

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

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI

«Fizika – matematika» fakul'teti

«Fizika» kafedrası

5140200 - «Fizika» ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasini olish uchun

Hojiyeva Zarina Ikrom qizining

**NAZARIY MEXANIKADAN MASALALAR
YECHISH USULLARI**

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

«Ish ko'rildi va himoya qilishga
ruxsat berildi»

Kafedra mudiri

_____ f.m.f.n. B.E.Niyazxonova

«_____» _____ 2018 y

Ilmiy rahbar _____ M.S.Mirzayev

«_____» _____ 2018 y.

Taqrizchi

_____ D.E.Hayitov

«_____» _____ 2018 y.

«Himoya qilishga ruxsat berildi»

Fakul'tet dekani _____ Sh.M.Mirzayev

«_____» _____ 2018 y.

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
I BOB. OLIY VA O'RTA MAXSUS KASB-HUNAR TA'LIMI TIZIMIDA NAZARIY MEXANIKA KURSINING O'QITILISH AHAMIYATI.....	11
1.1. Nazariy mexanika fanining rivojlanish tarixi va istiqbollari..	11
1.2. Nazariy mexanika fanining predmeti, maqsadi va vazifalari...	14
1.3. Masalalar – talabalarga fizika mashg'ulotlarida ta'lim berish vositasidir.....	17
1.4. Nazariy mexanika fanidan masalalar yechishning tarbiyaviy ahamiyati.....	21
II BOB. NAZARIY MEXANIKADA MASALALAR YECHISH USULLARINING QO'LLANILISHI.....	25
2.1. Dinamikaning asosiy masalalarini differensial tenglamalar yordamida yechish usuli.....	25
2.2. Nazariy mexanika masalalarini yechishda D'alamber qoidasining qo'llanilishi.....	34
2.3. Nazariy mexanikada statika masalalarini geometrik va analitik usullarda bajarish.....	39
2.4. Masalalar yechishga doir uslubiy ko'rsatmalar.....	47
2.5. Majburiy tebranishga oid masalalarni yechishga doir metodik ko'rsatmalar.....	50
XOTIMA.....	64
ADABIYOTLAR.....	66

KIRISH

Kelajakda O'zbekiston yuksak darajada taraqqiy etgan iqtisodi bilangina emas, balki bilimdon, ma'naviy jihatdan yetuk farzandlari bilan ham jahonni qoyil qoldirishi mumkin.

I.A.Karimov.

Mamlakatimizda sog'lom va barkamol avlodni tarbiyalash, yoshlarning o'z ijodi va intellektual salohiyatini ro'yobga chiqarib, mamlakatimiz yigit-qizlarini XXI asr talablariga to'liq javob beradigan har tomonlama rivojlangan shaxslar etib voyaga yetkazish uchun shart-sharoitlar va imkoniyatlarni yaratish bo'yicha keng ko'lamli aniq yo'naltirilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish maqsadida O'zbekiston Respublikasida davlat ta'lim dasturi ishlab chiqilgan.

Kishilik jamiyati necha ming yillar davomida evolyustion rivojlanish davrlarini boshdan kechirdi. Bu rivojlanishlarning asl negizini faylasuflar aytganidek qarama-qarshiliklar birligi va kurashi qonuniyati tashkil qiladi va belgilaydi. Modomiki shunday ekan, qarama-qarshiliklarsiz taraqqiyot bo'lmaydi. Falsafaning o'zida ham bir-biriga qarama-qarshi g'oyalar kurashi barcha jabxalarda, narsa va hodisalarga ob'ektiv va sub'ektiv baho berishda ko'rinadi.

Insoniyatning jamiyatni rivojlantirish yo'lidagi xatti-harakatlari ham mana shu qonuniyatdan kelib chiqqan holda bajarilgan. Barcha xatti-harakatlar zamirida «Manfaat» tushunchasi yotadi va jamiyat manfaatlar qarama-qarshiligiga asoslangan holda rivojlanadi. XX asr insoniyat taraqqiyotining evolyustion rivojlanish darajasini nihoyatda tezlashtirib yubordi. Insoniyatning necha ming yilliklar jarayonida erishgan fan texnika sohasidagi yutuqlar shu bir asr davomida misli ko'rilmagan darajada taraqqiy topdi. Buning boisi esa, ijtimoiy tuzumlar o'rtasidagi qarama-qarshilik edi. Barcha fanlar rivoji zamirida ham qarama-qarshilik yotadi va bu esa, fanlarning o'sishi, rivojlanishi va taraqqiy etishi uchun bosh omil bo'lib hisoblanadi. Respublikamiz mustaqillikka erishgandan so'ng

jamiyatimizning taraqqiyot yo'li va bosh maqsadi belgilandi. Ya'ni, rivojlangan, demokratik huquqiy jamiyat qurish jamiyatning asosiy ko'zlagan maqsadiga aylandi. Bu jamiyatni qurish uchun shu jamiyat quruvchilarini, ya'ni har tomonlama rivojlangan barkamol avlodni, komil insonni tarbiyalab etishtirish zaruriyati paydo bo'ldi.

O'zbekiston Respublikasi birinchi Prezidenti I.A.Karimov ta'kidlaganidek: «...Ta'lim-tarbiya – ong mahsuli, lekin ayni vaqtda-ong darajasi va uning rivojini ham belgilaydigan omildir. Binobarin, ta'lim-tarbiya tizimini o'zgartirmasdan turib ongni o'zgartirib bo'lmaydi. Ongni, tafakkurni o'zgartirmasdan turib esa biz ko'zlagan oliy maqsad – ozod va obod jamiyatni barpo etib bo'lmaydi... Lo'nda qilib aytganda, bugungi kunda oldimizga qo'ygan buyuk maqsadlarimizga, ezgu niyatlarimizga erishishimiz, jamiyatning yangilanishi, hayotimizning taraqqiyoti, uning quruvchilari bo'lgan barkamol avlod, komil insonni tarbiyalash, jamiyat istiqboli amalga oshirilayotgan islohotlarimiz, rejalarimizning samarasi, taqdiri-bularning barchasi, avvalom bor, zamon talablariga javob beradigan yuqori malakali, ongli mutaxassis kadrlar tayyorlash muammosi bilan chambarchas bog'liqligini barchamiz anglab yetmoqdamiz».

