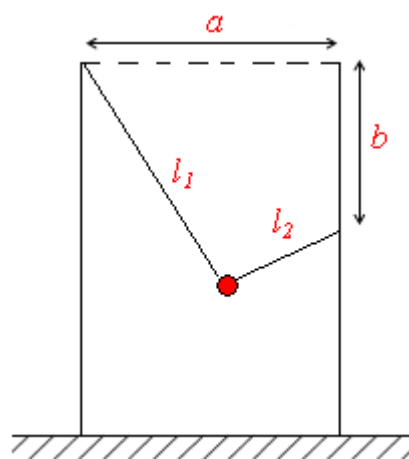
Bu erda $P = \rho g h S$ -yuza, ρ -material zichligi, h -plastina qalinligi.

$$S_d = \pi a^2/16; \quad S = a^2; \quad l = \sqrt{2} a/4$$

bularni (1) ga qo'yib

$$x = \pi \sqrt{2} a/4(16 - \pi) \text{ natijani olamiz.}$$

22. Bir uchi ikkinchisidan b balandlikda qotirilgan arg'amchida odam tebranmoqda. Arg'amchi uchlari



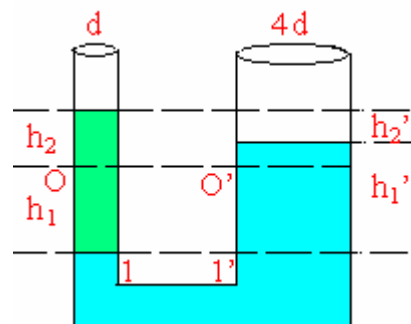
orasidagi masofa a ga teng bo'lib, odamning ikki tomonidagi arqonlarning uzunlillari l_1 va l_2 uchun $l_1^2 + l_2^2 = a^2 + b^2$ shart bajariladi. Odamning o'lchamini e'tiborga olmay uning tebranish davrini aniqlang.

Yechish: Qaralayotgan sistemani OO_1 o'q atrofida tebranma harakat qilayotgan "o'gma mayatnik" deb hisoblashimiz mumkin. mg -o'irlik kuchining OO_1 o'qiga perpendikulyar tashkil etuvchisi mayatnikni muvozanat vaziyatiga qaytaruvchi kuch vazifasini bajaradi. OO_1 bo'ylab yo'nalgan tashkil etuvchisi tebranishga ta'sir etmaydi. Rasmdan ko'rinib turidiki, uning perpendikulyar tashkil etuvchisi $mg\sin\alpha$ ga teng.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{h}{g\sin\alpha}}; \quad h = \frac{l_1 l_2}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}} = \frac{l_1 l_2}{\sqrt{a^2 + b^2}}; \quad \sin\alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

Natijada $T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 l_2}{6ag}}$ javobni olamiz.

23. Tutashtirilgan ikki silindrik idishga simob quyilgan bo'lib, idishlarning birini diametri ikkinchisidan 4 marta katta. Diametri kichik tomonga $h_0 = 70$ sm balandlikda suv quyilsa, simob sathi oldingi holatidan qanchaga pasayadi va ikkinchi tomoni qanchaga ko'tariladi.



Yechish: Chizma chizib, $O-O'$ chiziqni simobning boshlang'ich sathidan, 1-1' orqali esa suv quyilgandan keyingi simob-suv chegarasidan o'tkazamiz.

h_1, h_2' -mos holda chap va o'ng tomondagi simob sathlarining pasayishi va ko'tarilishi. 1-1'da chap va o'ng tomondagi bosimlar tenglashadi, demak:

$$\rho_c g h_1 + \rho_c g h_2 = \rho_{sim} g h_1' + \rho_{sim} g h_2' \quad (1)$$

O-O' sathda ikkala tomondagi bosimlar teng bo'lmaydi.

Suyuqliklarning siqilmaslik va masala shartiga ko'ra:

$$S_1 h_1 = S_2 h_2 \quad \text{yoki} \quad d^2 h_1 = 16 d^2 h_2 \quad (2)$$

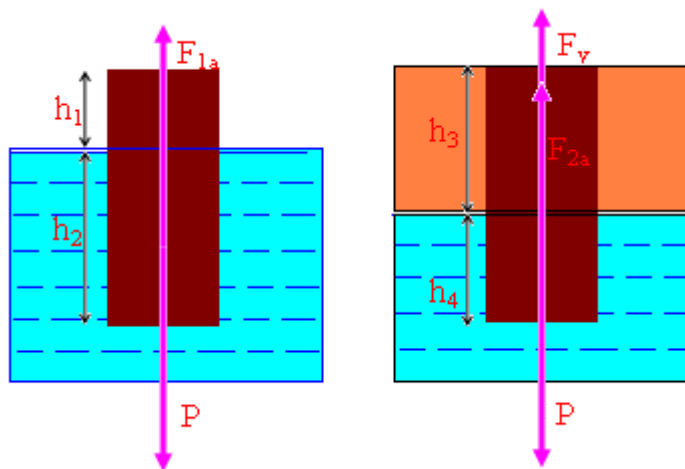
$$h_1 + h_2 = h_0; \quad h_1 = h_1' \quad (3)$$

(1)-(3) tenglamalarni birgalikda yechib, qidirilayotgan kattaliklarni topamiz:

$$h_2' = \rho_c h / 17 \rho_{sim}; \quad h_2' \approx 0.3 \text{ sm}$$

$$h_1 = 16 \rho_c h_0 / 17 \rho_{sim}; \quad h_1 \approx 4.8 \text{ sm}$$

24. To'g'ri yog'och silindr $n=0.9$ qismi suvga botgan holda idishda suzmoqda. Agar suv ustiga yog'och to'liq botguncha yog' quyilsa, yog'ochning qancha qismi suvga botadi. Yog'ning zichligi $\rho_y=800 \text{ kg/m}^3$ deb hisoblang.



Yechish: Silindrning har ikkala holatini tavsiflovchi rasmini chizib, unda ta'sir etuvchi kuchlar va kattaliklarni tasvirlaymiz. Har ikkala holda ham muvozanatda bo'lgan sistema uchun:

$$F_{1a}-P=0 ; F_{2a}+F_y-P=0 \quad (1)$$

S va g ga qisqartirishdan so'ng

$$\rho_c h_2 - \rho_t (h_1 + h_2) = 0 \quad (2)$$

$$\rho_c h_4 + \rho_y h_3 - \rho_t (h_1 + h_2) = 0$$

$$\text{va } h_1 + h_2 = h_3 + h_4 \quad (3)$$

$$\text{Masala shartidan } h_2 / (h_1 + h_2) = 0 \quad (4)$$

Tuzilgan tenglamalardan so'ralgan kattalikni topamiz:

$$x = \frac{h_4}{h_3 + h_4} \quad (5)$$

(1) va (4) tenglamalardan yog'och zichligini ham topish mumkin

$$\rho_t = \rho_c \frac{h_2}{h_1 + h_2} = \rho_c n$$

(2) ni e'tiborga olib (2) dan

$$\rho_c \frac{h_4}{h_3 + h_4} + \rho_y \frac{h_3}{h_3 + h_4} - \rho_t = 0$$

ni olamiz. Undan

$$x = \frac{h_4}{h_3 + h_4} = \frac{\rho_t - \rho_y}{\rho_c - \rho_y}$$

yoki

$$x = \frac{n\rho_c - \rho_y}{\rho_c - \rho_y} = 0.5.$$

25. Odam yashaydigan eng baland joy Himolay tog'ida bo'lib dengiz sathidan $h=6200$ m balandlikda joylashgan. Ushbu balandlikda ishlashga

sozlangan mayatnikli soat dengiz sathiga tushirilsa bir sutka davomida qancha vaqtga noto'ri ishlaydi.

Yechish: Mayatnikli soat pastga tushirilganda tebranish davri kamayadi, chunki g ning quymati pastda ortadi. Bir sutka t_1 vaqt ichida bu soat tog'dagidan ko'p tebranadi, demak soat Δt vaqtga oldinga ketadi. Tog'dagi tebranishlar soni n_1 , davri T_1 bo'lsin, pastda esa n_2 va T_2 . t_1 vaqt davomida tebranishda:

$$t_1 = n_1 T_1 = n_2 T_2 \quad \text{va} \quad T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_t}}; \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_p}}$$

$$t_1 = kn_1; \quad t_2 = kn_2$$

k - soat konstruksiyasiga bog'liq proporsionallik koeffisienti.

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{kn_1}{kn_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \text{va} \quad \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Rightarrow \quad t_2 = \frac{t_1 T_1}{T_2}$$

$$-\Delta t = t_1 - t_2 = t_1 \left(1 - \frac{T_1}{T_2} \right) = t_1 \left(1 - \sqrt{\frac{g_p}{g_t}} \right) \quad (1)$$

$$g_t = G \frac{M_{er}}{(R_{er} + h)^2}; \quad g_p = G \frac{M_{er}}{R_{er}^2}$$

bularni (1) ga qoyib $\Delta t = t_1 \frac{h}{R_{er}}$ ni olamiz.

t_1 - bir sutkadagi vaqt, R_{er} - yer radiusi.

Son qiymatlarini qo'yib, soat $\Delta t = 70$ sek oldinga ketishini aniqlaymiz.

MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

26. $t_x=20^{\circ}\text{C}$ havo muhitida dyuar idishda $t_a=-195^{\circ}\text{C}$ temperaturadagi azot bor. Bu idishda $\tau_1=24$ soat davomida $v_1=1\text{dm}^3$ azot bug'lanadi. Agar shu idishdagi $t_m=0^{\circ}\text{C}$ li muzni $\tau_2=22.5$ soat davomida $m_2=40\text{g}$ erishi ma'lum bo'lsa, azotning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang. Bunda idish ichida issiqlik uzatilishining tezligini idish ichi va tashqarisidagi temperaturalar farqiga proporsional deb qaralsin. Suyuq azotning zichligi $\rho_1=0.8\text{ g/sm}^3$, muzning solishtirma erish issiqligi $\lambda=3.3\cdot 10^5\text{ J/kg}$.

Yechish: Dyuar idishi ideal issiqlik izolyatori bo'la olmaydi, chunki tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvi sodir bo'ladi. Issiqlik balansi tenglamasi $Q=\Delta U$, chunki bu holda ish bajarilmaydi. Tashqaridan kirgan issiqlik idish ichidagi moddaning ichki energiyasining ortishiga sarf bo'ladi, ya'ni masala shartiga ko'ra

$$Q/\tau=k(t_2-t_1)$$

τ -idishga Q issiqlik berishga ketgan vaqt. Q/τ -issiqlik uzatish tezligi. k -idish materiali va tuzilishiga bog'liq proporsionallik koeffisienti.

t_2-t_1 -tashqi va ichki temperaturalar farqi.

τ_1 vaqtda suyuq azot

$$Q_1=k(t_a-t_x)\tau_1$$

issiqlik oladi. Buning hisobiga azot molekulalarining ichki energiyasi

$$\Delta U_1=rm_1 \quad \text{ga ortadi}$$

m_1 -bug'langan azot massasi, r - azotning solishtirma bug'lanish issiqligi.

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra:

$$Q_1=\Delta U_1 \quad \text{yoki} \quad k(t_a-t_x)\tau_1=rm_1 \quad (1)$$

Shuningdek muz uchun:

$$k(t_m - t_x) \tau_2 = \lambda m_2 \quad (2)$$

Qo'shimcha shartga asosan

$$m_1 = \rho_1 V_1 \quad (3)$$

(1)-(3) tenglamalardan m_1 va k ni yo'qotib,

$$r = \frac{m_2(t_a - t_x) \tau_1}{\rho_1 V_1(t_m - t_x)} \lambda$$

formulaga ega bo'lamiz. Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib,

$$r \approx 1,9 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$$

javobni olamiz.

27. Suyuqlikda po'lat sharchaning og'irligini birinchi marta t_1 temperaturada o'lchanganda siqib chiqarilgan suyuqlik og'irligi P_1 , t_2 temperaturada esa P_2 bo'ldi. Suyuqlikning hajmiy kengayish koeffisientini aniqlang. Po'latning hajmiy kengayish koeffisienti β ga teng.

Yechish: Hajmiy kengayish hisobiga siqib chiqarilgan suyuqliklarning og'irligi turli temperaturada turlicha bo'ladi. Birinchi holda siqib chiqarilgan suyuqlik og'irligi

$$P_1 = \rho_1 g V_1$$

ρ_1 –suyuqlik zichligi va t_1 temperaturadagi sharcha hajmi (V_1) ni 0°C dagi qiymati orqali yozamiz:

$$\rho_1 = \rho_0 / (1 + \beta_s t_1) ; \quad V_1 = V_0 (1 + \beta_p t_1) \quad (1)$$

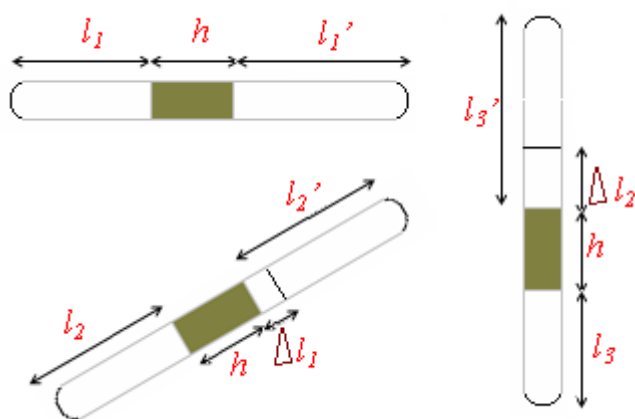
Ikkinchi hol uchun $P_2 = \rho_2 g V_2$,

$$\rho_2 = \rho_0 / (1 + \beta_s t_2) ; \quad V_2 = V_0 (1 + \beta_p t_2) \quad (2)$$

(1) va (2) tenglamalarni β_s ga nisbatan yechib:

$$\beta_s = \beta_p + \frac{(P_1 - P_2)}{P_2(t_2 - t_1)} \quad \text{natijani olamiz.}$$

28. Ikki tomoni kavsharlangan yopiq gorizontal trubacha o'rtasida $h=19,6$ mm simob joylashtirilgan. Agar trubachani gorizonttga nisbatan $\alpha=30^\circ$ burchakda joylashtirilsa, simob ustunchasi $\Delta l_1=20$ mm ga, vertikal holatda esa $\Delta l_2=30$ mm masofaga ko'chadi. Truba ichidagi havo qanday bosimgacha so'rib olingan.



Yechish: Bu masalada simob ustunchasi bilan ajratilgan bir hil massali ikki gazning uch holati qaralmoqda. Massasi va temperaturasi o'zgarmaganligi uchun bu holatlarni izotermik jarayon deb Bo'yl-Marriot qonunidan foydalanamiz. Uch hil holatdagi trubaning chap tomonlari uchun:

$$P_1 l_1 = P_2 l_2 ; \quad P_1 l_1 = P_3 l_3$$

o'ng tomoni uchun esa

$$P_1 l'_1 = P'_2 l'_2 \quad \text{va} \quad P_1 l'_1 = P'_3 l'_3,$$

tenglamalarni yozamiz, chunki birinchi holatda bosim va gaz hajmi ikkala tomonda ham teng bo'lgan. Rasmdan:

$$l_2 = l_1 - \Delta l_1 ; \quad l_3 = l_1 - \Delta l_2 ; \quad l'_2 = l_1 + \Delta l_1 ; \quad l'_3 = l_1 + \Delta l_2$$

Bundan tashqari simob muvozanatda turishi uchun:

$$P_2 = P'_2 + \rho gh \sin \alpha \quad \text{va} \quad P_3 = P'_3 + \rho gh$$

bo'lishi kerak, bu yerda ρ - simob zichligi.

Yuqorida yozilgan Bo'yl- Mariott tenglamalariga $l_2, l_3, l'_2, l'_3, P_2$ va P_3 larning ifodalarini qo'yib,

$$P_1 l_1 = (P'_2 + \rho gh \sin \alpha) (l_1 - \Delta l_1)$$

$$P_1 l_1 = (P'_3 + \rho gh) (l_1 - \Delta l_2)$$

$$P_1 l_1 = P'_2 (l_1 + \Delta l_1) \quad \text{va} \quad P_1 l_1 = P'_3 (l_1 + \Delta l_2)$$

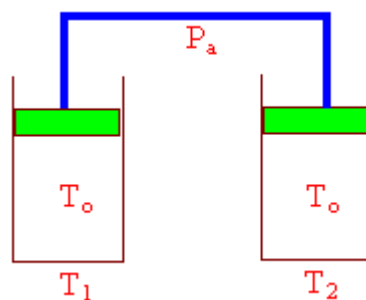
tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz. Bu sistemani P_1 ga nisbatan yechib,

$$P_1 = \frac{\rho gh}{2} \left[\sqrt{\frac{\Delta l_1 (\Delta l_2 - \Delta l_1 \sin \alpha)}{\Delta l_2 (\Delta l_1 - \Delta l_2 \sin \alpha)}} - \sqrt{\frac{\Delta l_2 (\Delta l_1 - \Delta l_2 \sin \alpha)}{\Delta l_1 (\Delta l_2 - \Delta l_1 \sin \alpha)}} \right];$$

natijaviy formulaga ega bo'lamiz. Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib, $P_1 \approx 6 \text{ mm.sim.ust.}$

natijaga erishamiz.

29. Ikki bir xil silindr porshenlari qattiq tortqi orqali biriktirilgan bo'lib, porshenlar ostida T_0 temperaturali bir xil hajmda gaz bor. Gazlar bir xil bo'lib, miqdorlari teng. Agar silindrlardan birini T_1 temperaturagacha qizdirib, ikkinchisini T_2 gacha sovitilsa, silindrlardagi bosimlar qanday bo'ladi? Har qaysi silindrdagi gaz hajmining o'zgarishi-chi?



Atmosfera bosimi P_a . Porshen va tortqi massalarini hamda ishqalanishlarni hisobga olmang.

Yechish: Sistemadagi bir gazning bosimi yoki hajmining o'zgarishi ikkinchi silindrdagi kattaliklarni ham o'zgartiradi. Silindarlardagi gaz

hajmining o'zgarishi ikkalasida bir hil, bosimlarining o'zgarishi esa farq qiladi.

Qaralayotgan holda silindrlardagi gaz bosimlari yig'indisi tashqi bosim bilan muvozanatga keladi. Chap tomondagi gazni qaraylik: qizdirguncha P_1 , V_1 va T_0 bo'lgan kattaliklar qizdigandan keyin P_2 , V_2 , T_1 bo'lsa

$$\frac{p_1 V_1}{T_0} = \frac{p_2 V_2}{T_1} \quad (1)$$

tenglama o'rinli bo'ladi. O'ng tomonda boshlang'ich vaqtda P_1 , V_1 va T_0 , sovutilgandan keyin P_3 , V_2 , T_2 ga o'zgarsa:

$$\frac{p_1 V_1}{T_0} = \frac{p_3 V_2}{T_2} \quad (2)$$

tenglama o'rinli bo'ladi. Ikkala holda ham porshenlar muvozanatda bo'lgan, demak:

$$1\text{-holda} \quad 2p_a = 2p_1$$

$$2\text{-holda} \quad 2p_a = p_2 + p_3 \quad (3)$$

Gaz hajmining nisbiy o'zgarishi:

$$x = (V_1 - V_2) / V_1 \quad (4)$$

(1)-(4) tenglamalardan quyidagilarni topamiz:

$$p_2 = \frac{2T_1}{T_1 + T_2} p_a; \quad p_3 = \frac{2T_2}{T_1 + T_2} p_a; \quad x = \frac{2T_0 - T_1 - T_2}{2T_0}$$

30. Asos yuzi $S=100 \text{ sm}^2$ bo'lgan silindrda $T=290^0\text{K}$ temperaturali havo qamalgan. Asosidan $h=0,6 \text{ m}$ balandlikdagi yengil porshenga $m=100 \text{ kg}$ yuk qo'yilgan. Agar gazning temperaturasi $\Delta T=50^0\text{K}$ ortguncha qizdirilsa, bu gaz qancha ish bajaradi. Atmosfera bosimi $P_a=10^5 \text{ N/m}^2$.

Yechish: Gaz qizdirilganda kengayish hisobiga yuk og'irligi va tashqi bosimga qarshi ish bajaradi. Qizdirilish yetarlicha sekin bo'lsa, bu jarayonni izobarik jarayon deb qarash mumkin.

$$A = \frac{m}{\mu} R_{\Delta} T \quad \text{yoki} \quad A = P(V_2 - V_1) = P_{\Delta} V \quad (1)$$

Porshen muvozanatda bo'lganda vaqtning ixtiyoriy momentida porshenga bo'lgan bosim tashqi bosim va yukning bosimi bilan tenglashadi:

$$P = P_a + \frac{mg}{S} \quad (2)$$

Izobarik jarayon uchun:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{hS}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (3)$$

(1)-(3) larni birgalikda yechib,

$$A = \left(P_a + \frac{mg}{S} \right) \frac{T_2 - T_1}{T_1} hS ;$$

$A \approx 207 \text{ J}$ javobni olamiz.

31. Ko'ndalang kesimi $S=100 \text{ sm}^2$ bo'lgan bug' mashinasi porshenining ishchi yo'li $l= 50 \text{ sm}$. Silindrga bosimi $P_1=196 \text{ kN/m}^2$ bo'lgan bug' kirib, porshen $\Delta l=1 \text{ sm}$ ga siljiganda bosim $\Delta P=1,96 \text{ kN/m}^2$ ga kamayadi. Bug' mashinasining vali $\nu=240 \text{ ayl/min}$ chastota bilan aylansa, bu mashina qanday quvvatga erisha oladi.

Yechish: Bug' silindrga kirganda kengayib, porshenni harakatlantiradi, natijada valni aylantirib ish bajaradi. Issiqliq yo'qolishinin hisobga olmay:

$$N = A_1/t \quad (1)$$

ni yozish mumkin. A_1 – porshenning bir ishchi yo'ldagi bajargan ishi, t – unga ketgan vaqt.

Bu masalada bosim tekis o'zgaradi, shuning uchun o'rtacha bosimdan foydalanish kerak.

$$A = p_{o'rt}(V_2 - V_1)$$

$$p_{o'rt} = (p_1 + p_2)/2$$

p_1, p_2 -ishchi yo'li boshi va oxiridagi bosimlar.

$$A_1 = (p_1 + p_2)(V_2 - V_1)/2 \quad (2)$$

Ishchi yo'li oxirida bosim $\Delta p \cdot l / \Delta l$ ga kamayadi, ya'ni:

$$p_2 = p_1 - \Delta p \cdot l / \Delta l$$

$$V_2 - V_1 = Sl$$

ifodalarni (2) ga qo'yib

$$A_1 = \left(p_1 - \frac{l}{\Delta l} \frac{\Delta p}{2} \right) Sl \quad (3)$$

$$t = n/v; \quad (4)$$

n - valning aylanishlari soni, bizning holda $n=0.5$ ga teng.

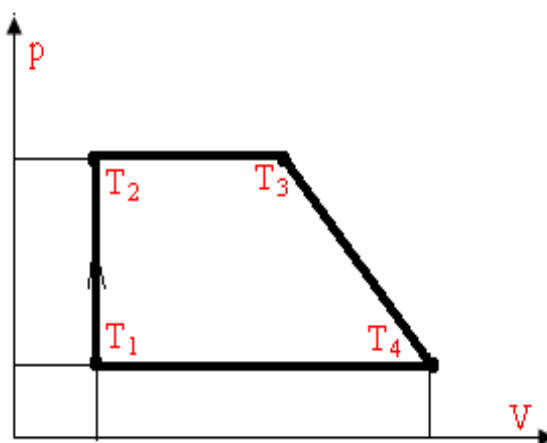
(3) va (4) ni (1) ga qo'yib:

$$N = \left(p_1 - \frac{l}{\Delta l} \frac{\Delta p}{2} \right) Sl \frac{v}{n};$$

natijaviy formulaga ega bo'lamiz. Kattaliklarning son qiymatlarini qo'yib,

$N \approx 6 \text{ kVt}$ javobni olamiz.

32. n mol ideal gaz bilan rasmda ko'rsatilgan sikl bajarilgan. Bunda 2-3 va 4-1 jarayonlar izobarik, 1-2 izoxorik hamda qandaydir 3-4 jarayonlar to'g'ri chiziq orqali pV diagrammada ko'rsatilgan. 1, 2, 3



holatlardagi temperaturalar mos holda T_1 , T_2 , T_3 . 2 va 4 nuqtalar bitta izotermada yotadi. Ko'rsatilgan siklda gaz bajargan A ishini aniqlang.

Yechish: Gazning bajargan A ishi pV diagrammadagi sikl yuzasi orqali aniqlanadi.

$$A_1 = (p_2 - p_1)(V_3 - V_2 + V_4 - V_1)/2 \quad (1)$$

Gey-Lyussak qonunidan

$$V_3 = \frac{V_2 T_3}{T_2} = \frac{V_1 T_3}{T_2}$$

va

$$V_4 = \frac{V_1 T_4}{T_1} = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

Sharl qonunidan:

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1};$$

bu kattaliklarni ish uchun yozilgan (1) formulaga qo'yib,

$$A = p_1 V_1 \frac{T_2 - T_1}{T_1} \left(\frac{T_2}{T_1} + \frac{T_3}{T_2} - 2 \right)$$

ifodani olamiz. Mendeleev-Klapeyron tenglamasi $p_1 V_1 = nRT_1$ dan foydalanib,

$$A = nR(T_2 - T_1) \left(\frac{T_2}{T_1} + \frac{T_3}{T_2} - 2 \right)$$

javobga erishamiz.

33. Tashqarida temperatura -20°C bo'lganda, hona ichidagi temperatura $+20^{\circ}\text{C}$; tashqarida -40°C bo'lganda esa hona ichidagi temperatura $+10^{\circ}\text{C}$ bo'lishi ma'lum bo'lsa, honani istuvchi batareyaning temperaturasi toping.

Yechish: Ushbu masalani yechishda birlik vaqtda uzatilayotgan issiqlik miqdori temperaturalar farqiga proporsional bo'lishini hisobga olishimiz kerak.

$T_{1k}, T_{2k}, T_{1h}, T_{2h}$ - 1- va 2-holdagi ko'cha va honadagi temperaturalar bo'lsin. Batareyadan honaga sochilayotgan issiqlik quvvati $k_1(T-T_h)$, k_1 – proporsionallik koeffisienti. Shuningdek honadan ko'chaga tarqalayotgan quvvat $k_2(T_h-T_k)$ bo'lsin. Issiqlik muvozanatida bu ikkala quvvatlar tenglashadi:

$$1)\text{- holda} \quad k_1(T-T_{h1})= k_2(T_{h1}-T_{k1}) \quad (1)$$

$$2)\text{- holda} \quad k_1(T-T_{h2})= k_2(T_{h2}-T_{k2}) \quad (2)$$

(1) ni (2) ga bo'lib, qidirilayotgan T temperaturani topamiz:

$$T=(T-T_{h1})/(T-T_{h2})= (T_{h1}-T_{k1})/(T_{h2}-T_{k2})=60^{\circ}\text{C}.$$

34. $V=2$ l hajmli idishda $m_{H_2}=2\text{g}$ vodorod va oz miqdorda suv bor. Idishdagi bosim $p_0=17 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Idish shunday qizdirildiki, undagi bosim $p_{0h}=26 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ bo'ldi va suvning bir qismi bug'landi. Suv bug'ining molyar massasi $\mu =18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ga teng. Suvning boshlang'ich va oxirgi temperaturalar hamda qizdirilganda bug'langan Δm massasini aniqlang.

Ko'rsatma: To'yingan suv bug'i bosiminining temperaturaga bog'liqligi quyidagicha:

T_1 $^{\circ}\text{C}$	100	120	133	152	180
$P_{to'y}$ $\cdot 10^5 \text{ Pa}$	1	2	3	5	10

Yechish: Bu masalani grafik usulda yechish qulay. Idishdagi bosim to'yingan suv bug'i va vodorod gazlari bosimlari yig'indisidan iborat. Vodorod uchun Mendeleev-Klapeyron tenglamasi

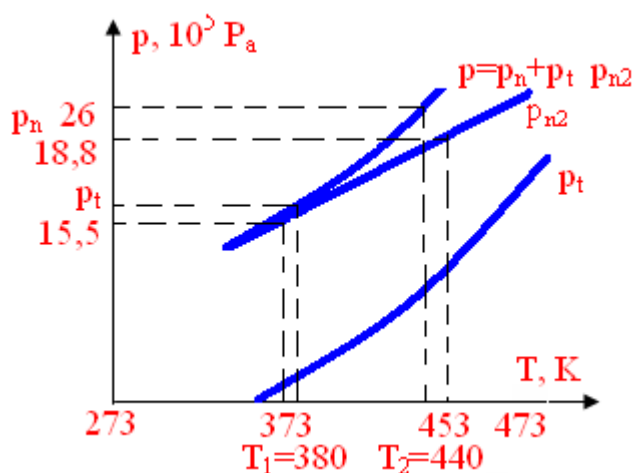
$$p_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{\mu_{H_2} V} RT = 4,15 \cdot 10^3 T$$

ko'rinishda yoziladi. Demak bosim (p_{H_2}) temperatura (T) bilan chiziqli bog'langan. Temperaturaning turli qiymatlarida p_{H_2} larni hisoblaymiz:

$$T_1 = 373K \text{ da } p_{H_2} = 15,5 \cdot 10^5 Pa$$

$$T_2 = 453K \text{ da } p_{H_2} = 18,8 \cdot 10^5 Pa$$

$p_{to'y}(T)$, $p_{H_2}(T)$ va ular yig'indisining temperaturaga bog'liqlik grafigini chizamiz.



Bu grafikdan va masala shartidan

$$p_0 = 17 \cdot 10^5 Pa, T_1 = T_0 \approx 380K$$

$$p_{0h} = 26 \cdot 10^5 Pa, T_2 = T_{oh} \approx 440K$$

Endi bug'langan suv massasini topamiz. Suv bug'ini ideal gaz deb qarab, bug'ning boshlang'ich $p_{bug'1}$ va ohirgi $p_{bug'2}$ bosimlarini topamiz.

Grafikdan foydalanib, $T_1 = 380 K$ da vodorod bosimi $p'_{H_2} \approx 15,5 \cdot 10^5 Pa$

va

$$p_{bug'1} = p_0 - p'_{H_2} \approx 1,5 \cdot 10^5 Pa$$

$$T_2 = 440 K \text{ da } p''_{H_2} \approx 18 \cdot 10^5 Pa \text{ va}$$

$$p_{bug'2} = p_{0h} - p_{H_2}'' \approx 8 \cdot 10^5 Pa \quad \text{larni aniqlab,}$$

$p_{bug'1}, T_1$ va $p_{bug'2}, T_2$ lar uchun holat tenglamasini yozamiz:

$$p_{bug'1} V = (m_{bug'1} / \mu_{bug'}) RT_1; \quad p_{bug'2} V = (m_{bug'2} / \mu_{bug'}) RT_2$$

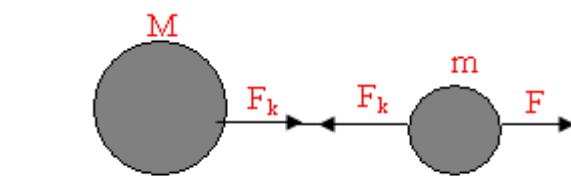
$m_{bug'1}$, $m_{bug'2}$ – mos holda idishdagi bug'ning boshlang'ich va oxirgi massalari.

Bug'langan suv massasi

$$\Delta m = m_{bug'2} - m_{bug'1} = \frac{\mu_{bug'} V}{R} \left(\frac{p_{bug'2}}{T_2} - \frac{p_{bug'1}}{T_1} \right) = 6 \cdot 10^{-3} kg = 6g$$

ELEKTR VA MAGNETIZM

35. Uzunligi $L=1\text{ m}$ bo'lgan vaznsiz dielektrik ipning ikki uchiga radiuslari $R=2\text{ sm}$ va $r=1\text{ sm}$ bo'lgan alyumin sharlar biriktirilgan bo'lib, ular rasmdagidek izolyatsiyalangan gorizontol stolda turilibdi. Agar katta sharchaning har $Z=10^9$ ta atomidan bittadan elektron kichik sharchaga o'tkazilsa, ipni taranglanish holiga kelishi uchun qanday minimal kuch qo'yish kerak? Alyuminning zichligi va atom massasi mos holda $\rho=2,7\cdot 10^3\text{ kg/m}^3$, $A=27$, elektron zaryadi $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{ Kl}$.