Shuning uchun ham mustaqillikning dastlabki yillaridanoq butun mamlakat miqyosida ta'lim-tarbiya, ilm-fan, kasb-hunar o'rganish sohalarini isloh qilishga nihoyatda katta zaruriyat sezila boshladi. Busiz jamiyatimizning biror-bir sohasini o'zgartirishga kirishib bo'lmasdi. Islohotlarning taqdiri va samarasi birinchi navbatda kadrlarning saviyasiga, ularning zamon va taraqqiyot talablariga nechog'lik javob berishiga taqalib qolar edi. Yurtimizning ertangi hayoti va taqdiri shu muammolarni yechish bilan bog'liqligini har qaysi fikrlovchi odam anglashi qiyin emas.

Ushbu muammolarni yechish uchun ta'limdagi yuzakichilikdan voz kechish, har bir soha, har bir fanni zamon talabi darajasida aniq, ravon, tushunarli tarzda o'qitish, buning uchun esa, ta'lim berishdagi ilg'or ish tajribalaridan, dars o'tishning samarali metodlaridan va zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalangan holda mahorat bilan dars o'tadigan o'qituvchi kadrlar zarur. Har bir

soha, har bir fan bo'yicha dars beruvchi o'qituvchi o'z fanini mukammal bilishi, uni yosh avlodga o'rgatish uchun bo'ladigan barcha qiyinchilik va muammolarga bardoshli bo'lishi, chigalliklarni oqilona hal qilmog'i kerak. Eskicha ishlash, erishilgan natijalarni oshirib ko'rsatish, sifat o'rniga son ketidan quvish endilikda o'z-o'zimizni aldashdan, ko'z bo'yamachilik qilishdan boshqa narsa emasligini hammamiz bilib oldik.

O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining 1997-yil 29-avgustdagi IX sessiyasida qabul qilingan «Ta'lim to'g'risida»gi Qonun va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» da oliy ta'lim oldidagi bir qator muhim vazifalar belgilab berilgan. Jumladan, ta'limning fan va ishlab chiqarish bilan integratsiyasi mexanizmlarini rivojlantirish, uni amaliyotga joriy etish, o'qishni, mustaqil bilim olishni individuallashtirish hamda masofaviy ta'lim tizimi texnologiyasini, uning vositalarini ishlab chiqish, o'zlashtirish, yangi pedagogik va axborot texnologiyalari asosida talabalarni o'qitishni jadallashtirish ana shunday dolzarb vazifalar sirasiga kiradi. Ushbu vazifalarni bajarish mavjud pedagogik jarayonlarni takomillashtirishni, uni hozirgi zamon talablariga mos rivojlantirishni, xususan oliy pedagogik ta'lim paradigmasini zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalarini o'zlashtirishga, pedagogika oliy ta'lim muassasalarida kasbiy tayyorgarligi yuqori bo'lgan pedagog kadrlarni tayyorlashga yo'naltirishni taqozo etadi.

Yosh avlodning ilmiy va hayotiy dunyoqarashini kengaytirish o'qitish ishiga qo'shib olib boriladigan zarur pedagogik jarayondir. Bunga erishmoq uchun fanlarni I darajali yoki II darajali fanlar toifasiga ajratmasdan, balki bu fanlarning jamiyatimiz taraqqiyotiga qo'shayotgan hissasiga asosan, kundalik turmushimizdagi bu fanlarga ehtiyojimiz asosida fanlarni bir-biriga uzviy bog'liq holda, kompleks ta'limni joriy etish uchun kurashmoq zarur.

Hech bir fan, yoki soha o'zi alohida rivojlana olmaydi. Fanlar va ilm sohalari doimo bir-birini taqozo etadi, ular bir-biri bilan uzviy bog'liqdir. Ularni ajratish taraqqiyot zanjirini uzish demakdir.

Prezidentning oliy ta'lim islohoti bo'yicha imzolagan qarori.

Shavkat Mirziyoyev oliy ta'lim tizimiga tegishli bo'lgan yangi xujjat imzoladi. Islohat ishining o'ziga xos vazifalri juda ko'p. Agarda eng ahamiyatlisini oladigan bo'lsak, bu – har bir davlat oliy o'quv yurti nufuzli chet el ta'lim muassasalari bilan o'zaro hamkorlik ishlarini yo'lga qo'yish, ta'lim tizimiga xalqaro standartlarga asoslangan yangi o'quv adabiyotini kiritish, ta'lim texnologiyalarini normallashtirish va o'qituvchilarning bilim darajasini yuksaltirish deb topildi.

Harakatlar strategiyasining quyidagi bo'limlarida ta'lim va fan sohasini rivojlantirish , yoshlarga oid davlat siyosatini takomillashtirishga alohida etibor qaratilgan.

4.4. Ta'lim va fan sohasini rivojlantirish:

-uzluksiz ta'lim tizimini yanada takomillashtirish, sifatli ta'lim xizmatlari imkoniyatlarini oshirish, mehnat bozorining zamonaviy ehtiyojlariga mos yuqori malakali kadrlar tayyorlash siyosatini davom ettirish;

-ta'lim muassasalarini qurish, rekonstruksiya qilish va kapital ta'mirlash, ularni zamonaviy o'quv va laboratoriya asboblari, komp yuter texnikasi va o'quv-metodik qo'llanmalar bilan jihozlash orqali ularning moddiy-texnika bazasini mustahkamlash yuzasidan maqsadli chora-tadbirlarni ko'rish;

-maktabgacha ta'lim muassasalari tarmog'ini kengaytirish va ushbu muassasalarda bolalarning har tomonlama intellektual, estetik va jismoniy rivojlanishi uchun shart-sharoitlarni tubdan yaxshilash, bolalarning maktabgacha ta'lim bilan qamrab olinishini jiddiy oshirish va foydalanish imkoniyatlarini ta'minlash, pedagog va mutaxassislarning malaka darajasini yuksaltirish;

-umumiy o'rta ta'lim sifatini tubdan oshirish, chet tillar, informatika hamda matematika, fizika, kimyo, biologiya kabi boshqa muhim va talab yuqori bo'lgan fanlarni chuqurlashtirilgan tarzda o'rganish;

-bolalarni sport bilan ommaviy tarzda shug'ullanishga, ularni musiqa hamda san'at dunyosiga jalb qilish maqsadida yangi bolalar sporti ob'ektlarini, bolalar musiqa va san'at maktablarini qurish, mavjudlarini rekonstruksiya qilish;

-kasb-hunar kollejlari o'quvchilarini bozor iqtisodiyoti va ish beruvchilarning ehtiyojlariga javob beradigan mutaxassisliklar bo'yicha tayyorlash hamda ishga joylashtirish borasidagi ishlarni takomillashtirish;

-ta'lim va o'qitish sifatini baholashning xalqaro standartlarini joriy etish asosida oliy ta'lim muassasalari faoliyatining sifati hamda samaradorligini oshirish, oliy ta'lim muassasalariga qabul kvotalarini bosqichma-bosqich ko'paytirish;

-ilmiy-tadqiqot va innovasiya faoliyatini rag'batlantirish, ilmiy va innovasiya yutuqlarini amaliyotga joriy etishning samarali mexanizmlarini yaratish, oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari huzurida ixtisoslashtirilgan ilmiy-eksperimental laboratoriyalar, yuqori texnologiya markazlari va texnoparklarni tashkil etish.