Yechish: Masala sharti bo'yicha katta shardan $n=N/Z$ dona elektron kichik sharga o'tkaziladi. Natijada sharlar mos holda $+ne$ va $-ne$ miqdorda zaryadlanadi. Sharlar orasida F_k Kulon tortishish kuchi yuzaga kelib, ular bir-birlari tomon massasiga bog'liq tezlanish bilan harakatlana boshlaydi. Kichik sharning massasi kichikligi tufayli u kattaroq tezlanish bilan katta shar tomonga harakatlanadi. Shuning uchun biz kichik sharga rasmda ko'rsatilgandek F kuch qo'yamiz. Bu kuch kichik sharga shunday a tezlanish berishi, natijada ikkala sharning bir-biriga nisbatan tezlanishi nolga teng bo'lishi kerak. Demak kichik sharcha uchun

$$F - F_k = ma, \quad (1)$$

katta sharcha uchun

$$F_k = Ma \quad (2)$$

tenglamalar o'rinli bo'ladi. K'orilayotgan holda og'irlik kuchi ta'siri juda kichikligi uchun e'tiborga olinmaydi.

$$F_k = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 L^2} = \frac{n^2 e^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}; \quad |q_1| = |q_2| = |ne| \quad (3)$$

$$M = \rho V_2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho; \quad \text{va} \quad m = \rho V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho \quad (4)$$

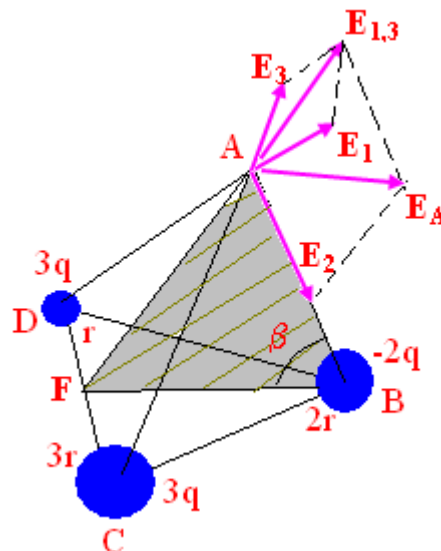
$$N = MN_A/A; \quad N_A - \text{Avagadro soni.} \quad (5)$$

(1)-(5) tenglamalarni F ga nisbatan yechib:

$$F = \frac{4\pi}{9\epsilon_0} \left(\frac{e\rho N}{AZL} \right)^2 (R^3 + r^3) R^3$$

va $F \approx 735 N$ natjani olamiz. Ip taranglanishi uchun kichik sharga $F_{min} > F$ kuch ta'sir etishi kerak.

36. Radiuslari r , $2r$ va $3r$, zaryadlari mos holda $3q$, $-2q$ va $3q$ bo'lgan sharchalar tomonlari $R \gg r$ bo'lgan tetraedrning uchlariga joylashtirilgan. Tetraedrning zaryad joylashmagan uchidagi elektr maydon kuchlanganligi va potensialni toping, shuningdek sharchalar markazlaridagi potensial va ularning elektr ta'sirlashuv energiyasini aniqlang.



Yechish: Aytaylik sharlar piramidaning asosida joylashgan bo'lib, A nuqtadagi $\vec{E}$ va φ hamda B, C, D sharchalar markazlaridagi potensiallarni

aniqlaylik. Rasmda $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$ vektorlarni aks ettiramiz. $R \gg r$ shartga asosan sharchalardagi zaryad siljishini e'tiborga olmay, zaryad sharcha sirtida tekis taqsimlangan deb qaraymiz. A nuqtadagi $\vec{E}$ kuchlanganlik quyidagicha aniqlanadi

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

$\vec{E}_1$ va $\vec{E}_3$ lar modul jihatidan teng bo'lib, o'zaro 60° burchak tashkil etadi. Ularning yig'indisi: $E_{1,3} = 2 E_1 \cos 30^\circ$

$\vec{E}_{1,3}$ va $\vec{E}_2$ vektorlar ABF tekislikda yotadi. Kosinuslar teoremasini qo'llab:

$$E_A = \sqrt{E_{1,3}^2 + E_2^2 - 2E_{1,3}E_2 \cos \beta}$$

ni olamiz. $AF = BF$, $\cos \beta = 0,5$ ($\beta = 30^\circ$) ekanligini hisobga olib,

$$E_A = \sqrt{3E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2} \quad (1)$$

formulaga ega bo'lamiz. Bilamizki, zaryadlangan shar tashqarisidagi maydon kuchlanganligi nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi kabi aniqlanadi.

$$E_1 = E_3 = \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 R^2} ; \quad E_2 = \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad (2)$$

(1) va (2) lardan

$$E_A = \frac{\sqrt{19}q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad \text{ni topamiz.}$$

A nuqtadagi potensial har bir sharchalarning shu nuqtadagi potentsiallarining algebraik yig'indisidan iborat:

$$\varphi_A = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 \quad (3)$$

$$\varphi_1 = \varphi_3 = \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 R} ; \quad \varphi_2 = \frac{-2q}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (4)$$

$$(3) \text{ va } (4) \text{ dan : } \quad \varphi_A = \frac{q}{\pi\epsilon_0 R}$$

Sharchalarning markazlaridagi potensial, har bir sharchaning o'zining markazidagi hususiy potentsiali va qolgan ikki shachaning potentsiallari yig'indisidan iborat. Sharchaning markazidagi hususiy potentsiali $R \gg r$ bo'lganda

$$\varphi_C = \varphi_D = \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 R} \approx \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

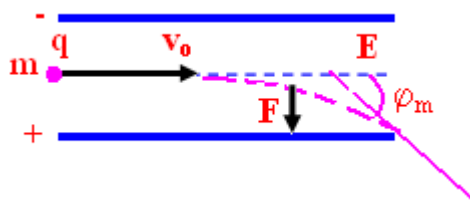
$$\varphi_B = 2 \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 r} \approx \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Ta'sirlashuv potentsial energiyasi uchun

$$W_p = 1/2(3q\varphi_C + 3q\varphi_D - 2q\varphi_B) = \frac{11q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

javobni olamiz.

37. Potentsiallar farqi $U_0 = 10^4$ V bo'lgan maydonda tezlanish olgan elektronlar dastasi yassi kondensator plastinalari orasiga plastinalarga parallel holda markaziy uchib kirdi. Kondensator plastinalari orasidan uchib chiqayotgan elektronlar boshlang'ich yo'nalishidan maksimal burchakka og'ishi uchun plastinalarga qanday kuchlanish berish kerak. Plastinalar uzunligi $l = 10$ sm, orasidagi masofa $d = 3$ sm.



Yechish: Plastinalar orasiga kirgan elektron parabola bo'ylab harakatlanadi, chunki unga unga elektr madoni ta'sir etib, vertikal yo'nalishda a o'zgarmas tezlanish beradi. Elektron "+"zaryadlangan plastina tomon vertikal harakatda hamda shu bilan birga gorizontaal yo'nalishda harakatlanadi. Shuning uchun:

$$l = g_0 t, \quad d/2 = at^2/2 \quad (1)$$

Tezlanish beruvchi F kuch maydon kuchlanganligi orqali aniqlanadi.

$$F = qE, \quad F = ma; \quad E = U/d$$

U holda $F = qU/d$ va

$$qU/d = ma \quad (2)$$

Tezlanish beruvchi potentsiallar farqi $A = qU$ ish bajaradi va bu ish elektronning olgan kinetik energiyasiga teng bo'ladi:

$$W = m g_0^2/2; \quad A = W; \quad qU_0 = m g_0^2/2$$

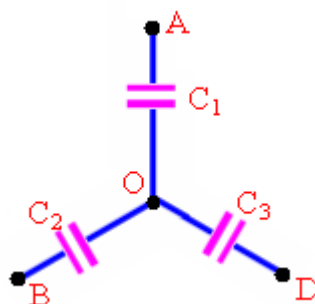
bundan

$$g_0 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}} \quad (3)$$

(1) va (3) tenglamalarni birgalikda U ga nisbatan yechib,

$$U = \frac{2d^2}{l^2} U_0 = 1,8 \text{ kV} \text{ javobni olamiz.}$$

38. Sig'irlari C_1, C_2, C_3 bo'lgan uchta kondensator rasmdagidek ulangan va potentsiali $\varphi_a, \varphi_b, \varphi_d$ bo'lgan a, b, d nuqtalarga biriktirilgan. Umumiy O nuqtadagi potentsialni aniqlang.



Yechish: Kondensator zaryadi, kuchlanish va sig'im orasidagi bog'lanish mos holda quyidagicha bo'ladi:

$$\varphi_a - \varphi_0 = q_1/C_1; \quad \varphi_b - \varphi_0 = q_2/C_2; \quad \varphi_d - \varphi_0 = q_3/C_3 \quad (1)$$

Zaryadning saqlanish qonuniga binoan

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad (2)$$

(1) dan q_1 , q_2 , q_3 ni topib, (2) ga qo'ysak va φ_0 ga nisbatan yechsak :

$$\varphi_0 = (\varphi_a C_1 + \varphi_b C_2 + \varphi_d C_3) / (C_1 + C_2 + C_3)$$

javobni olamiz.

39. Bir xil q zaryad bilan zaryadlangan massalari m dan bo'lgan ikki kichik sharcha $2l$ uzunlikdagi dielektrik ip orqali bog'langan. Agar ip markazidan unga perpendikulyar yo'nalishda g tezlik bilan tortilsa, sharchalar qanday eng yaqin masofaga yaqinlashadi.

Yechish: Ipning o'rtasi bilan bog'langan inersial sanoq sistemasiga o'tamiz. U holda boshlang'ich momentda sharchalar bir xil g tezlik bilan harakatlana boshlaydi va sistemaning bu holdagi energiyasi

$$W_1 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 2l} + 2 \frac{m g^2}{2}$$

bo'ladi. Sharchalar eng yaqin kelgan momentda sistemaning energiyasi

$$W_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d}$$

bo'ladi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan: $W_1 = W_2$, bundan

$$d = 2lq / (q^2 + 8\pi\epsilon_0 m g^2 l)$$

natijani olmiz.

40. Radiusi $r_1 = 2\text{ sm}$ va $\varphi_1 = 30\text{ V}$ potensialgacha zaryadlangan metal shar o'tkazgich orqali sig'imi $C_2 = 3\text{ pF}$ va zaryadi $q_2 = 6 \cdot 10^{-10}\text{ Kl}$ bo'lgan sharga ulangan. a) zaryadlar qayta taqsimlangandan keyin sharlardagi zaryadlarning sirt zichligi qanday bo'ladi, b) Agar birinchi sharni $R = 3\text{ sm}$ radiusli yerga ulangan o'tkazgich qobiq markaziga joylashtirilsa har bir sharchadagi zaryadlarni aniqlang. v) Agar ikkinchi sharcha bir plastinasi

yerga ulangan, sig'imi $C_3=5$ pF bo'lgan yassi kondensatorga ulansa, sharlardagi zaryadlar qanday bo'lib qoladi.

Yechish: Bilamizki, zaryadlangan jismlar turli potentsialli bo'lsa, ular o'tkazgich orqali ulanganda potentsiallari tenglashgunga qadar zaryad biridan ikkinchisiga o'tadi. Potentsiallari tenglashganda

$$q'_1/C_1=q'_2/C_2 \quad (1)$$

tenglama o'rinli, bu yerda q'_1, q'_2 -zaryadlar qayta taqsimlangandan keyingi sharlardagi zaryad miqdorlari. Sig'implar

$$C_1=4\pi\epsilon_0 r_1 \quad \text{va} \quad C_2=4\pi\epsilon_0 r_2 \quad (2)$$

Zaryadning saqlanish qonuniga asosan

$$q_1+q_2=q'_1+q'_2 \quad (3)$$

$$q_1=C_1\varphi_1 \quad (4)$$

Sirt zaryad zichliklari esa mos holda:

$$\sigma'_1=\frac{q'_1}{4\pi r_1^2} \quad \text{va} \quad \sigma'_2=\frac{q'_2}{4\pi r_2^2} \quad (5)$$

(1)-(4) dan q'_1, q'_2 ni topib va (5) tenglamaga qo'yib, quyidagilarni olamiz:

$$\sigma'_1=\frac{\epsilon_0(4\pi\epsilon_0 r_1\varphi_1+q_2)}{(4\pi\epsilon_0 r_1\varphi_1+C_2)r_1} ; \quad \sigma'_1=5,6\cdot 10^{-8}\text{Kl/m}^2$$

$$\sigma'_2=\frac{4\pi\epsilon_0^2(4\pi\epsilon_0 r_1\varphi_1+q_2)}{(4\pi\epsilon_0 r_1\varphi_1+C_2)C_2} ; \quad \sigma'_2=4,2\cdot 10^{-8}\text{Kl/m}^2$$

b) Agar birinchi sharni yerga ulangan qobiqqa joylashtirsak, qobiq shar zaryadiga teng qarama-qarshi ishorali induksion zaryadga ega bo'lib qoladi. Natijada shar-qobiq sistemasining elektr sig'imi ortib, potentsiali kamayadi. Bu holda ikkinchi shar zaryadining qandaydir qismi birinchi sharga o'tadi. Shar-qobiq sistemasining elektr sig'imi C_{1q} sferik kondensator sig'imini beradi:

$$\frac{C_1 C_q}{C_q - C_1} = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1 R}{R - r_1} = C_{1q} > C_1 \quad (6)$$

Sharlarda zaryad qayta taqsimlangandan keyin

$$\varphi'_1 = \varphi'_2, \quad \varphi'_1 = \varphi_{1sh} + \varphi_q$$

Qobiq sirtida potensial nolga teng, chunki yerga ulangan. 1-shardagi zaryad q'_1 , qobiqdagi esa $-q'_1$.

$$\varphi_{1sh} = q'_1 / C_1; \quad \varphi_q = -q'_1 / 4\pi\epsilon_0 R$$

Ikkinchi sharni birinchi shardan yetarli darajada uzoqda joylashgan deb qarab, uning potentsiali uchun quyidagini yozamiz:

$$\varphi'_2 = q'_2 / C_2; \quad \varphi'_2 = \varphi_{1sh} + \varphi_q$$

yoki

$$q'_1 / C_1 - (q'_1 / 4\pi\epsilon_0 R) = q'_2 / C_2 \quad (7)$$

(3), (4), (6) va (7) ifodalardan

$$q'_1 = \frac{C_{1q}}{C_{1q} - C_2} (C_1 \varphi_1 + q_2); \quad q'_1 = 4.6 \cdot 10^{-10} \text{ Kl}$$

$$q'_2 = \frac{C_2}{C_{1q} - C_2} (C_1 \varphi_1 + q_2); \quad q'_2 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Kl}$$

v) Ikkinchi sharga yassi kondensator ulanganda yerga ulanmagan plastinaga shardan zaryad o'tadi va sharlar bilan bir xil potensialga ega bo'ladi. Yerga ulangan plastinada plastina zaryadiga teng va teskari ishorali induksion zaryad hosil bo'ladi. Plastinalar orasidagi potentsiallar farqi sharlar va yer orasidagi potentsiallar farqiga tenglashadi, ya'ni:

$$U'_1 = U'_2 = U'_3 \quad \text{yoki} \quad q'_1 / C_1 = q'_2 / C_2 = q'_3 / C_3 \quad (8)$$

Zaryadning saqlanish qonuniga asosan

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 + q'_3 \quad (9)$$

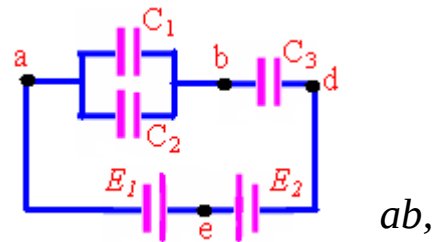
(8), (9) va (4) ifodalardan sig'implarni aniqlab va kattaliklarning son qiymatlarini qoyib, quyidagi javoblarni olamiz:

$$q'_1 = \frac{C_1}{C_1 + C_2 + C_3} (C_1 \varphi_1 + q_2) ; \quad q'_1 \approx 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ Kl}$$

$$q'_2 = \frac{C_2}{C_1 + C_2 + C_3} (C_1 \varphi_1 + q_2) ; \quad q'_2 \approx 2 \cdot 10^{-10} \text{ Kl}$$

$$q'_3 = \frac{C_3}{C_1 + C_2 + C_3} (C_1 \varphi_1 + q_2) ; \quad q'_3 \approx 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ Kl}$$

41. Tasvirlangan sxemadagi plastinalar hamda b va e nuqtalar orasidagi potentsiallar farqini aniqlang.



Yechish: Bu masalada zanjirning alohida *ab*, *bd*, *de*, va *ed* qismlaridagi kuchlanishlarni hisoblash talab qilinmoqda. Ular o'zaro ketma-ket ulangan, shuning uchun ishni kondensatorlardagi kuchlanish va zaryadlarga nisbatan tenglama tuzishdan boshlash ma'qulroq.

Aytaylik $E_1 > E_2$; manbalarning qutblarini e'tiborga olsak

$$E_1 - E_2 = U_{ab} + U_{bd} \quad (1)$$

C_1 va C_2 o'zaro parallel, C_3 esa ularga ketma-ket ulangan, bu holda zaryadlar uchun

$$q_1 + q_2 = q_3 \quad (2)$$

o'rinli bo'ladi

ab qismdagi zaryad *bd* qismdagi zaryadga teng va

$$C_1 = \frac{q_1}{U_{ab}} ; \quad C_2 = \frac{q_2}{U_{ab}} ; \quad C_3 = \frac{q_3}{U_{bd}} \quad (3)$$

(1)-(3) larni U_{ab} va U_{bd} ga nisbatan yechsak:

$$U_{ab} = \frac{C_3(E_1 - E_2)}{C_1 + C_2 + C_3} ; \quad U_{bd} = \frac{(C_1 + C_2)(E_1 - E_2)}{C_1 + C_2 + C_3}$$

b va e nuqtalardagi potentsiallar farqini (1) tenglamadan topish mumkin, buning uchun bde va eab qismlardagi potentsiallar farqini guruhlab yozamiz:

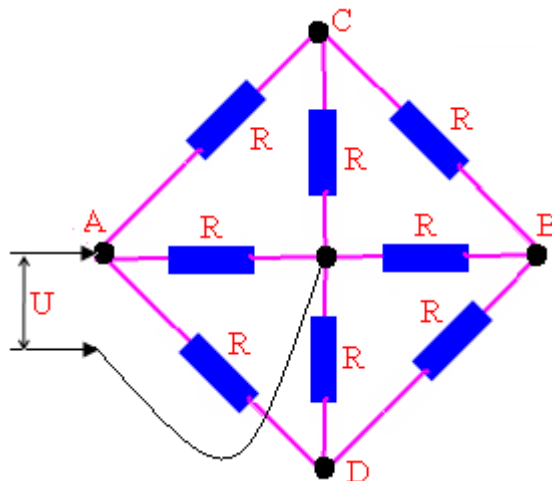
$$U_{be} = E_1 - U_{ab} = E_2 + U_{bd} \quad (4)$$

(4) dagi U_{ab} o'rniga yuqorida topilgan ifodani qo'yib,

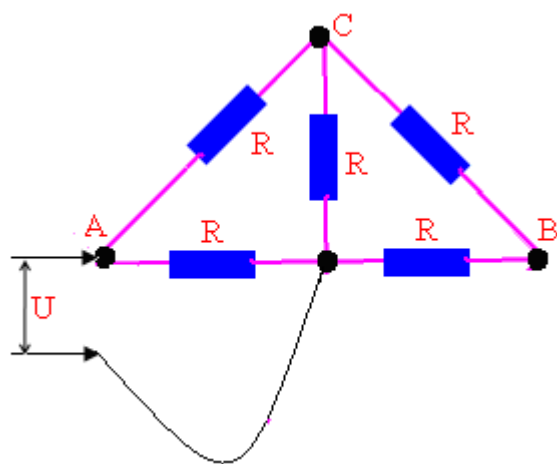
$$U_{be} = E_1 - U_{ab} = \frac{(C_1 + C_2)E_1 + C_3E_2}{C_1 + C_2 + C_3}$$

natijani olamiz. Huddi shunday natijani U_{bd} ni (4) ga qo'yib ham olish mumkin, chunki sxemadagi manba sig'imi va zaryadini nolga teng deb hisobladik.

42. Sxemada keltirilgan qarshiliklar bir hil R ga, klemmalardagi kuchlanish esa U ga teng bo'lsa, o'tkazgichlarni qarshiligini e'tiborga olmay kuchlanish beruvchi o'tkazgichdagi tok kuchini aniqlang.



Yechish: Sxemadagi simmetriklidan C va D nuqtalardagi potentsiallar teng bo'lishini ko'ramiz. Shuning uchun bu nuqtalarni birlashtirib, ekvivalent sxemani olamiz:



Endi sxemadagi A va B nuqtalar orasidagi qarshiliklarni parallel va ketma-ket ulangan deb quyidagi ifodalarni olamiz:

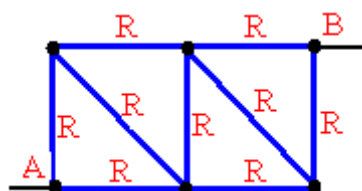
$$R_{C(D)B} = \frac{\left(\frac{R}{2} + R\right) \frac{R}{2}}{R/2 + R/2 + R} = \frac{3}{8} R$$

$$R_{AC(D)B} = \frac{R}{2} + \frac{3}{8} R = \frac{7}{8} R ;$$

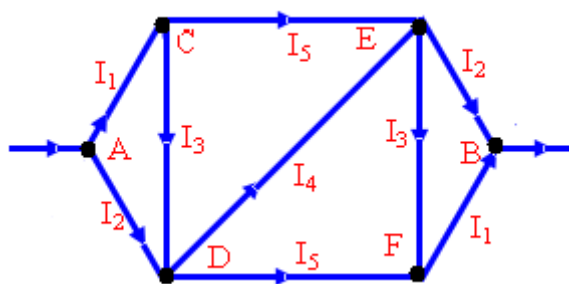
$$R_{AB} = \frac{R \cdot \frac{7}{8} R}{R + \frac{7}{8} R} = \frac{7}{15} R$$

Javob:
$$I = \frac{U}{\frac{7}{15} R} = \frac{15}{7} \frac{U}{R}$$

43. Bir hil R qarshilikli 9 ta o'tkazgichdan tuzilgan karkasdagi A va B nuqtalar orasidagi R_{AB} qarshilikni aniqlang.



Yechish: Berilgan sxemani soddaroq ko'rinishda qayta chizamiz:



Bo'g'inlarni birlashtirish yoki ajratish yo'li bilan sodda holga olib kelish mumkin emas. Aytaylik bu zanjirga U kuchlanish beraylik va sxemada simmetriyani hisobga olib, toklarning yo'nalisini qo'yib chiqamiz. Kirxgofning birinchi qoidasidan C tugun uchun

$$I_1 = I_3 + I_5 \quad (1)$$

D tugun uchun

$$I_2 + I_3 = I_4 + I_5 \quad (2)$$

tenglamalar tuzish mumkin. Bu tenglamalar E va F tugunlar uchun ham bajariladi. Kirxgofning ikkinchi qoidasiga asosan

$$(I_2 + I_5 + I_1)R = U \quad (3)$$

$$(I_3 + I_4)R = I_5 R \quad (4)$$

$$(I_1 + I_3)R = I_2 R \quad (5)$$

(1)-(5) tenglamalar sistemasini yechib,

$$I_2 = 6I_1/5 ; \quad I_3 = I_1/5 ; \quad I_4 = 3I_1/5 ; \quad I_5 = 4I_1/5$$

ifodalarga ega bo'lamiz va

$$U = (I_1 + 4I_1/5 + 6I_1/5)R$$

dan $I_1 = U/3R$ ni olamiz.

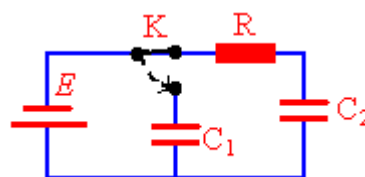
Shuningdek $R_{AB} = U/(I_1 + I_2)$ ni hisobga olib,

$$R_{AB} = \frac{U}{I_1 + I_2} = \frac{U}{I_1 + \frac{6}{5}I_1} = \frac{5}{11} \frac{U}{I_1} ;$$

yoki

$$R_{AB} = \frac{5}{11} \frac{U3R}{U} = \frac{15}{11} R \quad \text{javobga erishamiz.}$$

44. EYuK E bo'lgan manba C_1 , C_2 kondensatorlar va R qarshilikka sxemadagidek ulangan. K kalitni C_1 ga ulaganda R qarshilikdan qanday miqdorda issiqlik ajralib chiqadi.



Yechish: K kalit C_1 ga ulangunga qadar zanjirda tok oqmaydi. C_2 kondensatordagi zaryad $q = EC_2$ bo'ladi. Unda to'plangan energiya esa

$$W_{C_2} = EC_2/2$$

K kalitni C_1 ga ulaganda C_2 dagi zaryad C_1 va C_2 da qayta taqsimlanadi:

$$q_1 + q_2 = q ; \quad q_1/C_1 = q_2/C_2$$

Ikkala kondensatordagi to'liq energiya

$$W_{C_1+C_2} = \frac{q^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{E^2 C_2^2}{2(C_1 + C_2)}$$

R rezistorda ajralgan issiqlik: $Q = W_{C_2} - W_{C_1+C_2}$ bo'ladi, ya'ni

$$Q = \frac{E^2 C_2}{2} - \frac{E^2 C_2}{2} \frac{C_2}{C_1 + C_2} = \frac{E^2 C_1 C_2}{2(C_1 + C_2)}.$$

45. U_0 kuchlanishga mo'ljallangan elektroplitka shu kuchlanishda $P_1 = 250$ Vt quvvat bilan ishlaydi. Ikkita shunday plitkani shu manbaga ketma-ket va parallel ulangan holdagi ajraladigan quvvatlarni aniqlang. Plitaning nominal quvvati $P_0 = 300$ Vt. Plita qiziganda qarshiligi o'zgarishini hisobga olmang.

Yechish: Plitaning is'temol quvvati P_1 uning nominal P_0 quvvatidan kichik bo'lishiga sabab manba va o'tkazgichlardagi kuchlanish tushuvidir. Agar o'tkazgichning va manbaning ichki qarshiligini bir xil r desak, ketma-ket ulangan plitka manba qisqichlariga ulangan deb faraz qilib, undagi quvvatni

$$P_{kk} = \frac{U_0^2 2R}{(2R + r)^2} \quad (1)$$

ga teng deb yoza olamiz.

Plitalar parallel ulanganda qarshiligi $R/2$ ga teng bo'ladi va

$$P_{par} = \frac{U_0^2 2R}{(R + 2r)^2} \quad (2)$$

Bularni hisoblash uchun R va r ni topish kerak. Agar bitta plitaga U_0 kuchlanish berilsa u holda

$$P_0 = \frac{U_0^2}{R} \quad \text{bo'lar edi} \quad (3)$$

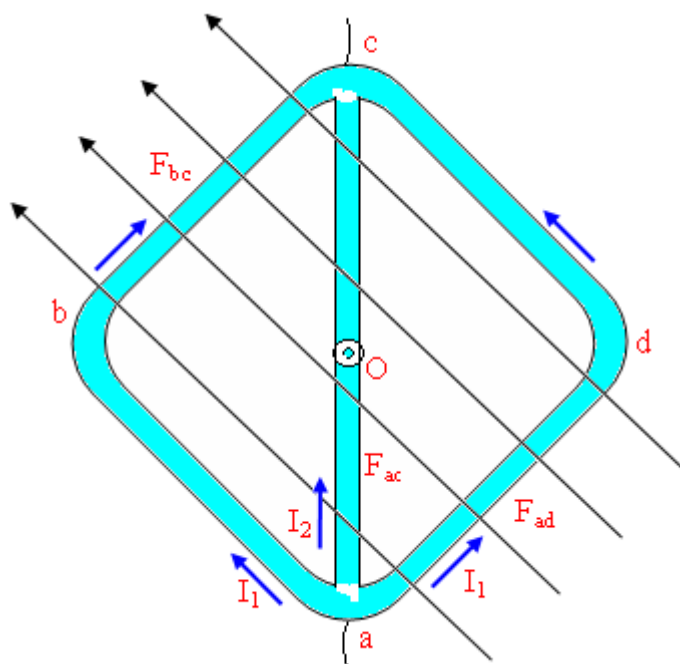
$$\text{lekin } r \text{ ichki qarshilik hisobiga } P_1 = \frac{U_0^2 R}{(R + r)^2} \quad \text{bo'ladi} \quad (4)$$

(1)-(4) tenglamalardan R va r ni yo'qotib, quyidagi natijalarni olamiz:

$$P_{kk} = \frac{2P_0^2 P_1}{(P_0 + \sqrt{P_0 P_1})^2} ; \quad P_{kk} \approx 136 \text{ Vt}$$

$$P_{par} = \frac{2P_0^2 P_1}{(2P_0 + \sqrt{P_0 P_1})^2} ; \quad P_{par} \approx 420 \text{ Vt.}$$

46. Ko'ndalang kesimi $S=1 \text{ mm}^2$ mis simdan dioganalli kvadrat yasalgan bo'lib, rasmdagidek kuchlanishi $U=110 \text{ V}$ bo'lgan manbaga ulangan va kvadrat tekisligi induksiyasi $B=1,7 \cdot 10^{-2} \text{ Tl}$ bo'lgan magnit maydonga parallel joylashtirilgan. Magnit maydoni tomonidan konturga ta'sir etuvchi kuchlarning qiymati va yo'nalishini aniqlang.



Yechish: Bu figuraga ta'sir etayotgan kuchlarni aniqlaymiz. ab , bc , cd , ad va ac tomonlarning har biriga ta'sir etuvchi kuchlar mavjud. $F_{ab}=F_{cd}=0$ bo'ladi, chunki ular $\mathbf{B}$ bilan parallel $\sin \alpha = 0$.

$$F_{bc}=F_{ad}=I_1 l B \quad (1)$$

bc, ac, ad tomonlarga ta'sir etuvchi parallel kuchlar bu tomonlarning uzunliklari bo'ylab perpendikulyar holda kitobdan biz tomonga yo'nalgan. Har bir tomonga ta'sir etayotgan bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi mos holda F_{ac} , F_{bc} va F_{ad} .

$$I_1 = U/R_{abc} = US/2\rho l ; \quad I_2 = US/\rho l\sqrt{2} \quad (2)$$

ac o'tkazgich $\mathbf{B}$ vektor bilan 45° burchak hosil qiladi. Bu tomonning uzunligi $l\sqrt{2}$ ga teng.

$$F_{ac} = I_2 l\sqrt{2} B \sin 45^\circ \quad (3)$$

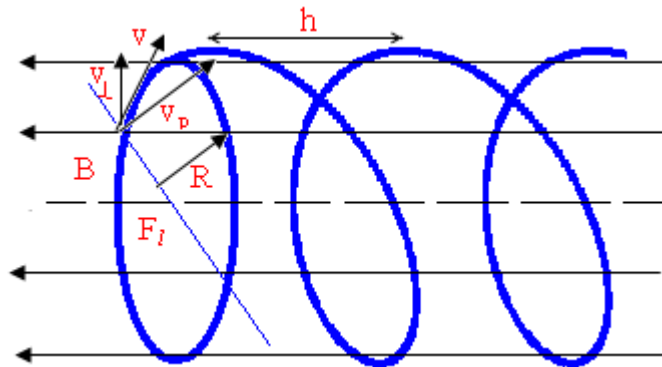
Natijaviy ta'sir etuvchi kuch :

$$F = 2F_{bc} + F_{ac} = (2I_1 + I_2) l B$$

$$F = \frac{2 + \sqrt{2}}{2\rho} USB ; F \approx 190 \text{ N.}$$

Bu kuch kvadrat markazidagi O nuqtaga qo'yilgan

47. Induksiyasi $B=10^{-9}$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga $\alpha=60^\circ$ burchak ostida tezligi $\vartheta=10^3$ m/s bo'lgan proton uchib kirdi. Protonning spiralsimon trayektoriyasining radiusi va qadamini aniqlang.