4.5. Yoshlarga oid davlat siyosatini takomillashtirish:

-jismonan sog'lom, ruhan va aqlan rivojlangan, mustaqil fikrlaydigan, Vatanga sodiq, qat'iy hayotiy nuqtai nazarga ega yoshlarni tarbiyalash, demokratik islohotlarni chuqurlashtirish va fuqarolik jamiyatini rivojlantirish jarayonida ularning ijtimoiy faolligini oshirish;

-o'rta maxsus, kasb-hunar va oliy ta'lim muassasalari bitiruvchilarini ishga joylashtirish hamda xususiy tadbirkorlik sohasiga jalb etish;

yosh avlodning ijodiy va intellektual salohiyatini qo'llab-quvvatlash va ro'yobga chiqarish, bolalar va yoshlar o'rtasida sog'lom turmush tarzini shakllantirish, ularni jismoniy tarbiya va sportga keng jalb etish;

-yoshlarni ijtimoiy himoya qilish, yosh oilalar uchun munosib uy-joy va ijtimoiy-maishiy sharoitlarni yaratish;

yoshlarga oid davlat siyosatini amalga oshirishda davlat hokimiyati va boshqaruvi organlari, ta'lim muassasalari, yoshlar va boshqa tashkilotlarning samarali faoliyatini tashkil etish.

Bitiruv malakaviy ishi mavzusining dolzarbligi.

Texnika yo'nalishidagi oliy o'quv yurtlari ta'limining har bir kursi yakunida talabalar egallashi lozim bo'lgan bilim, ko'nikma va malakalar ta'lim predmetlari bo'yicha ishlab chiqilgan o'quv dasturlarida o'z aksini topgan. Shuning uchun

talabalar fizika asoslariga oid quyidagi bilim, ko'nikma va malakalarni egallashi ko'rsatib o'tilgan, ya'ni fizikadan masalalarni mustaqil ishlash, fizik hodisalarni kuzatish va ularni tushuntira bilish, ko'nikmalarni shakllantirish kerak.

Talabalarni mexanikadan masalalar yechishga yo'naltirishni fizika fanining 1-kursidan boshlanishi kerak. Har bir mavzuni o'rganishda masalalar yechishni ham to'g'ri rejalashtirish lozim. Masalalar tanlangan metodikaga mos keladigan aniq sistemani tashkil etish va o'qitishning ma'lum maqsadga javob berishi lozim.

Oliy o'quv yurtlari ta'limi talabalarining ilmiy va hayotiy dunyoqarashini kengaytirish, o'qitish ishiga qo'shib olib boriladigan zarur pedagogik jarayondir. Bunga erishmoq uchun fanlarni u yoki bu darajali fanlar toifasiga ajratmasdan, balki bu fanlarning jamiyatimiz taraqqiyotiga qo'shayotgan hissasiga asosan, kundalik turmushimizdagi bu fanlarga ehtiyojimiz asosida fanlarni bir-biriga uzviy bog'liq holda, kompleks ta'limni joriy etish uchun kurashmoq zarur.

Bitiruv malakaviy ishining ob'yekti.

Bitiruv malakaviy ishining ob'yekti bo'lib, texnika yo'nalishidagi oliy o'quv yurtlarida ta'lim jarayoni hisoblanadi.

Bitiruv malakaviy ishining predmeti.

Tadqiqot predmeti bo'lib texnika yo'nalishidagi oliy o'quv yurtlari ta'limi tizimida nazariy mexanika fanida masalalar turlari va ularni yechish usullari, ushbu fandan yaratilgan turli elektron qo'llanmalar, mul'timedialar, virtual laboratoriyalar tizimlari, elektron test topshiriqlari va bundan oldin shu ish bilan shug'ullangan olimlarning tajribalari bo'lib hisoblanadi.

Bitiruv malakaviy ishining uslubi va uslubiyoti.

Texnika yo'nalishidagi oliy o'quv yurtlarida tadqiqot mavzusi bilan bog'liq bo'lgan, ya'ni nazariy mexanika darslarida masalalar turlari va ularni yechish usullarini amalga oshirishga doir ilmiy-uslubiy adabiyotlarni, dastur, darslik, o'quv hamda uslubiy qo'llanmalarni o'rganish va ularni tahlil qilish. Oliy o'quv yurtlari va kasb-hunar kollejlarida fizika o'qituvchilarning ish tajribalarni kuzatish, tahlil qilish. O'qituvchi va o'quvchilar bilan suhbat o'tkazish, so'rovnoma o'tkazish, tahlil qilish.

Bitiruv malakaviy ishining maqsadi – texnika yoʻnalishidagi oliy oʻquv yurtlari fizika taʼlimida nazariy mexanikada masalalar turlari va ularni yechish usullarining qonuniyatlarini asoslashdan iborat. Bitiruv malakaviy ishida nazariy va amaliy isbotni taqozo qiladigan ilmiy faraz, tadqiqot obʼekti, predmeti, maqsadiga muvofiq quyidagi **tadqiqot vazifalari** hal qilinadi:

1. Oliy va oʻrta maxsus kasb-hunar taʼlimida nazariy mexanika kursi oʻqitilishining oʻrni va ahamiyatini tahlil qilish;

2. Nazariy mexanikadan ishlanadigan masalalarni kinematika, dinamika va statika qonunlaridan, umumiy holda differensial tenglamalar usullari asosida oʻrganish;

3. Nazariy mexanika kursi masalalarning tarbiyaviy ahamiyatini tahlil qilish;

4. Nazariy mexanika masalalarini yechishda DʼAlamber qoidasini qoʻllash;

5. Masalalar yechishda geometrik va analitik usullardan foydalanishni oʻrganish;

6. Oliy va oʻrta maxsus kasb-hunar taʼlimida nazariy mexanika darslarida masalalar yechish xususiyatlarini oʻrganish.

Bitiruv malakaviy ishining ilmiy yangiligi.