Yechish: Zaryadlangan va ϑ tezlikka ega bo'lgan zarra bir jinsli magnit maydoniga α burchak ostida kirsangacha unga ta'sir etuvchi Lorens kuchi asosiy kuch hisoblanadi va bu kuch ta'sirida zarra vintsimon trayektoriya bo'ylab harakatlanadi. Lorens kuchi zarraga normal tezlanish beradi, ya'ni ϑ ning perpendikulyar tashkil etuvchisining yo'nalishi uzluksiz o'zgaradi.

$$F_l = q \vartheta_{\perp} B = q \vartheta B \sin \alpha \quad (1)$$

Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra:

$$F_l = m \vartheta_{\perp}^2 / R = \frac{m \vartheta^2 \sin^2 \alpha}{R} \quad (2)$$

Magnit induksiyasi vektori yo'nalishida zarraga hech qanday kuch ta'sir etmaydi, bu yo'nalishdagi tezligi $\vartheta \cos \alpha$ bo'lib, o'zgarmaydi. Spiralning qadami zarraning bir aylanish davomida maydon bo'ylab siljishiga teng bo'ladi.

$$h = \vartheta_{\parallel} T = \vartheta \cos \alpha \cdot T \quad (3)$$

bu yerda T -protonning R radiusli aylanadagi aylanish davri

$$T = \frac{2\pi R}{\vartheta_{\perp}} = \frac{2\pi R}{\vartheta \sin \alpha} \quad (4)$$

(1)-(4) tenglamalarni R va h ga nisbatan yechib,

$$R = \frac{m g \sin \alpha}{qB}; \quad R \approx 9 \cdot 10^{-9} m$$

$$h = \frac{2\pi m g \cos \alpha}{qB}; \quad h \approx 3,2 \cdot 10^{-2} m$$

natijalarga erishamiz.

48. Induksiyasi $B=6 \cdot 10^{-9}$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonidagi 80 ta mis sim o'ramidan iborat $d=8$ sm diametrli solenoid $\Delta t=0,2$ s davomida $\alpha=180^0$ ga shunday burildiki, uning o'qi maydon bo'ylab yo'nalgan holda qoldi. Solenoidda paydo bo'lgan EYuK va induksion tokni aniqlang. Mis simning ko'ndalang kesimi $\sigma=1\text{mm}^2$, solishtirma qarshiligi $\rho =0,017 \cdot 10^{-4}\text{Om}\cdot\text{m}$.

Yechish: Konturda EYuK hosil qilish uchun ko'ntur tekisligiga o'tkazilgan normal va magnit maydon yo'nalishi orasidagi burchakni vaqt davomida o'zgartirish yetarlidir. Solenoiddan o'tayotgan magnit oqimining Δt vaqt davomida o'zgarishi $\Delta \Phi$ bo'lsa, unda induksiyalangan EYuK

$$E = -n(\Delta \Phi / \Delta t) \quad \text{bo'ladi} \quad (1)$$

Boshlang'ich holatda solenoid induksiya vektoriga nisbatan α_1 burchakda turgan bo'lsin, burilgandan keyin bu burchak α_2 bo'lsa u holda

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = BS \cos(\alpha_1 + \alpha_2) - BS \cos \alpha_1 \quad (2)$$

bo'ladi. Bizning holda $\alpha_1=0$, $\alpha_2=180^0$. Demak

$$\Delta \Phi = -2BS \quad (3)$$

(2)ni (1) ga qo'yib va $S=\pi d^2/4$ ni e'tiborga olsak,

$$E = -\frac{\pi d^2 n B}{2 \Delta t}; \quad E = 0,24 V$$

Magnit oqimi o'zgarganda solenoiddagi induksiyalangan zaryad

$$q = \Delta \Phi / R \quad (4)$$

dan topiladi. Solenoidning qarshiligi:

$$R = \frac{m \pi \rho d}{\sigma};$$

(3) va (4) dan

$$q = \frac{\sigma d B}{2 \rho}; \quad q = 1,4 \text{ Kl.}$$

49. Doimiy magnitli elektromotor kuchlanishi U bo'lgan manbaga ulansa, yakori qanday chastotada aylanadi? Bu motor v_2 chastota bilan generator sifatida ishlatilganda E_2 EYuKni hosil qiladi. Motor valining ishqalanish kuchidan hosil bo'luvchi momenti M , elektromotor zanjirining to'liq qarshiligi R . Agar $M=0$ bo'lsa, zanjirdan o'tadigan tok va yakorning aylanish tezligini aniqlang.

Yechish: Elektromotorni U kuchlanishli manbaga ulansa, $P=IU$ quvvat zanjirda issiqlik ajralishi va mehanik ish bajarishga sarflanadi. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunidan quyidagini olamiz:

$$IU = I^2 R + N \quad (1)$$

Mexanik energiyanggi ishqalanish momenti va yakorning aylanish chastotasi v_1 orqali ifodalaymiz:

$$N = M \omega_1 = M 2 \pi v_1 \quad (2)$$

Ikkinchi tomondan bu quvvat:

$$N = I E_1 \quad (3)$$

bo'ladi. Bu yerda E_1 -yakor aylanishidan hosil bo'lgan induksion EYuK

$$E_1 = n S B \omega_1 = k v_1; \quad k = 2 \pi n S B \quad (4)$$

Motor generator sifatida ishlaganda quyidagi EYuKni hosil qiladi

$$E_2 = k v_2 \quad (5)$$

(1)-(3) tenglamalardan so'ralgan v_1 ni topamiz.

$$IU = I^2 R + 2\pi v_1 M$$

$$U = IR + E_1$$

Bu tenglamalardan I ni yo'qotib, soddalashtirib

$$E_1^2 + UE_1 + 2\pi v_1 RM = 0 \quad (6)$$

ni olamiz. (4) va (5) dan

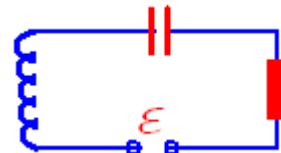
$$E_1 = v_1 E_2 / v_2$$

ni topib va (6) ga qo'yib, v_1 ni aniqlaymiz.

$$v_1 = \frac{(U\varepsilon_2 - 2\pi f_2 RM)}{\varepsilon_2^2} v_2$$

$M=0$ da $N=0$ bo'lishi kelib chiqadi. U holda $I=0$ yoki $I=U/R$ yakor to'xtagan.

50. Noma'lum sig'imli kondensator, induktivligi L bo'lgan g'altak va R qarshilikli rezistor kuchlanishi $E = E_0 \cos \omega t$ bo'lgan



o'zgaruvchan tok manbaga ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchi $I = (E_0/R) \cos \omega t$ bo'lsa, kondensator qoplamalari orasidagi U_0 kuchlanishni aniqlang.

Yechish: Tok kuchi va kuchlanish bir xil (sinfaz) tebrangani uchun C va L larning hissalari kompensatsiylashadi va

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L \quad (1)$$

tenglik o'rinli bo'ladi. Tok kuchining amplituda qiymati

$$I = E_0/R,$$

va

$$U_c = q/C, \quad dq/dt = I$$

munosabatlardan

$$U_c = E_0 \sin \omega t / (R \omega C) \quad (2)$$

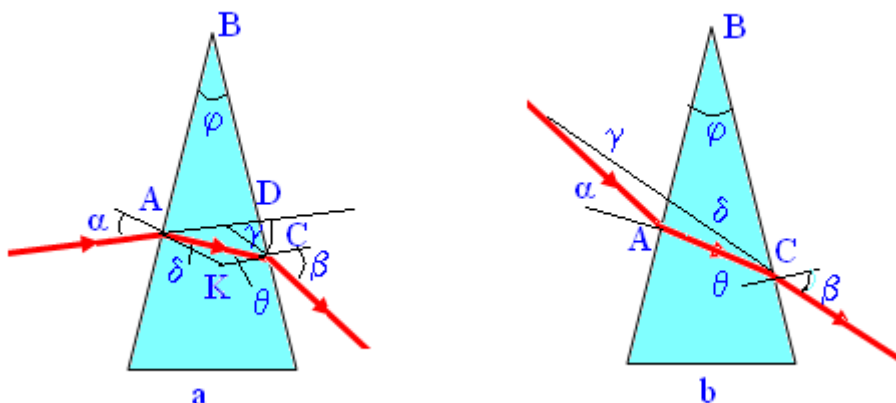
ni topamiz. Shuning uchun kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanish amplitudasi (1) dan C ni topib va (2) ga qo'yib, $U_c = E_0 \omega L/R$ javobga ega bo'lamiz.

OPTIKA

51. Yorug'lik nuri shisha prizmagga $\pi/6$ burchak ostida kiradi va $\pi/3$ burchak ostida chiqib, dastlabki yo'nalishidan $\pi/4$ burchakka og'adi. Prizmaning sindirish burchagi aniqlansin.

Yechish: Prizma ichidagi nur yoqlarga tushirilgan perpendikulyar bilan hosil qilgan burchaklarni δ va θ orqali belgilaymiz (a rasmga qarang). AKC uchburchak burchaklarining yig'indisi π ga, ABCK to'rtburchak burchaklarining yig'indisi esa 2π ga teng, bunda $\angle BAK = \angle BCK = \pi/2$. Binobarin, $\varphi = \delta + \theta$. Shuning uchun birga γ - ADC uchburchakning tashqi burchagi, shu sababli $\gamma = (\alpha - \delta) + (\beta - \theta) = \alpha + \beta - \varphi$. Izlanayotgan burchak

$$\varphi = \alpha + \beta - \gamma = \pi/4$$



Prizmadagi nur yo'lini chizsak (b rasm), ushbu yechimga kelamiz:

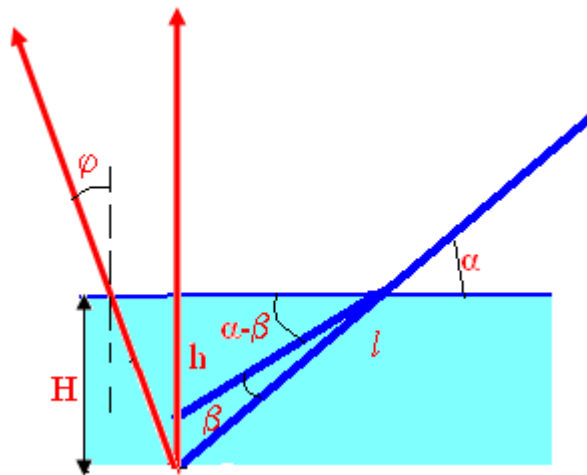
$$\varphi = \beta + \gamma - \alpha = 5\pi/12.$$

Bu yechimlar faqat geometrik shartlar asosida olindi. Lekin bu shartlar bilan birgalikda sinish qonunlari shartlari ham bajarilishi kerak. Hususan, ikkinchi holda prizmaning ikkinchi yog'iga tushish burchagi $\theta = \varphi + \delta > \varphi$. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n > 1$ va $\sin\theta/\sin\beta = 1/n$, shuning uchun

$\sin\beta > \sin\theta$ va $\beta > \varphi$. Oxirgi tengsizlik $\beta = 60^\circ = 4\pi/12$ va $\varphi = 5\pi/12$ qiymatlarga zid keladi. Shuning uchun ikkinchi yechimni tashlab yuborish kerak.

52. Sterjening bir uchi sindirish ko'rsatkichi havoga niabatan n ga teng bo'lgan shaffof suyuqlikka botirilgan va suyuqlik sirtiga nisbatan α burchak hosil qiladi. Yuqoridan qarayotgan kuzatuvchiga sterjanning botirilgan uchi β burchakka siljigandek ko'rinadi. Sterjanning suyuqlik sirtiga nisbatan og'ish burchagi α qanday bo'lganda siljish burchagi eng katta bo'ladi?

Yechish: Sterjenning uchi $H=l\sin\alpha$ chuqurlikda turibdi, bunda l -sterjening botib turgan qismining uzunligi. Suyuqlik sirtida nurlarning sinishi tufayli kuzatuvchi sterjen uchini $h=l\cos\alpha\operatorname{tg}(\alpha-\beta)$ chuqurlikda ko'radi.



Vertikal yo'nalishda qarayotgan kuzatuvchi uchun tushish burchagi θ va sinish burchagi φ juda kichik, shuning uchun

$$H=nh \quad \text{yoki} \quad \operatorname{tg} \alpha = n \operatorname{tg}(\alpha - \beta).$$

Bu tenglamani β ga nisbatan yechib,

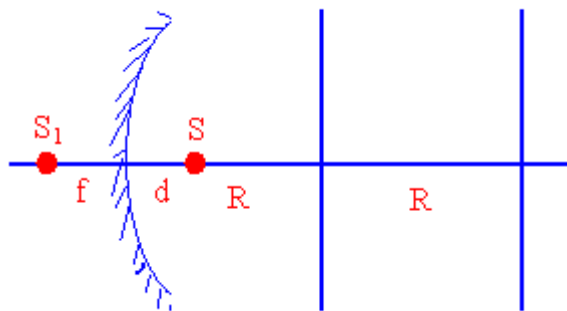
$$\frac{n-1}{tq\beta} = tg\alpha + \frac{n}{tq\alpha}$$

ga ega bo'lamiz. α burchakning tenglamaning o'ng tomonidagi yig'indi eng kichik bo'ladigan qiymatida β burchak eng katta bo'ladi. Bu qo'shiluvchilarning ko'paytmasi doimiy son bo'lganidan, ravshanki, yig'indi qo'shiluvchilar teng bo'lganda eng kichik qiymatga ega bo'ladi. Binobarin,

$$\operatorname{tg} \alpha = n / \operatorname{tg} \beta$$

Bu yerdan $\alpha = \operatorname{arctg} \sqrt{n}$.

53. R radiusli botiq sferik ko'zguning bosh optik o'qida kichik manba joylashgan. Ko'zgu va manba orasidagi masofa $R/4$ ga teng. Ko'zguning bosh optik o'qiga perpendikulyar va ko'zgu cho'qqisidan $2R$ masofada joylashgan ekran markazining yoritilganligini aniqlang. Ko'zgudan R masofada joylashganda ekran markazining yoritilganligi E ga teng bo'lganligi ma'lum.



Yechish: S manba fokusdan berida joylashgan, uning tasviri ko'zgu orqasida S_1 masofada joylashgan. Ushbu

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$

formuladan f ni topamiz:

$$f = \frac{Rd}{R - 2d}$$

Manbaning tasvirini qo'shimcha manba deb hisoblash mumkin, u ko'zgu sirtida manba kabi yoritilganlik hosil qiladi. Shuning uchun bu manbaning I_1 yorug'lik kuchi manbaning yorug'lik kuchi bilan

$$\frac{I_1}{f^2} = \frac{I}{d^2}$$

munosabat orqali bog'langan. Bundan $I_1 = I \frac{f^2}{d^2} = 4I$. Ko'zgudan R masofada turgan ekranning yoritilganligi

$$E = \frac{I_1}{(R+f)^2} + \frac{I}{(R-d)^2} = \frac{32I}{9R^2}$$

Demak,

$$I = \frac{9}{32} ER^2.$$

Izlanayotgan yoritilganlik

$$E_1 = \frac{I_1}{(2R+f)^2} + \frac{I}{(2R-d)^2} = \frac{333}{1225} E = 0,27E.$$

54. Sham va ekran orasidagi masofa $L=3,75$ m. Ularning orasiga ikki xil holatda ekranda sharning aniq tasvirini beradigan yig'uvchi linza qo'yiladi. Agar linzaning ko'rsatilgan holatlari orasidagi masofa $l=0,75$ m bo'lsa, linzaning fokus masofasi aniqlansin.

Yechish: Linzaning birinchi holatida

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}, \quad d_1 + f_1 = L.$$

Ikkinchi holatda

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}, \quad d_2 + f_2 = L.$$

Masala shartiga ko'ra

$$|d_2 - d_1| = L.$$

Bu tenglamalarni birgalikda yechib,

$$F = \frac{L^2 - l^2}{4L} = 0,9 \text{ m.}$$

natijaga ega bo'lamiz.

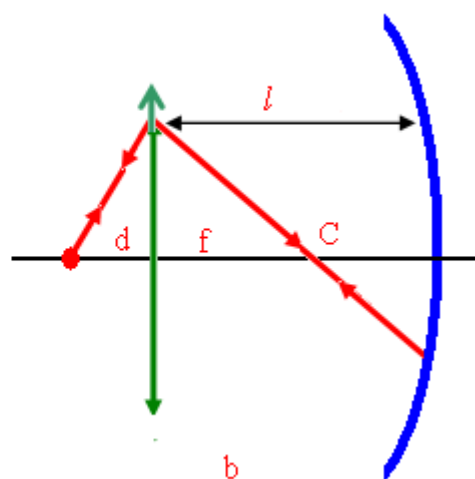
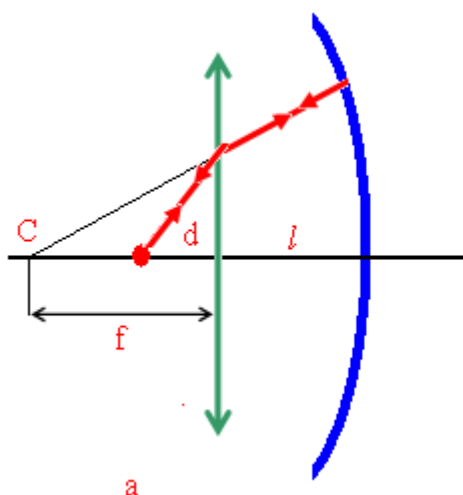
55. Fokus masofasi F bo'lgan yig'uvchi linza, egrilik radiusi R bo'lgan botiq ko'zgu oldiga undan l masofada joylashtirilgan. Nurlar linzadan o'tib, ko'zgudan qaytib va yana linzadan o'tib, manba joylashgan o'sha nuqtada yig'ilishi uchun nuqtaviy yorug'lik manbaini linza oldiga undan qanday masofada joylashtirish kerak?