– Oliy va oʻrta maxsus kasb-hunar taʼlimida nazariy mexanika kursi oʻqitilishining oʻrni va ahamiyatini tahlil qilindi;

– Nazariy mexanikadan ishlanadigan masalalarni kinematika, dinamika va statika qonunlaridan, umumiy holda differensial tenglamalar usullari asosida oʻrganildi;

– Nazariy mexanika kursi masalalarning tarbiyaviy ahamiyatini tahlil qilindi;

– Nazariy mexanika masalalarini yechishda DʼAlamber qoidasi qoʻllanildi;

– Masalalar yechishda geometrik va analitik usullardan foydalanish oʻrganildi;

– Oliy va oʻrta maxsus kasb-hunar taʼlimida nazariy mexanika darslarida masalalar yechish xususiyatlari oʻrganildi.

Bitiruv malakaviy ishining amaliy ahamiyati.

Bitiruv malakaviy ishi natijalaridan oliy va o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi tizimida nazariy mexanika fanidan masalalar bajarish jarayonida foydalanish mumkin. Taklif etilayotgan uslubiy ko'rsatmalardan uslubiy qo'llanmalar, didaktik adabiyotlar va o'quv adabiyotlarining yangi avlodini yaratishda foydalanish mumkin. Bitiruv malakaviy ishida ilgari surilayotgan g'oyalardan fizik ta'limning yangi shakllarini yaratish va o'qituvchilar malakasini oshirish tizimida foydalanish mumkin.

Ilmiy-tadqiqot natijalarining amaliyotda qo'llanilish darajasi.

Oliy va o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi tizimida fizika o'qituvchilari bilan ilmiy-tadqiqot ishi natijalari tahlil qilinib, nazariy mexanika fanini o'qitish jarayonida o'qituvchilarning bitiruv malakaviy ishida bayon etilgan masalalar yechish usullaridan Buxoro Davlat Universiteti, Buxoro Muhandislik-Texnologiya Institutida foydalanish uchun tavsiya berildi.

Bitiruv malakaviy ishining tarkibi va hajmi. Malakaviy bitiruv ishi 63 betda bayon etilgan bo'lib: kirish, 2 ta bob, xotima, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan tashkil topgan.

I BOB. OLIY VA O'RTA MAXSUS KASB-HUNAR TA'LIMI TIZIMIDA NAZARIY MEXANIKA KURSINING O'QITILISH AHAMIYATI

1.1. Nazariy mexanika fanining rivojlanish tarixi va istiqbollari

Hozirgi zamon texnikasi muhandislar oldiga material jismlarning mexanik harakati va mexanik o'zaro ta'sirlarini o'rganish bilan bog'liq juda ko'p masalalarni qo'yadi. *Mexanik harakat* deb moddiy jismlarning fazoda vaqtga bog'liq ravishda bir-biriga nisbatan vaziyatini o'zgartirishiga aytiladi. *Mexanik o'zaro ta'sir* deganda moddiy jismlarning bir-biriga ko'rsatadigan ta'sirida bu jismlar harakatlarining o'zgarishi yoki bo'lmasa ular shakllarining o'zgarishi (deformatsiyalanishi) tushuniladi. Bu ta'sirlarning asosiy miqdoriy o'lchami sifatida kuch deb ataluvchi kattalik qabul qilingan. Tabiatda mexanik harakatlarga misol qilib, osmon jismlarining harakati, Yer qobig'ining tebranishi, havo va dengiz oqimlari, molekulalarning issiqlik harakatlari va boshqalar, texnikada esa, Yer sirti va suvda harakatlanuvchi turli xil transport vositalari va uchuvchi apparatlar, mashina, mexanizm va dvigatellar qismlarining harakatlari, suyuqlik va gazlarning oqimi va boshqa shunga o'xshash harakatlarni ko'rsatish mumkin.

Mexanik o'zaro ta'sirlarga butun olam tortilish qonuni asosida moddiy jismlarning o'zaro tortilishi, suyuqlik va gaz zarralarining bir-biriga o'zaro ta'sirlari va boshqalarni misol qilib ko'rsatish mumkin. Moddiy jismlarning mexanik harakatlari va o'zaro ta'sirlari haqidagi fanga *mexanika* deyiladi. Qarab chiqiladigan mexanikaning muammo doirasi juda keng. Bu fanning rivojlanishi natijasida bir qator yangi fanlar paydo bo'ldi. Bularga nazariy mexanika, elastiklik nazariyasi, plastiklik nazariyasi, gidromexanika, aeromexanika, suyuqlik va gazlar mexanikasi, shuningdek, amaliy mexanika deb ataluvchi fanning bo'limlari – materiallar qarshiligi, mexanizm va mashinalar nazariyasi, mashina detallari shuningdek juda ko'p muhandislik fanlarini ko'rsatish mumkin.

Mexanikaning asosida klassik mexanika qonunlari (yoki Nyuton qonunlari) yotadi. Klassik mexanikada vaqt va fazo jismlarning harakatiga bogʻliq emas deb qaraladi. Shuningdek, jismning massasi uning tezligiga bogʻliq boʻlmagan oʻzgarmas miqdor deb qaraladi. Mexanikada abstrakt tushunchalaridan keng foydalaniladi. Masalan, jismning deformatsiyalanishini eʼtiborga olinmasa ularni absolyut qattiq jism, shakli va oʻlchamlari eʼtiborga olinmasa, moddiy nuqta deb qaraladi. Jismning barcha xossalari birdaniga eʼtiborga olinsa hech qanday mexanik hodisani nazariy va amaliy jihatdan tekshirib boʻlmaydi, shu bilan birga, yechilishi juda oson boʻlgan har qanday masala haddan tashqari murakkablashtirib yuboriladi. Nazariy mexanika fanining muhandislik bilimidagi roli va ahamiyati shundan iboratki, u hozirgi zamon texnikasining juda koʻp sohalarining ilmiy baʼzasi boʻlib hisoblanadi. Shu bilan birga tabiat haqidagi, yaʼni tabiiy fan boʻlgan mexanika qonunlari va usullari bizni oʻrab olgan olamni bir qator muhim hodisalarini oʻrganish va tushuntirishda muhim rol oʻynaydi. Mexanika masalalarini qarab chiqishda, uni statika, kinematika va dinamika qismlariga boʻlish qabul qilingan. Mexanika eng qadimgi fanlardan biri. Bizgacha yetib kelgan mexanikaga doir dastlabki qoʻlyozma va ilmiy maqolalar qadimgi Misr va Gretsiya olimlariga taʼluqli. Qadimgi saqlanib qolgan kitoblarda turli xil statika masalalariga doir izlanishlar uchraydi. Birinchi navbatda qadimgi Gretsiyaning buyuk filosofi Aristotel (384-322 yy.e.o.) asarlarini koʻrsatish mumkin.

“Mexanika” soʻzini ham dastlab Aristotel fanga kiritgan. «Mexanika» soʻzi grekchadan tarjima qilinganda «inshoot», «mashina» degan maʼnolarni bildiradi. Aristotel oʻzining asarlarida richag va boshqa oddiy mashinalar muvozanati va harakatiga oid umumiy fikrlarni yozadi. U oʻzining nazariy xulosalarini hech qanday tajriba bilan tekshirib koʻrmagan. U jismga taʼsir etuvchi kuchlarni oʻzgarmas deb qaragan. Shu bilan birga Aristotel oʻz zamonasida aytgan tezliklarini qoʻshish haqidagi teorema va havo ogʻirlikka ega degan fikrlari toʻgʻri. Qadimgi grek olimlaridan yana biri mashhur olim Arximed (287-212 yy.e.o) boʻlib, u birinchi boʻlib mexanika muommolarini oʻrganishda matematika usullaridan foydalanadi. Arximed jismlarning muvozanati va ogʻirlik markazi,

richagning muvozanati haqidagi qonun, qattiq jism statikasining asosiy prinsiplari hamda suyuqliklarning muvozanati haqidagi nazariyaga asos soladi.

Mexanikaning rivojlanishida O`zbekiston hududida yashagan ulug` mutafakkirlarning ilmiy ishlari ham muhim o`rinni egallaydi. Abu Rayhon Beruniy (973-1018), Abu Ali ibn Sino (980-1037), Ulug`bek Muhammad Tarag`ay (1394-1449) kabi mutafakkirlar ana shular jumlasidandir. Beruniy va Ibn Sino asarlarida mexanik harakat hamda planetalarning harakati haqida ajoyib fikrlar bayon qilingan. Ibn Sino jism holatini o`zgarishi harakatni yuzaga keltiradi deb ko`rsatadi, jismlarning fazodagi harakati (mexanik harakat) esa harakatlarning xususiy holdir. Ulug`bek planetalar harakatini katta aniqlikda hisoblagan. Mexanika Uyg`onish davrida – XV asrning birinchi o`n yilligida Italiyada, keyinchalik boshqa davlatlarda tez rivojlandi. Mashhur italiyalik rassom, matematik, mexanik va muhandis Leonardo do Vinchi (1452-1519) mexanizmlar nazariyasini, mashinalardagi ishqalanishlarni, quvurlarda suvning harakatini va qiya tekislikda jismlarning harakatini o`rgangan. Fanda revolyutsion to`ntarish qilgan polyak olimi N. Koopernik (1473-1543) hisoblanadi. U olam tuzilishining geliotsentrik sistemasini beradi. Bu sistemaga ko`ra markazida Quyosh uning atrofida planetalar, shuningdek Yer ham aylanadi. Dinamikaga fan sifatida italiyalik olim Galileo Galiley (1564-1642) asos solgan. U inersiya qonunini kashf etib, jismning qiya tekislikdagi harakatini o`rgangan, jismlarining erkin tushish qonunini kashf qilgan. Mexanikaning asosiy qonunlarini mashhur ingliz matematigi va mexanigi Isaak Nyuton (1643-1727) kashf qilgan. 1687- yilda bosilib chiqqan «Natural falsafaning matematik printsiplari» degan kitobida I.Nyuton klassik mexanika qonunlarini to`liq sistemasini beradi. Nyuton mexanikaning ikkita asosiy qonunlarini ta`sir va aks ta`sir qonuni va butun olam tortishish qonunini kashf etdi. XVIII asrga kelib, tez sur`atlar bilan mexanikaning analitik usuli, ya`ni differensial va integral hisoblash usullari rivojlana boshlaydi. Nuqta va qattiq jism dinamikasi masalalarini avval differensial tenglamalarini tuzib, keyin ularni integrallash yo`li bilan yechish usullarini buyuk matematik va mexanik L.Eyler (1707-1783) tomonidan ishlab chiqildi. 1743-yilda fransuz olimi

J.Dalamber (1717-1783) bogʻlanishdagi mexanik sistemalarga taʼluqli masalalarni Dalamber prinsipi deb ataluvchi prinsip asosida yechish usulini berdi. Fransuz olimi J.L.Lagranj (1736-1813) oʻzining “Analitik mexanika” (1788) nomli asarida mexanika masalalarini mumkin boʻlgan koʻchish prinsipini qoʻllash yordamida yechish usulini beradi.

XIX asrga kelib, mashinasozlik tez surʼatlar bilan rivojlana boshlaydi. Natijada kinematika mexanikadan alohida boʻlim boʻlib ajralib chiqadi. Hozirgi paytda mashina va mexanizmlarning harakatlarini oʻrganishda kinematika asosiy oʻrinni egallaydi. Mexanika fanini rivojlanishiga katta hissa qoʻshgan rus olimlaridan M.V. Lomonosov (1711-1765) materiya va harakatning chambarchas bogʻliqligini aniqlagan, analitik mexanika sohasida ilmiy ishlari bilan shuhrat qozongan M.V.Ostrogradskiy (1801-1862), mashina va mexanizmlar nazariyasiga asos solgan P.L.Chebishev (1821-1891), raketa nazariyasi va suyuq yoqilgʻi bilan ishlaydigan raketa dvigateli nazariyasiga asos solgan K.E.Tsialkovskiy (1857-1935), oʻzgaruvchan massali jismlarning harakatini oʻrgangan I.V.Meshcherskiy (1859-1935), Yerning sunʼiy yoʻldoshlarini yaratgan va uchirgan S.P.Korolyov (1906-1966), aerogidrodinamika, tebranishlar nazariyasi va kosmonavtika sohalarida tadqiqotlar qilgan M.V.Keldish (1911-1978)larning ishlari muhim ahamiyatiga ega.

Mexanika fanining rivojlanishiga oʻzbek olimlaridan: iplar mexanikasi va inshootlarning seysmik mustahkamligi nazariyasiga oid qator ilmiy ishlarning muallifi M.T.Oʻrozboev (1906-1971), inshootlar zaminini hisoblashda va ularni loyihalashda, kema zirhi mustahkamligini aniqlashda qoʻllaniladigan “Raxmatulin toʻlqinlari” nomini olgan toʻlqinlar nazariyasini kashf qilgan X.A. Raxmatulin (1900-1988)larning ulkan hissalarini muhim ahamiyatga ega.