Yechish: Agar manbadan kelayotgan har qanday nur linzadan o'tib, ko'zguga uning radiusi bo'yicha tushsa va xuddi o'sha yo'nalishda qaytsa, u holda nurlar manba turgan nuqtaga to'planadi. Bunda ko'zguning C markazidan yaqinroq yoki uzoqroq joylashgan bo'lishi mumkin. Birinchi holda

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad l + f = R.$$

Ikkinchi holda

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad l - f = R.$$



Ikkala tenglamalar sistemasi bir xil yechimga ega:

$$d = \frac{F(R-l)}{F+R-l}$$

Shartga ko'ra manba haqiqiy, shuning uchun yechim $l < R$ yoki $F+R < l$ bo'lgan hollardagina mavjud bo'ladi.

56. Mikroskop obyektivining bosh fokus masofasi $F_1 = 3$ mm, okulyariniki $F_2 = 5$ sm. Predmet obyektivdan $d_1 = 3,1$ mm masofada turibdi. Normal ko'z uchun mikroskopning kattalashtirishi k va linzalar orasidagi masofa l topilsin.

Yechish: Obyektivning kattalashtirishi

$$k_1 = F_1 / (d_1 - F_1)$$

Zo'riqmagan ko'z uchun okulyarning kattalashtirishi

$$k_2 = D_0 / F_2$$

Mikroskopning kattalashtirishi

$$k = k_1 k_2 = \frac{F_1 D_0}{(d_1 - F_1)} = 150$$

Linzalar orasidagi masofa

$$l = \frac{F_1}{d_1 - F_1} d_1 + F_2 = 14,3 \text{ sm.}$$

Agar tasvir D_0 masofadan kuzatilayotgan bo'lsa, u holda

$$k_2 = D_0 / F_2 + 1,$$

$$k = \frac{F_1 (D_0 + F_2)}{(d_1 - F_1) F_2} = 180,$$

$$l = \frac{F_1}{d_1 - F_1} d_1 + \frac{F_2 D_0}{D_0 + F_2} = 13,47 \text{ sm.}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

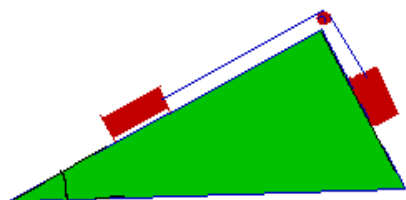
1. Yo'lovchi birinchi 40 minutda 5 km yo'lni bosib o'tdi. Keyingi 1 soatda esa 10 km/soat tezlikda yurib, so'ng qolgan 6 km yo'lni 12 km/soat tezlik bilan bosib o'tdi. Yo'lovchining butun yo'ldagi, shuningdek birinchi soatdagi va butun yo'lning yarmidagi o'rtacha tezligini aniqlang.
2. Dengizda 42,3 km/soat tezlik bilan janubga suzayotgan kemadagi kuzatuvchi shimoliy-sharqqa ketayotgan katerni 30 km/soat tezlik bilan ketayotganini aniqladi. Katerning absolyut teligini va harakatlanish yo'nalishini aniqlang.
3. Tekis tezlanuvchan harakatlanayotgan moddiy nuqta vaqtning birinchi teng ketma-ket oralig'i $t=4$ sek da yo'lning $s_1=24$ m va $s_2=64$ m qismini bosib o'tgan. Moddiy nuqtaning yo'lning birinchi va ikkinchi yarimidagi o'rtacha tezliklarini toping.
5. Erkin tushayotgan jism tushishning ohirgi sekundida undan oldingi sekunddagi yo'lga nisbatan ikki barobar ko'p yo'l bosib o'tgan bo'lsa, jism qanday balandlikdan tushganligini aniqlang.
6. h balandlikdan yuqoriga tik ravishda koptok otilgan. Koptok butun harakati davomida $3h$ yo'lni bosib o'tgani ma'lum bo'lsa, koptokni boshlang'ich tezligi, harakatlanish vaqti va yerga urilishdagi tezligini aniqlang.
7. Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan toshning yerga urilish vaqtidagi tezligi 9,8 m/sek bo'lsa, uning uchish uzoqligi va ko'tarilish balandligini aniqlang. Harakatlanish davomida toshning maksimal tezligi uning minimal tezligidan ikki marta katta bo'lgan.

8. Ideal elastik bo'lgan qiya tekislikning eng yuqori nuqtasiga $h=0,5$ m balandlikdan elastik sharga tushmoqda. Agar qiya tekislikning uzunligi $h=32$ m va qiyalik burchagi $\alpha=30^\circ$ bo'lsa, sharcha qiya tekislikka necha marta uriladi.
9. Moddiy nuqta 20 sm radiusli aylanada 5 sm/sek urinma tezlanish bilan aylanmoqda. Harakat boshlangandan qancha vaqt o'tgach nuqtaning normal tezlanishi uning a) urinma tezlanishiga teng bo'ladi; b)urinma tezlanishidan ikki marta katta bo'ladi.
10. R va r radiusli tishli g'ildiraklar orasiga harakat uzatuvchi rolik o'rnatilgan. G'ildiraklar qarama qarshi yo'nalishda w_1 va w_2 burchak tezlik bilan harakatlana boshlasa rolikning o'z o'qi atrofidagi burchak tezligini aniqlang. Rolikning o'qi qaysi tomonga va qanday tezlikda harakatlanadi. Masalani w_1 va w_2 bir tomonga yo'nalgan hol uchun ham yeching.
11. Avtomobilning tezligi harakat davomida $v=(1+2t)$ m/s qonun bilan o'zgaradi. G'ildirakning radiusi 1 m bo'lsa, harakat boshlangandan 0,5 sek dan keyin g'ildirakning vertikal va gorizontal diametrining uchlaridagi nuqtaning tezlik va tezlanishlarini toping.
12. Agar havoning qarshilik kuchi tezlikka bog'liq bo'lmay og'irlik kuchining $1/7$ qismini tashkil etsa yuqoriga tik otilgan jism necha sekunddan keyin yerga tushadi.
13. 5 kg massali chanani 20 N kuch bilan 5 sek tortildi. Chana bilan yo'l orasidagi ishqalanish koeffisienti 0,3 ga teng bo'lsa chana qanday masofani yurib to'htaydi.
14. Massalari 0,98 va 0.2 kg bo'lgan yuklar yengil ip bilan bog'langan holda tekis gorizontal stolda turibdi. Chap tomondagi yukka 5,3 N, o'ng

tomondagiga esa qarama-qarshi yo'nalgan 2,94 N kuch ta'sir etganda ipning taranglik kuchini aniqlang.

15. Massasi 7 kg bo'lgan jismga 5 kg yukni massasi 4 kg bolgan arqon bilan osib qo'yilgan. Agar jismni 235 N kuch bilan yuqoriga tik ko'tarilsa, arqonning yuqori uchi va o'rtasida yuzaga keladigan taranglik kuchlari qanday bo'lishini aniqlang.

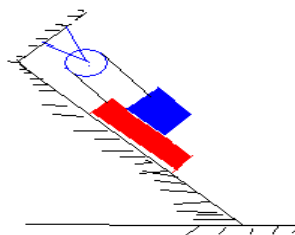
16. Massalari M va m bo'lgan ikki yuk silliq to'ri burchakli o'tkir burchagi α bo'lgan ponaning ikki qirrasida rasmdagidek joylashgan.



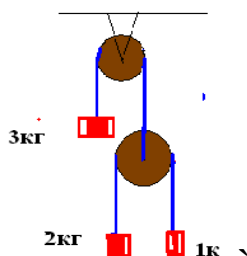
a) Bu yuklar massalarining qanday nisbatida muvozanatda turadi; M massali yuk pastga tushadi? b) masalani yuk bilan tekislik orasidagi ishqalanish koeffisienti f ga teng hol uchun yeching. v) ishqalanish koeffisienti $f_1 < (M - m \operatorname{tg} \alpha) / (m + M \operatorname{tg} \alpha)$ bo'lgan holda yuklar harakatlanish davomida blok o'qiga qanday bosim ko'rsatadi.

17. Agar og'ir jismning 30° burchakli qiya tekislikda muvozanatda turishi ma'lum bo'lsa, shu jism huddi shunday qiyaligi 45° va balandligi 2 m bo'lgan qiya tekislikdan qancha vaqtda tushadi.

18. Gorizont bilan α burchak tashkil qiluvchi qiya tekislikda M massali doska va uning ustida $m < M$ massali brusok rasmda ko'rsatilgandek joylashgan. Doska bilan tekislik va doska bilan brusok orasidagi ishqalanish koeffisienti mos holda f hamda $2f$ ga teng. a) Bu jismlarning tezlanishini aniqlang. b) Jismlarning massalari qanday nisbatda bo'lganda ular muvozanatda bo'ladi.



19. Rasmda ko'rsatilgan blok va yuklar sistemasi berilgan. Ip va bloklarning massasini e'tiborga olmay a) yuklar harakatlanayotgan vaqtdagi iplarning taranglik kuchlarini va blok o'qlariga ta'sir etuvchi bosim kuchlarini aniqlang.



20. Gorizontaal joylashgan stol ustidagi massasi $m=1$ kg bo'lgan doskada massasi $M=2$ kg bo'lgan brusok turibdi. Doska bilan stol orasidagi ishqalanish koeffisienti $f_2=0.5$, brusok va doska orasida esa $f_1=0.25$ ga teng. Agar doskaga $F=19,6$ N kuch ta'sir etsa brusokning doskaga va stolga nisbatan tezlanishini aniqlang.

21. Blok orqali o'tkazilgan yengil ipga massalari m va M bo'lgan yuklar osilgan. Agar bu sistema o'z holiga qo'yilsa yuklar tezlanish bilan harakatlana boshlaydi. Ipga F ishqalanish kuchi ta'sir etishini bilgan holda harakatlanish boshlangandan t vaqt o'tgandan keyingi sistema massa markazining tezlanishi va impulsining o'zgarishi topilsin.

22. $m=9$ kg massali stolda $M=10$ kg massali brusok joylashgan. Ipning uchi $F=78,5$ N kuch bilan tortilsa brusok va stol qanday tezlanish bilan harakatlanadi. a) gorizontaal yo'nalishda, b) vertikal yo'nalishda; Brusok va

stol orasidagi ishqalanish koefitsienti $f=0,3$. Pol bilan stol orasidagi ishqalanishni e'tiborga olmang. Agar tortuvchi kuch vaqt davomida $F=kt$ qonun bo'yicha o'zgarsa, stolning tezlanishi qanday o'zgaradi. Bu tezlanishning vaqtga bog'liqlik $a=\varphi(t)$ grafigini chizing.

23. Katta bo'lmagan jism qiyaligi 60° bo'lgan qiya tekislikda turibdi. Jism va tekislik orasidagi ishqalanish koefitsienti $f=0,1$. Jism tekislikda harakatlanmasligi uchun bu qiya tekislikni qanday minimal(maksimal) α tezlanish bilan gorizontal yo'nalishda harakatlantirish kerak.

24. 1000 km balandlikdan erkin tushayotgan jism harakatlanish vaqtining birinchi sekundida qanday masofani bosib o'tadi. Yer radiusini 6400 km deb hisoblang.

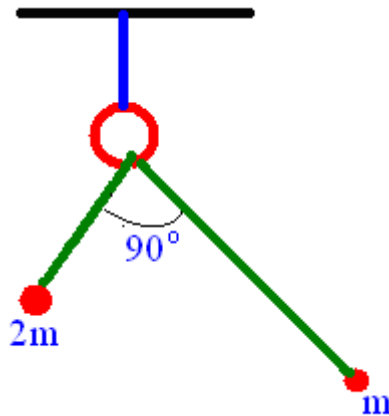
25. Oyning radiusi yerning radiusidan 3,8 marta, massasi esa 81 marotaba kichkina. Oyda yuqoriga otilgan jismning ko'tarilish balandligi yerdagi bilan bir hil bo'lishi uchun boshlang'ich otish tezligini necha marta o'zgartirish kerak.

26. Massasi 1800 kg bo'lgan poyga mashinasi ekvatoridagi shosseda 480 km/soat tezlikda yuradi. Avtomobil g'arbdan sharqqa va sharqdan g'arbgacha yurganda uning shosse polotnosiga korsatadigan bosim kuchlari necha marta farq qiladi.

27. Dinamometr o'ziga ilingan 2 kg li yuk bilan birga gorizontal tekislikda 1 ayl/sek tezlik bilan tekis aylantirilganda 39,2 N ni ko'rsatadi. Agar aylantirish tezligini 1,5 ayl/sek gacha orttirilsa dinamometrni ko'rsatishi qanchaga teng bo'lishini aniqlang. Dinamometr prujinasining bikrligini 0,98 kN/m deb hisoblang.

28. Massalari 2m va m bo'lgan yukchalar l uzunlikdagi ip bilan o'zaro bog'lanib, vertikal sterjenga qotirilgan halqa orqali o'tkazilgan. Sterjen

qanday burchak tezlikda aylantiriganda bukilgan iplar orasidagi burchak 90° ga teng bo'ladi.

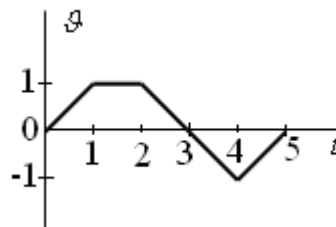


29. m massali toshning ekvatodagi va 60° kenglidagi og'irligini aniqlang. Yerning massasi M , radiusi R , aylanish davri T ga teng.
30. Massasi 60 g bo'lgan koptokcha 1 m balandlikdan polga tushib $0,5\text{ m}$ balandlikka ko'tarildi. Urilish davomiyligi $0,1\text{ sek}$ bo'lsa, havo qarshiligini e'tiborga olmay koptokning polga urilishdagi o'rtacha kuchini aniqlang.
31. Zambarakdan vertikal ravishda g_0 tezlikda uchib chiqqan snaryad ko'tarilishning eng yuqori nuqtasida ikkita bir hil bo'lakka bo'linib, birinchi qismi g_1 tezlik bilan otilish nuqtasi yaqiniga tushdi. Ikkinchi bo'lakchanning boshlang'ich tezligi va harakatlanish vaqtini aniqlang.
32. Kattaligi va yo'nalishi o'zgarmas v tezlik bilan harakatlanayotgan odam yerdan h balandlikda osilib turgan fonar tagidan o'tib ketmoqda. Agar odamning bo'yi h ga teng bo'lsa, uning boshi soyasi chetining yerga nisbatan ko'chish tezligini toping.
33. Metropolitenning ikkita stantsiyasi orasidagi masofa $1,5\text{ km}$. Bu masofaning birinchi yarmini poyezd tekis tezlanuvchan ($a_1=0,2\text{ m/s}^2$), ikkinchi yarimini tekis sekinlanuvchan ($a_2=-0,4\text{ m/s}^2$) harakat bilan bosib o'tdi? Poyezdning maksimal tezligi nimaga teng.

34. Ikkita jism bir nuqtadan vertikal yuqoriga, orasida 2s interval bilan otildi. Ikkala jismning boshlang'ich tezligi bir xil va 20m/s ga teng. Jismlar qanday balandlikda uchrashadi.

35. Ikkita jism xar xil balandlikdan erkin tushadi va yerga bir vaqtda yetib keladi. Birinchi jismning tushish vaqti 2 s, ikkinchisniki 1 s. Ikkinchi jism tusha boshlaganda birinchi jism qanday balandlikda bo'lgan?