1.2. Nazariy mexanika fanining predmeti, maqsadi va vazifalari

Nazariy mexanika pedagogika institutlarining “Fizika”, “Fizika va astronomiya”, “Matematika va fizika” ixtisosliklarida nazariy fizikaning birinchi boʻlimi sifatida, “Umumtexnika fanlari va fizika” ixtisosligida ham nazariy

fizikaning birinchi bo'limi sifatida, ham umumtexnika fanlarining nazariy asosi sifatida o'qitilib, u turli xil texnik masalalarni yechish uchun poydevor bo'ladi.

Nazariy mexanika fanining maqsadi – talabaga mexanikaning (kinematikaning, dinamikaning, statikaning) asosiy tushunchalari va qonunlari, hamda shu qonunlardan kelib chiqadigan xulosalarni moddiy nuqta, qattiq jism muvozanati va harakatini aniqlash usullarini o'rgatishdir. Nazariy mexanika fani bo'lajak mutaxassislariga mashinalarni loyihalash va avtomatlashtirish o'rganadigan muhandislik fani sifatida ham zarur bo'lgan bilimni beradi. Nazariy mexanika fani moddiy jismlarning bir-biriga ko'rsatadigan ta'siri va mexanik harakatning umumiy qonunlari haqidagi fandır.

Olamda harakat qiluvchi materiyadan boshqa hech bir narsa yo'qdir, harakat qiluvchi materiya esa faqat makon va vaqtda harakat qiladi. Bu ta'rifga ko'ra, harakat materiyaning ajralmas va asosiy xossasi bo'lib, olamda ro'y beradigan barcha hodisalarni o'z ichiga oladi. Harakat materiyaning yashash formasi bo'lib, harakatsiz materiya va materiyasiz harakat bo'lmaydi. Har qanday harakat fazoning ma'lum joyida va ma'lum vaqtida sodir bo'ladi. Fazo va vaqt uzviy bog'langan. Nazariy mexanikada fazo bir jinsli va izotrop deb qabul qilinadi, ya'ni mexanik hodisaning o'tishi (kechishi) uning qayerida o'tayotganligiga ham, fazodagi qaysi yo'nalishda sodir bo'layotganligiga ham bog'liq emas. Jismning fazoda boshqa jismga nisbatan harakatini o'rganish uchun shu ikkinchi jism bilan koordinatalar sistemasini (sanoq sistemasini) bog'lanadi. U holda jismning tekshirilayotgan harakati jism nuqtalarining tanlab olingan koordinatalar sistemasidagi fazo nuqtalari bilan ketma-ket ustma-ust tushishi orqali belgilanadi. Nazariy mexanikada vaqt fazoning har qaysi qismida ham bir me'yorda o'tadi va u fazo kabi uzluksiz hamda bir jinsli deb qaraladi.

Nazariy mexanika fani materiya harakatlaridan eng soddasi hisoblangan mexanik harakatni tekshiradi. *Mexanik harakat* deb, vaqt o'tishi bilan moddiy jismlarning fazoda bir-birlariga nisbatan vaziyatini o'zgarishiga aytiladi. Bu harakat jismlarning o'zaro ta'sirlashuvidan sodir bo'ladi. Mexanik harakat harakatning eng oddiy formasidir.

Tabiat hodisalariga boy bo'lib, uning barcha hodisalarini mexanik harakatga keltirib bo'lmaydi. Shu sababli ham ko'pgina hodisalarni faqat mexanika qonunlari asosida ham tushuntirib bo'lmaydi. Nazariy mexanika Galiley va Nyutonning 3 ta asosiy qonunlari asosida qurilgan. Bu qonunlar moddiy nuqtalarning harakatlarini kuzatish va ular ustida qilingan ko'p asrlik tajriba natijalarini umumlashtirish asosida kelib chiqqan. Nazariy mexanika klassik mexanika qonunlariga asoslanadi. Nazariy mexanika qonunlariga asoslangan hisoblashlar asosida mexanik, asbob-uskunalar, mashina va mexanizmlar hamda inshootlar quriladi. Yerdan uchirilgan sun'iy yo'ldoshlarining turli vaqt momentlaridagi hisoblangan koordinatalari kuzatilgan koordinatalari bilan aniq mos tushishi aniqlangan. Mexanika qonunlari tabiatning ob'ektiv qonunlari bo'lib uni barcha jismlarga tadbiq etish mumkin. Lekin bu qonunlarni yorug'lik tezligiga yaqin tezlikda harakat qiladigan jismlarga va mikrozararlarga (elementar zarralar) tadbiq etib bo'lmaydi.

Mexanika masalalarini yechilishini osonlashtirish uchun moddiy nuqta tushunchasi kiritiladi. Bunda uning o'lchamlari e'tiborga olinmaydi. Nuqta mexanikasi va jismlar sistemalari mexanikasi alohida o'rganiladi. Deformatsiyalanmaydigan jism *absolyut qattiq jism* deyiladi. Boshqacha qilib aytganda, absolyut qattiq jism deb uni tashkil etgan zarralar orasidagi masofa o'zgar olmaydigan jism tushuniladi. Bu albatta idealizatsiya. Tabiatda absolyut qattiq jism ham moddiy nuqta ham yo'q. Masalan, yerni quyosh atrofida aylanishini o'rganishda yerni moddiy nuqta deb qarash mumkin.

Kuch jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlaydi. Massa esa jismlarning inertligini ifodalaydi. Kuch, massa, fazo va vaqt, tezlik, tezlanish, impuls, kuch momenti va boshqalar nazariy mexanikaning asosiy tushunchalaridir. Bu tushunchalar orqali nazariy mexanika o'zining qonunlarini va qoidalarini ifodalaydi. Nazariy mexanika uch qismga bo'lib o'rganiladi: statika, kinematika va dinamika. Har bir qismda nuqta va jism uchun mexanik masalalar mustaqil holda alohida-alohida shakllarda o'rganiladi. Moddiy jismlarning muvozanati, ularga qo'yilgan kuchlarni qo'shish, ayirish va kuchlarni ta'sir jihatdan teng bo'lgan ekvivalent kuchlar sistemasi bilan almashtirish masalalari nazariy mexanikaning

statika bo'limida tekshiriladi. Jismlarning harakatini ularning massasi va ularga ta'sir etuvchi kuchlarga bog'lamay, faqat geometrik nuqtai nazardan tekshirish masalasi kinematika qismiga kiradi. Dinamikada esa moddiy jismlarning harakati shu harakatni vujudga keltiruvchi kuch bilan birgalikda tekshiriladi.

1.3. Masalalar – talabalarga fizika mashg'ulotlarida ta'lim berish vositasidir.

O'quv amaliyotida umumiy holda mantiqiy xulosalar, matematik amallar va fizikadagi qonunlar hamda usullarga asoslangan holda tajriba yordamida yechiladigan kichik muammo, odatda, *fizikaviy masala* deb yuritiladi. Aslida fizika mashg'ulotlarida o'quv materialini o'rganish bilan bog'liq holda kelib chiqadigan har bir jumboq o'quvchilar uchun masala bo'ladi. Ma'lum maqsadni ko'zlab faol fikr yuritish “masala yechishdan iboratdir”. Metodik va o'quv adabiyotlarida esa ma'lum maqsad uchun tanlab olingan va fizik hodisalarni o'rganish, tushunchalarning shakllanishi, o'quvchilarning fizikaviy tafakkurini rivojlantirish va ularga olgan bilimlarini qo'llay olish o'quvini berishni maqsad qilib olgan mashqlar masala deb yuritiladi. Masalalar yeshishning boshqa ko'p maqsadlari ham bor, masalan, o'quvchilarni tarbiyalash, ularning bilimlarini hisobga olish va nazorat qilish, o'quv va malakalarini aniqlash va hokazo.

O'quvchilarga fizikaviy hodisalarning mohiyatini turli yo'llar bilan tanishtiriladi: hikoya qilib beriladi, tajribalar namoyish qilinadi, laboratoriya ishlari bajariladi, sayohatlar o'tkaziladi va hokazo. Bunda o'quvchilarning faolligi, demak, ular bilimlarining chuqurligi va mustahkamligi “Muammoli vaziyat” ga bog'liq ravishda yuzaga keladi. Qator hollarda bunday muammoli vaziyatni masala shaklida berish va uni yechish jarayonida o'quvchi fizikaviy qonuniyatni o'zi uchun “qayta ochadi”, lekin uni tayyor holda olmaydi. Bu holda masala fizikaviy hodisasi o'rganish vositasi bo'ladi. Bu maqsadda sifatga oid masalalar hisoblash masalalari, tajribaviy masalalar va boshqa xil masalalardan foydalanish mumkin.

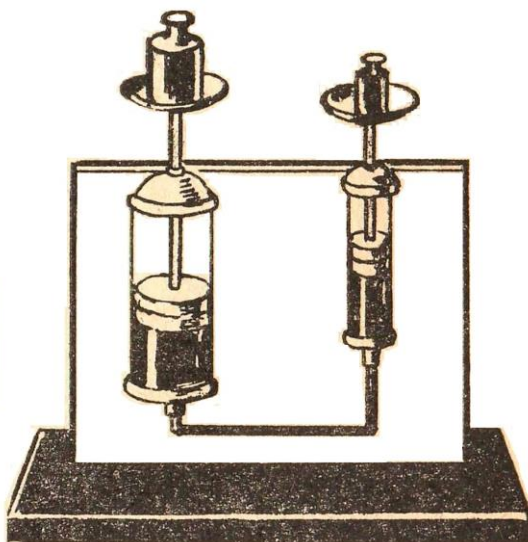
Oliy va o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi o'quvchilarining bor bilimlariga tayanib, masalalarni yechish jarayonida o'rganilayotgan fizikaviy hodisalarni tahlil

qilish, fizikaviy hodisalar, kattaliklar haqidagi tushunchalarini shakllantirish mumkin. Eksperimental masalalarni yechishda fizikaviy tajriba haqida o'quvchilarga tajriba – hodisalarni tadbiq qilish uslubi bo'lib, uning asosida o'lchashlar va fizikaviy kattaliklar orasidagi funksional bog'lanishni matematik tadqiq qilishlar yotishi haqida ba'zi tushunchalar berish mumkin.

Masalan, o'rta maxsus kasb-hunar ta'limining birinchi bosqichida quyidagi masalalar yechilishi mumkin:

1-masala. Prujinani darajalang va uning uzayishini qo'yilgan kuch kattaligiga bog'liqligini formula bilan ifodalang.

2-masala. Hidravlik press modelidan foydalanib porshenlarning ko'tarilish kattaligi bilan ularning yuzalari kattaligi orasidagi bog'lanishni aniqlang (1.3.1-chizma).



1.3.1-chizma. Hidravlik press.

Texnikaviy mazmundagi masalalar quyidagi asosiy talablarni qanoatlantirishi kerak: masalaning mazmuni o'rganilayotgan dastur materiali bilan chambarchas bog'langan bo'lishi kerak. Ko'rilayotgan texnika ob'yekti yoki hodisa xalq xo'jaligida keng qo'llanadigan bo'lishi kerak. Masalada mashinalar, jarayonlar va hokazolar haqidagi real ma'lumotlardan foydalanilgan bo'lishi kerak, amalda haqiqatdan duch kelinadigan savollar qo'yilgan bo'lishi kerak. Texnikaga oid masalalar faqat mazmuni jihatdan emas, balki shakli jihatidan ham turmushda uchraydigan hollarga iloji boricha yaqin bo'lishi kerak, "hech qaysi kattalik

berilmagan” masalalarda esa zarur ma’lumotlarni sxemalardan, chizmalardan topishga, to’plamlardan olishga yoki tajriba ma’lumotlaridan foydalanishga to’g’ri keladi. Masalan, texnik mazmundagi masalalarga namunalar keltirish mumkin.

3–masala. Agar tokarlik stanogining kesish tezligi 80 m/min , ishlov berilayotgan detalning diametri 40 mm bo’lsa, stanok shpindelining aylanishlar soni aniqlansin.

Bu masalada hamma zarur ma’lumotlar berilgan, faqat zaruriy formulaga son qiymatlarni qo’yib, hisoblash kerak.

4–masala. Elektrodvigatelga tok keltiruvchi simni tanlang.

Bu masalani yechish uchun dvigatel pasportidagi ma’lumotlarga ko’ra uning quvvatini va foydali ish koeffitsiyentini, manbadagi kuchlanishni, simlarning uzunligini va ularda kuchlanish tushishini aniqlash zarur.

Ishlab chiqarish mazmunidagi masalalarga quyidagilar misol bo’la oladi:

5–masala. Uyingizdagi kir yuvadigan mashinaning 3 soat davomida sarf qiladigan elektr energiyasi narxini aniqlang.