36. Rasmda $v(t)$ bog'lanish grafigi berilgan. $a(t)$, $S(t)$, $S(v)$ bog'lanishlar grafiklarini chizing.



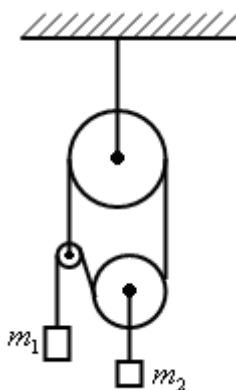
37. Samolyot pasajirlariga quyosh osmonda tinch turgandek bo'lib ko'rinishi uchun samolyot ekvatorda sharqdan g'arbga tamon qanday tezlik bilan uchishi kerak.

38. Nuqta aylana bo'ylab $0,1\text{m/s}^2$ o'zgarmas tangentsial tezlanish bilan harakatlanmoqda bunda nuqta aylanishining chiziqli tezligi beshinchi aylanish oxiriga kelib 79,2 sm/s ga yetdi. Aylana radiusi nimaga teng.

39. Gorizontga 45° burchak ostida 20m/s boshlang'ich tezlik bilan otilgan jismning tezlik vektori qanday h balandlikda gorizont bilan 30° burchak hosil qiladi? Havoning qarshiligini hisobga olmang.

40. Toshni S masofadagi nishonga tekizish kerak. Nishon h balandlikda joylashgan toshning qanday eng kichik boshlang'ich tezligida buni amalga oshirish mumkin.

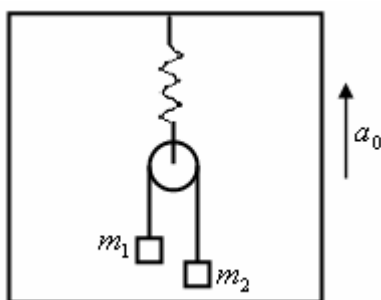
41. Ikkita jism bir nuqtadan bir xil 10 m/s boshlang'ich tezlik bilan gorizontga nisbatan 45° va 30° burchaklar ostida otildi. Jismlar orasidagi masofa 2 s dan so'ng qancha bo'ladi.
42. Jism gorizontga 45° burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otildi. Harakat boshlanishidan 1 s keyingi jismning harakati traektoriyasining egrilikradiusi nimaga teng. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.
43. Gorizont otilgan jism harakat traektoriyasining egrilik radiusi harakat boshlanishidan 3 s dan keyin 300 m ga teng bo'lsa, jismning boshlang'ich tezligi qanday. Havoning qarshiligini hisobga olmang.
44. Ballast bilan birgalikdagi m massaga ega bo'lgan aerostat o'zgarmas a tezlanish bilan pastga tushayapti. Aerostat miqdor jihatidan avvalgisiga teng, biroq vertikal yuqoriga yo'nalgan tezlanish bilan tushishi uchun undan qancha ballastni tashlab yuborish lozim? Ishqalanishni hisobga olmang.
45. Ostankino teleminorasi liftlarining harakat tezlanishini qiymat jihatidan o'zgarmas hamda harakat boshlanishi va tormozlanish vaqtida bir xil deb hisoblab, 100 kg massali yukning ko'tarilishining boshida, o'rtasida va oxirida lift tubiga beradigan bosim kuchini toping. Lift 60 sek da 337 m balandlikka ko'tarilishi, maksimal ko'tarilishi tezligi 7 m/s ekanligi ma'lum.
46. Rasmda tasvirlangan sistemadagi yuklar tezlanishlarini aniqlang. Bloklar va ipning massalarini hamda ishqalanishni hisobga olmang.



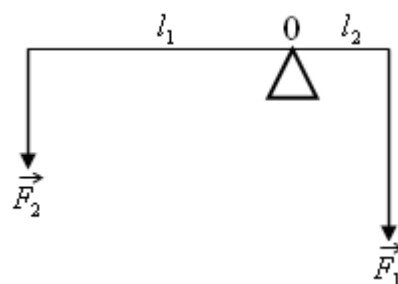
47. Stolda turgan arqonning bir qismi stol chetidan osilib turibdi. Arqonning stolga ishqalanish koeffitsenti 0,33 ga teng. Arqon sirpana boshlaganda arqonning qanday qismi osilib turgan bo'lishi kerak.

48. Vaznsiz blok gorizont bilan 30° burchak hosil qiladigan qiya tekislik uchiga mustahkamlangan m_1 va m_2 ($m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$) massali ikkita yuk ip bilan bog'langan va blok orqali o'tkazilgan. Tekislikka m_1 va m_2 yuk orasidagi ishqalanish koeffitsenti 0,1 ga teng. Yuklar harakatlanayotgan tezlanish nimaga teng? Blokning ishqalanishini hisobga olmang.

49. Lift kabinasiga osilgan dinomometrda 3-rasmda ko'rsatigan sistema mahkamlangan. Yuklarning massasi m_1 va m_2 ga teng. Reaksiya kuchi lift $a_0 = 2 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan ko'tarilganda lift tinch turgandagiga nisbatan necha marta katta.



50. O tayanch nuqtali jismga ikkita $F_1 = 40 \text{ N}$ va $F_2 = 10 \text{ N}$ parallel kuchlar ta'sir qiladi, ularning yelkalari mos ravishda $l_1 = 0,2 \text{ m}$ va $l_2 = 0,8 \text{ m}$ aylanish o'qiga nisbatan teng ta'sir etuvchi kuch momenti va bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nimaga teng.



51. Bir jinsli sterjnning bir uchi burchakka tiralgan, ikkinchi uchi ip bilan ushlab turiladi. Sterjnning massasi m , uning gorizontga og'ish burchagi α , ipning taranglik kuchi T bo'lsa, sterjnning polga va devorga bosim kuchi nimaga teng.

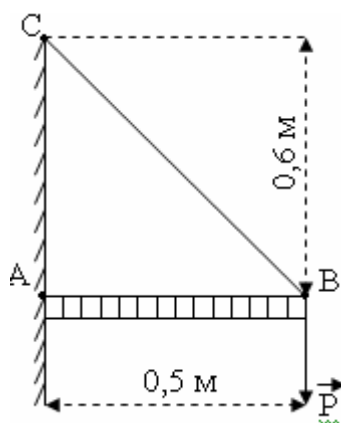
52. Uzunligi $2L$ bo'lgan silliq bir jinsli sterjen tinch turgan R radiusli silliq yarim sferik chashka chetiga tiralib turibdi. Sterjn muvozanat xolatida gorizont bilan qanday burchak hosil qiladi.

53. Bir jinsli plastinka tomoni 16 sm li teng tomonli uchburchak shakliga ega. Plastinkadan radiusi 2 sm li doira o'yib olingan. Agar teshik markazi uchburchak uchidan o'tgazilgan balandlikda yotsa va teshik chetlari uchburchak tomonlariga tegib tursa, hosil bo'lgan figuraning og'irlik markazini aniqlang.

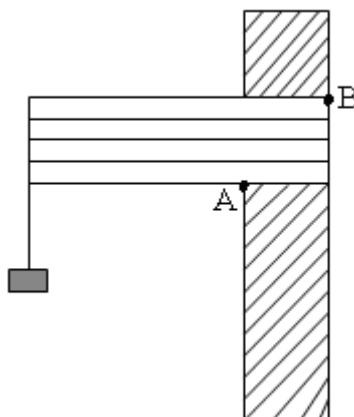
54. Oy su'niy yo'ldoshining aylanish davri ($M=7,3 \cdot 10^{22}\text{ kg}$; $R=1,7 \cdot 10^6\text{ m}$) $7,44 \cdot 10^3\text{ s}$ ga teng. Yo'ldoshning orbitasi oy sirtidan qanday balandlikda bo'ladi.

55. Uzunligi 1 m va massasi 5 kg bo'lgan sterjen ikkita o'zaro parallel, bir xil uzunlikdagi ipga gorizont holida osib qo'yilgan. Sterjenga bir uchidan $0,25\text{ m}$ masofada 10 kg massali yuk mahkamlab qo'yilgan. Iplarning tarangliklarini aniqlang.

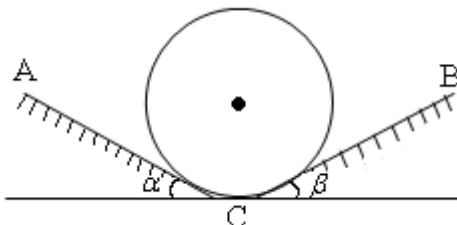
56. Rasmdagidek tuzilgan osmaning AB taxtachasi uchiga $R=80\text{ N}$ og'irlikdagi yuk osib qo'yilgan AB taxtachaga va CB simga ta'sir qiladigan kuchlar topilsin.



57. Uzunligi 1,5 m, massasi 50 kg bo'lgan gorizontaal to'sin qalinligi 0,5 m bo'lgan devorning A va B nuqtalariga tayanib turadigan qilib o'rnatilgan. To'sinning reaksiya kuchlarini aniqlang.

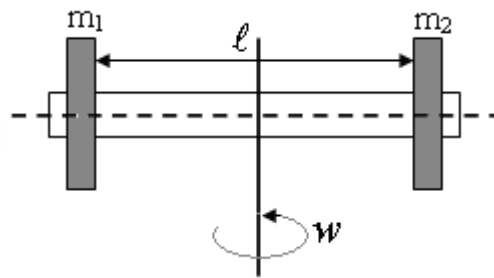


58. $R=50$ N og'irlikdagi shar ikkita silliq tekislikka tayanib turibdi (4-rasm). Bu tekisliklarning chap tamondagisi gorizont bilan $\alpha = 35^\circ$ ni, o'ng tomondagisi esa $\beta = 20^\circ$ ni tashkil etadi. Tekisliklarning sharga reaksiya kuchlari topilsin.

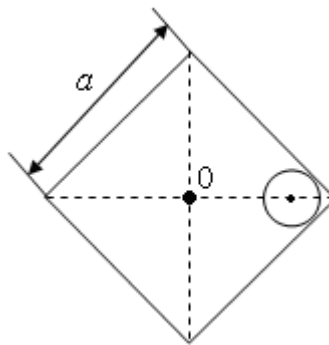


59. Vertikal o'qda gorizontaal shtanga maxkamlangan bo'lib, unda ℓ uzunlikdagi ipga bog'langan m_1 va m_2 massali ikkita yuk erkin siljiy oladi. Sistema ω o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanadi. Ishqalanishni

hisobga olmay, aylanish o'qidan qanday masofada yukchalar muvozanatda bo'lishini aniqlang?



60. Radiusi $\frac{a}{4}$ bo'lgan dumaloq teshik ochilgan, tomonlari a ga teng bir jinsli kvadrat plastinkaning og'irlik markazi aniqlansin.



61. Massasi $3 \cdot 10^3$ kg bo'lgan vagonetkani rels bo'ylab qiyaligi gorizontga nisbatan 30° bo'lgan toqqa ko'tarishdi. Vagonetkaning $0,2 \text{ m/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanayotganligi ma'lum bo'lsa, tortish kuchi 50 m yo'lda qanday ish bajargan. Ishqalanish koeffitsenti 0,1 ga teng.

62. Bir xil uzunlikdagi 9,8 va 19,6 N/m bikrlikka ega bo'lgan prujinalarning uchlari parallel birlashtirilgan. Prujinalarni 1 sm ga cho'zish uchun qanday ish bajarish kerak.

63. Tomoni 6 sm bo'lgan kubcha suv ostida yuqori nuqtalari suv sirtiga tegib turadigan qilib ushlab turilibdi. Agar kubchani qo'yib yuborilsa itarib chiqaruvchi kuch qanday ish bajaradi. Kubcha tayyorlangan moddaning zichligi 500 kg/m^3 .

64. Massasi $3 \cdot 10^4$ kg bo'lgan tank gorizontga nisbatan qiyaligi 30° bo'lgan toqqa ko'tarilmoqda. Agar tankning foydali quvvati $3,6 \cdot 10^5$ Vt bo'lsa, u qanday maksimal tezlikka erishishi mumkin? Harakatga qarshilikni hisobga olmang.
65. Massasi 70 kg bo'lgan konkichi muz ustida turib 3 kg jismni gorizonta yo'nalishda 8 m/s tezlik bilan otdi. Bunda konki qanday masofaga orqaga tisariladi? Konki bilan muz orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,02.
66. 2 kg massali jism 1,5 kg massali jismga peshvoz harakatlanib, u bilan noelastik to'qnashdi. Jismlarning tezligi to'qnashishdan oldin mos ravishda 1 va 2 m/s. Agar ishqalanish koeffitsiyenti 0,05 bo'lsa, jismlar to'qnashgandan so'ng qancha masofani bosib o'tadi.
67. Ikkita shar bir-biriga tegib turadigan qilib bir xil uzunlikdagi parallel iplarga osilgan sharlarning massalari 0,2 va 0,1 kg. Birinchi sharning markazini 4,5 sm ga ko'tarib, qo'yib yuboradilar. Agar to'qnashuv; a) elastik b) noelastik bo'lsa, sharlar to'qnashgandan keyin qanday balandlikka ko'tariladi.
68. Silindrik idishga teng massali simob va suv solingan. Simob va suv qatlamlarining umumiy balandligi 150 sm. Agar idish a) tinch turgan bo'lsa; b) erkin tushish tezlanishi bilan vertikal harakatlanayotgan bo'lsa, idishning tubiga beriladigan bosimni aniqlang.
69. Suyuqlikning balandligi h va tubining sirti S bo'lgan konussimon idish yon sirtiga beradigan bosim kuchini toping. Suyuqlikning massasi m , zichligi ρ . Idish a) pastga; b) yuqoriga torayib boradigan hollarni ko'rib chiqing.
70. U-shaklidagi trubka shishalaridan birining diametri boshqasidan 2 marta katta. Trubkaga simob solindi, so'ngra uning ingichka naychasiga

suv solindi. Agar suv ustunining balandligi 50 sm bo'lsa, naychalardagi simob sathlari qanday o'zgaradi?

71. Qirradi 1 m bo'lgan kub suvda pastki qirradi 0,25 m botgan holda suzib yuribdi. Kubning ustiga hajmi 10 dm^3 bo'lgan tosh qo'yilganda pastki qirrasining suvga botish chuqurligi 2 sm ga ortdi. Kub moddasining va toshning zichligini toping.

72. Radiusi 3 sm bo'lgan shar simobga botirilganda uning hajmining $\frac{2}{3}$ qismi havoda qolib, simobda suzadi. Bu shar bo'shlig'ining hajmini toping.

73. Po'lat quvurlarni dengiz orqali tashish uchun ularning ikki tomoni suv o'tmaydigan qilib kavsharlanadi. Uzunligi 5 m va massasi 3,9 t bo'lgan quvur cho'kmasligi uchun uning ichki diametrlari kamida qanday bo'lishi kerak?

74. Detal temir va nikel qotishmasidan quyilgan. Agar detalning havodagi og'irligi 34,2 N; suvdagisi- 30,2 N bo'lsa, unda temir va nikel hajm bo'yicha qanday foizni tashkil qilishini toping.

75. Ko'ndalang kesim yuzi 1 m^2 va qalinligi 0,4 m bo'lgan muz parchasi suvda chuzib yuribdi. Muz parchasini to'liq suvga botirish uchun qanday ish bajarish kerak?

76. 2 m balandlikdan simobga tushgan alyuminiy sharcha qanday chuqurlikka botadi? Simobning o'rtacha qarshilik kuchi sharcha og'irlik kuchining 0,1 qismini tashkil etadi.

77. Suv osti qayig'i 100 m chuqurlikda turibdi. Diametri 2 sm tirqish orqali qayiqqa 1soat ichida qancha suv sizib kirishini aniqlang. qayiq ichidagi bosim atmosfera bosimiga teng.

78. Suvli keng idish tubining yon devorida S yuzali yopiq tirqish mavjud. Idishdagi suv sathi h , idish va suv massasi m . Agar tiqin chiqarib olinsa, idish tubi va sirt orasidagi ishqalanish koeffisienti qanday bo'lganda idish harakatga kelishini toping.

79. S ko'ndalang kesimli, to'g'ri burchak ostiga egilgan quvur bo'ylab g tezlikda gaz oqmoqda. Agar gaz zichligi ρ bo'lsa, u quvurga qanday kuch bilan bosadi? Gaz siqilishi va ishqalanishini hisobga olmang.

80. 4 l li berk idishda 100°C temperaturali 2 kg suv bor. Suv ustidagi to'yingan bug' massasi $1,6\text{ g}$ ga ortishi uchun temperaturani qanchaga oshirish kerak?

2011 yilda viloyat olimpiadasida tavsiya etilgan masalalar

1. Boshlang'ich tezligi 3 m/s va tezlanishi $0,2 \text{ m/s}^2$ bo'lgan jism A punktdan to'g'ri chiziq bo'ylab B punktga tomon harakat boshlaydi. A va B punktlar orasidagi masofa 3,46 km. 20 s dan so'ng B dan A ga qarab ikkinchi jism 7 m/s boshlang'ich tezlik bilan tekis tezlanuvchan harakatlana boshladi. Birinchi jism harakat boshlagandan 100 s o'tgach ular uchrashdilar. Ikkinchi jismning tezlanishi va uchrashish momentidagi tezligi topilsin.

Berilgan:

$$S=3,46 \text{ km}=3460 \text{ m},$$

$$v_{01}=3 \text{ m/s},$$

$$a_1=0,2 \text{ m/s}^2,$$

$$t_1=100 \text{ s},$$

$$v_{02}=7 \text{ m/s},$$

$$t_2=80 \text{ s}.$$

Topish kerak: $a_1=?$, $v_2=?$

Yechish. Masala shartiga ko'ra ikkala jism ham tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Birinchi jismning bosib o'tgan yo'li

$$S_1 = v_{01}t_1 + a_1t_1^2/2 = 3 \cdot 100 + 0,2 \cdot 100^2/2 = 1300 \text{ m}.$$

Ikkinchi jismning bosib o'tgan yo'li

$$S_2 = S - S_1 = 3460 - 1300 = 2160 \text{ m}.$$

Ikkinchi tomondan

$$S_2 = v_{02}t_2 + a_2t_2^2/2$$

Bu yerdan ikkinchi jismning tezlanishini topamiz:

$$a_2 = 2S_2/t_2^2 - 2v_{02}/t_2 = 2 \cdot 2160/80^2 - 2 \cdot 7/80 = 0,5 \text{ m/s}^2.$$

Ikkinchi jismning uchrashish paytidagi tezligini

$$v_2 = v_{02} + a_2 t_2$$

formuladan hisoblaymiz:

$$v_2 = 7 + 0,5 \cdot 80 = 47 \text{ m/s.}$$

Javob: $a_2 = 0,5 \text{ m/s}^2$, $v_2 = 47 \text{ m/s}$.

2. Porshenli nasosning ishchi hajmi 0,5 l. Nasos hajmi 3 l va bosimi normal atmosfera bosimiga teng bo'lgan ballon bilan ulangan. Porshenning besh marta siquvchi ishchi yo'lidan so'ng ballondagi bosim qanday bo'ladi?

Berilgan:

$$v = 0,5 \text{ l,}$$

$$V = 3 \text{ l,}$$

$$k = 5,$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Pa.}$$

Topish kerak: $p = ?$

Yechish. Masala shartiga asosan nasosning ishlashi izotermik jarayonda yuz beradi. Boyle-Mariott qonuniga asosan

$$p_0(V+v) = p_1 V, \quad p_1(V+v) = p_2 V, \dots, \quad p_{k-1}(V+v) = p_k V \quad \text{yoki}$$

$$p_k = p_0 \left(\frac{V+v}{V} \right)^k$$

Bu ifodaga berilganlarni qo'ysak

$$p_5 = 10^5 \left(\frac{3+0,5}{3} \right)^5 = 2,16 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Javob: $p_5 = 2,16 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

3. Diametri 1,5 mm bo'lgan temir simning qarshiligini aniqlang. Simning massasi 300 g, zichligi 7800 kg/m^3 , solishtirma qarshiligi $9,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$.

Berilgan:

$$D=1,5 \text{ mm}=1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m},$$

$$m=300 \text{ g}=0,3 \text{ kg},$$

$$\rho_t=7800 \text{ kg/m}^3,$$

$$\rho=9,8 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}.$$

Topish kerak: $R=?$

Yechish: Ma'lumli, o'tkazgichning qarshiligi

$$R=\rho \cdot l/S$$

formula orqali aniqlanadi, bu yerda $S=\pi \cdot D^2/4$. Formuladagi kasrning sur'at va mahrajini S ga ko'paytiramiz va $l \cdot S=V=m/\rho_t$ ekanligini etiborga olamiz:

$$R=\rho \cdot l \cdot S/S^2=\rho \cdot m/S^2 \rho_t$$

Berilganlarni o'rniga qo'ysak,

$$S=3,14 \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^2/4=1,76 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2,$$

$$R=9,8 \cdot 10^{-8} \cdot 0,3/(1,76 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 7,8 \cdot 10^3=0,122 \text{ om}$$

Javob: $R=0,122 \text{ om}$

4. Balandligi 1 m bo'lgan tayoqni ko'cha fonari osilgan yog'och ustundan ma'lum masofaga tiqib qo'yilganda soyasi 0,8 m bo'ldi. Agar tayoqni yana 1 m uzoqlashtirilsa, soya 1,25 m bo'ladi. Fonar qanday balandlikka osilgan?

Berilgan:

$$h=1 \text{ m},$$

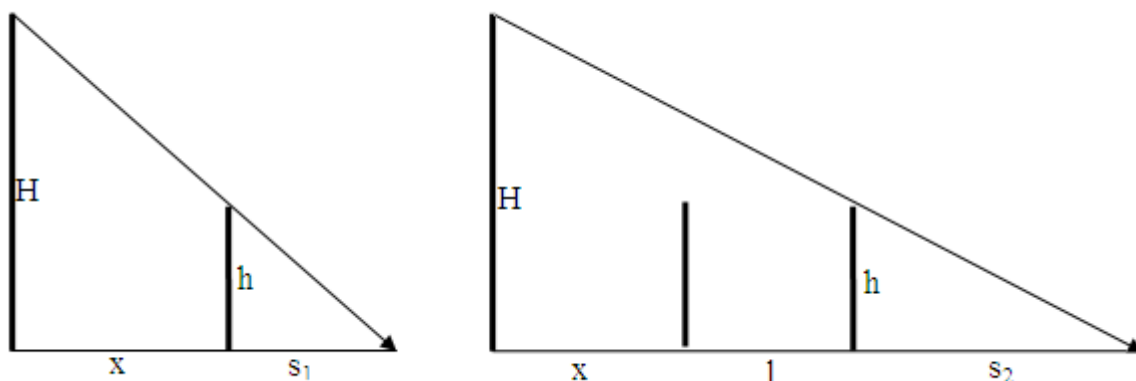
$$s_1=0,8 \text{ m},$$

$$l=1 \text{ m}.$$

$$s_2=1,25 \text{ m}.$$

Topish kerak: $H=?$

Yechish: Masala shartidan foydalanib ikkala hol uchun rasmlarini chizamiz



Uchburchlarning o'xshashligidan

$$h/H = s_1/(s_1+x) = s_2/(s_2+x+l)$$

Bu qo'sh tenglamalarning o'ng tomondagi ikkitasidan noma'lum x ni topamiz:

$$x = s_1/(s_2-s_1) = 0,8/(1,25-0,8) = 16/9.$$

Endi chap tomondagi ikkitasidan noma'lum H ni topamiz:

$$H = h(s_1+x)/s_1 = 1 \cdot (0,8+16/9)/0,8 = 3,22 \text{ m.}$$

Javob: $H=3,22 \text{ m.}$

5. Yuqoriga tik otilgan jism h balandlikdagi nuqtadan Δt vaqt oralig'i bilan ikki marta o'tadi. Jismning boshlang'ich tezligi va harakatlanish vaqti topilsin.

Berilgan:

$h, \Delta t$

Topish kerak: $v_0=?$, $t=?$

Yechish. Ma'lumki, yuqoriga tik otilgan jismning ko'tarilish balandligi

$$h = v_0 t - gt^2/2$$

formula orqali aniqlanadi. Bu t ga nisbatan kvadrat tenglamani yechamiz

$$t_{12}=(v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2gh})/g$$

Masala shartiga ko'ra

$$\Delta t=t_1-t_2=2\sqrt{v_0^2 - 2gh}/g$$

Bu ifodadan boshlang'ich tezlikni, keyin esa harakatlanish vaqtini topamiz:

Javob: $v_0=\sqrt{(g\Delta t/2)^2 + 2gh}$, $t=2v_0/g$

6. 80°C temperaturali suv va -20°C temperaturali muzdan foydalanib hajmi 100 l bo'lgan vannani 30°C temperaturali suv bilan to'ldirish uchun qancha muz solish kerak? Suvning solishtirma issiqlik sig'imi 4200 J/kg·K, muzning solishtirma issiqlik sig'imi 2100 J/kg·K, muzning solishtirma erish issiqligi 334 kJ/kg.

Berilgan:

$$t_1=80^\circ\text{C},$$

$$t_2=-20^\circ\text{C},$$

$$t=30^\circ\text{C},$$

$$m=100 \text{ kg},$$

$$c_s=4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K},$$

$$c_m=2100 \text{ J/kg}\cdot\text{K},$$

$$\lambda_m=334 \text{ kJ/kg}=3,34\cdot 10^5 \text{ J/kg}$$

Topish kerak: $m_m=?$

Yechish. Suvning zichligi 1 g/sm³ ga teng bo'lganligi uchun 1 l suv 1 kg suvga ekvivalent, shuning uchun berilganlarda hajm o'rniga massani yozdik. Suvning massasi $m_s=m-m_m$ bo'lganligi uchun t_1 temperaturadan t temperaturagacha sovuganda chiqarilgan issiqlik miqdori

$$Q_1=c_s(m-m_m)(t_1-t)$$

Muz t_2 temperaturadan 0°C temperaturagacha isiganda, eriganda va hosil bo'lgan suv t temperaturagacha isiganda olgan issiqlik miqdori

$$Q_2 = c_m m_m t_2 + \lambda_m m_m + c_s m_m t$$

Ikkala issiqlik miqdorlarini tenglashtiramiz va so'ralayotgan muz massasini topamiz:

$$m_m = c_s m (t_1 - t) / (c_s t_1 + c_m t_2 + \lambda_m)$$

Berilganlarni o'rniga qo'yamiz:

$$m_m = 4200 \cdot 100(80 - 30) / (4200 \cdot 80 + 2100 \cdot 20 + 3,34 \cdot 10^5) = 29,5 \text{ kg} = 29,5 \text{ l.}$$

Javob: $m_m = 29,5 \text{ l}$

7. Ikkita bir xil suv tomchisida bittadan ortiqcha elektron bor. Tomchilarning o'zaro tortishish kuchlari itarilish kuchlarini muvozanatlashi uchun radiuslari qancha bo'lishi kerak?

Berilgan:

$$Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl},$$

$$\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3.$$

Topish kerak: $r = ?$

Yechish. Masala shartiga ko'ra tomchilarning o'zaro tortishish kuchlari itarilish kuchlarini muvozanatlashi uchun Kulon kuchi butun olam tortishish kuchiga teng bo'ladi:

$$kQ^2/R^2 = Gm^2/R^2$$

Bu tenglamani R^2 qisqartiramiz va massani topamiz

$$m = Q\sqrt{k/G}$$

Ikkinchi tomondan massa

$$m = \rho V = \rho \cdot 4\pi r^3/3$$

ifoda orqali aniqlanadi. massaning ikkala ifidalarini tenglashtirib, noma'lum radiusni aniqlaymiz:

$$r = 3 \sqrt{\frac{3Q\sqrt{k/G}}{4\pi\rho}} = 3,5 \text{ mm}$$

Javob: $r=3,5 \text{ mm}$.

8. Egrilik raduisi 50 sm bo'lgan botiq ko'zgudan uning optik o'qi bo'yicha 15 sm masofada shulalanuvchi nuqta joylashgan. Nuqtaning tasviri qayerda joylashgan? Agar ko'zgu 15 sm uzoqlashtirilsa, tasvir qayerda joylashadi?

Berilgan:

$R=50 \text{ sm}$,

$d_1=15 \text{ sm}$,

$d_2=30 \text{ sm}$.

Topish kerak: $f_1, f_2=?$

Yechish. Ma'lumki, ko'zguning fokus masofasi

$F=R/2$ formula orqali aniqlanadi, demak $F=25 \text{ sm}$. Linza yoki ko'zgu formulasiga asosan

$$1/F = 1/d + 1/f$$

Bu yerdan ko'zgudan tasvirgacha bo'lgan masofani aniqlaymiz:

$$f = d \cdot F / (d - F)$$

bu ifodaga berilganlarni qo'yib, f_1 va f_2 larni aniqlaymiz:

$$f_1 = 15 \cdot 25 / (15 - 25) = -37,5 \text{ sm}, \quad f_2 = 30 \cdot 25 / (30 - 25) = 150 \text{ sm} = 1,5 \text{ m}.$$

Javob: $f_1 = -37,5 \text{ sm}$, $f_2 = 1,5 \text{ m}$.

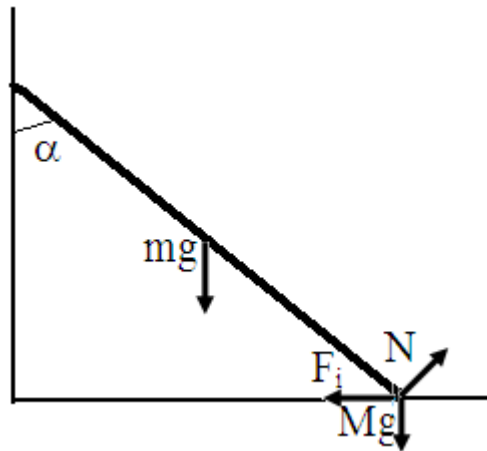
9. Silliqlik vertikal devorga m massali narvon α burchak ostida tirab qo'yilgan. Narvon va pol orasidagi ishqalanish koeffisienti qanday bo'lganda M massali odam narvonga chiqa oladi?

Berilgan:

m, M, α

Topish kerak: $\mu=?$

Yechish. Masalaning chizmasini chizamiz:



Narvon muvozanatda bo'lishi uchun uning og'ilik kuchining momenti reaksiya kuchining momentiga teng bo'lishi kerak:

$$mg \sin \alpha \cdot l/2 = \mu Mg \cos \alpha \cdot l$$

bu yerdan

Javob: $\mu = mg \sin \alpha / 2Mg \cos \alpha$

Foydalanilgan adabiyotlar

1. M.O'lmasova, J.Kamolov, T.Lutfullaev. Fizika (mexanika, molekulyar fizika va issiqlik) T. «O'qituvchi», 1987 y.
2. M.O'lmasova, J.Kamolov, F.Toshmexammedov. Fizika (elektr, optika, atom va yadro fizikasi) T. «O'qituvchi», 1996 y.
3. V.G.Razumovskiy, B.M.Mirzaxmedov va boshqalar. «Fizika o'qitish metodikasi asoslari» T. «O'qituvchi», 1990 y.
4. G.YA.Myakishev, B.B.Buxovtsev. Fizika-10, T., 1991 y.
5. M.Ismoilov, P.Xabibullaev, M.Xalilulin. «Fizika kursi» Toshkent-2000 y.
6. M.Raxmatullaev. «Umumiy fizika kursi» (Mexanika) T. «O'qituvchi», 1995 y.
7. V.A.Balash «Fizika masalalari», T. «O'qituvchi», 1966 y.
8. V.M.Spiranskiy. Fizikadan masalalar qanday yechiladi. –T.: O'qituvchi. 1971.
9. S.E.Kamanetskiy, V.P.Orexov «Fizikadan masalalar yechish metodikasi», T. O'qituvchi, 1976 y.
10. K.A.Tursunmetov va boshqalar. «Fizikadan masalalar to'plami», T. «O'qituvchi», 2001 y.
11. M.E.Tulchinskiy «Sbornik kachestvennix zadach po fizike», M., Prosveshcheniye, 1965 y.
12. L.I.Reznikov «Graficheskiy metod v prepodavanii fiziki» M. 1960 y.
13. T. Rizaev, B.Nurillaev Fizikadan masalalar yechish metodikasi, (metodik qo'llanma), Toshkent, 2007, 138 b.

MUNDARIJA

Kirish	5
Fizikani masalalarining umumiy klssifikatsiyasi	9
Fizikadan masalalar yechish metodikasi	15
MASALALAR YECHISH NA'MUNALARI	
Mexanika	20
Molekulyar fizika va termodinamika	52
Elektr va magnetizm	63
Optika	83
Mustaqil yechish uchun masalalar	89
2011 yilda viloyat olimpiadasida tavsiya etilgan masalalar	104
Foydalanilgan adabiyotlar	112