6–masala. Vertikal o’rnatilgan ko’zguda o’z bo’yingiz to’liq ko’rinashi uchun ko’zguning balandligi kamida qancha bo’lishi kerak? Uni qanday joylashtirish lozim?

7–masala. Traktorning gidravlik ko’targichining sxemasini chizing. Gidrosistemadagi bosimni aniqlang, ko’targich porshenining diametrini o’lchang va ko’targich erishadigan kuchning maksimal kattaligini aniqlang.

8–masala. Shudring tushishini kuzating. Quyosh botishidagi va shudring tushish vaqtlardagi haroratni aniqlang. Qanday joylarda shudring qalinroq tushadi? Nima uchun?

O’rta maxsus kasb-hunar ta’limidagi fizika faniga doir masalalar ko’p belgilariga qarab, masalan, ularning mazmuniga, qanday maqsadda berilganiga, biror masalani qanday darajada tadbiiq qilinishiga, yechish usullariga, shartlarining berilish usullariga, qiyinlik darajasiga va boshqa belgilariga ko’ra klassifikasiyalash mumkin.

Masalalarni mazmuniga qarab ulardagi fizikaviy materiallarga ko'ra ajratish mumkin. Mexanikaga, molekulyar fizikaga, elektr yoki magnetizmga, optika, atom yoki yadro fizikasiga doir va hokazo masalalar bo'lishi mumkin. Bunday turlarga bo'lish shartli, chunki ko'pincha, masalaning shartida fizikaning bir necha bo'limlardagi ma'lumotlardan foydalaniladi.

Masalalar *abstrakt* va *konkret* mazmunli bo'lishi mumkin. Abstrakt mazmunli masalalarga quyidagilar misol bo'ladi:

9-masala. Agar qiya tekislikning uzunligi l , balandligi h bo'lsa, undan m massali jismni ko'tarish uchun qanday kuch qo'yish kerak? Jismning tekislikka bosim kuchi qanday bo'ladi?

Agar masalada aynan qanday tekislikdan foydalanilayotgani, jismning o'zi nima va u tekislik bo'ylab qanday ko'tarilishi ko'rsatilgan bo'lsa, u holda bu masala konkret mazmunli masala bo'ladi.

Abstrakt mazmunli masalalarning afzalligi shundaki, unda fizikaviy mohiyati ajratilib qayd qilinadi va uning aniqlanishiga ahamiyatsiz detallar to'sqinlik qilmaydi. Konkret masalalarning avzalligi shundaki, ular aniq va turmush bilan bog'langan bo'ladi.

Texnika, sanoat yoki qishloq xo'jalik ishlab chiqarishi, transport va aloqaga oid materiallar bo'lgan masalalar *texnik mazmundagi masalalar* deb ataladi. Bunday masalalar fizika masalalarining katta qismini tashkil qilishi kerak.

Qator masalalarda tarixiy xarakterdagi ma'lumotlar bo'ladi: klassik fizikaga doir tajribalar, kashfiyotlar, ixtirolar yoki hatto tarixiy afsonalar haqida ma'lumotlar bo'ladi.

Fizikaga oid masalalarni, shuningdek, murakkablik darajasiga qarab ham klassifikasiyalash mumkin. Mazmunan murakkab bo'lmagan, masalan, formulalarning ma'nosini tahlil qilib berish, birliklar sistemasini tanlash, tayyor formuladan biror fizik kattalikni topish singarilarni, odatda, mavzuni o'rganish jarayonida yechiladi. Murakkabroq masalalar esa muammoli vaziyatni va yangilik elementlarini o'z ichiga oladi. Masalalarning yuqorida ko'rsatilgan turlari orasida keskin chegara yo'q. Masalalarni tobora murakkablashtira borib, ko'pincha

turmushda bo'ladigandek, faqat muammo qo'yilgan va "hech qaysi kattalik berilmagan" masalalarga kelinadi. Bunday masalalarni uslubiyotchilar "ijodiy" masalalar deb yuritadilar.

Tavsifi va masalalarni tadqiq qilish metodlari jihatdan masalalarni *sifatga* oid va *miqdoriy* masalalarga bo'linadi. Fizikaviy kattaliklar orasida faqat sifatga oid bog'lanishlar aniqlanadigan masalalarni sifatga oid masalalar deyiladi. Odatda bunday masalalarni yechishda hisoblashlar bajarilmaydi. Ba'zida bu masalalarni metodik adabiyotlarda boshqacha: savolli masalalar, mantiqiy masalalar, sifatga oid savollar deb ataladi.

Izlanayotgan fizikaviy kattaliklar orasidagi bog'lanishlar miqdoriy aniqlanadigan va masalaning javobi formula yoki aniq son sifatida olinadigan masalalar miqdoriy masalalar deyiladi. Bunday masalalarni yechishda hisoblashlar olib borish zarur. Masaladagi savolga beriladigan oxirgi javob miqdoriy hisoblashlarsiz bo'lmaydi.

Yechish usullariga ko'ra masalalarni og'zaki, eksperimental, hisoblash va grafik masalalarga bo'linadi. Birgina masalani yechishda bir necha usuldan foydalanilgani uchun masalaning bunday bo'lishi shartlidir. Masalan, eksperimental masalani yechishda og'zaki mulohazalar, shuningdek, ko'p hollarda hisoblash ishlari va grafiklardan foydalanish kerak bo'ladi. Ma'lum darajada eksperimentdan foydalanadigan masalalar eksperimental masalalar deyiladi. Yechishda grafiklardan foydalaniladigan masalalar grafik masalalar deyiladi.

Turli tipdagi masalalarni yechish tartibi turlicha bo'ladi va ko'p sharoitlarga bog'liq. Ba'zi hollarda dastlab eksperimental masalalar, boshqa hollarda dastlab hisoblash masalalari yechiladi va hokazo. Biroq ko'p hollarda masalaning fizikaviy mohiyatini aniqlash uchun dastlab sifatga oid yoki eksperimental masalalarni yechish, so'ngra hisoblash va grafik masalalarni yechish maqsadga muvofiqdir.

\

1.4. Nazariy mexanika fanidan masalalar yechishning tarbiyaviy ahamiyati

Nazariy mexanikaga doir masalalar talabalarga texnik ta'lim berishda katta ahamiyatga ega. Bu masalalarda sanoat va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga, transport, aloqa, zamonaviy texnikaga va boshqalarga oid ma'lumotlar bo'lishi mumkin. Bunday masalalar o'quvchilar uchun nazariyani amaliyot bilan, o'qishni turmush bilan bog'laydigan yengil, tushunarli vositalardan biri bo'lishi mumkin. Ishlab chiqarish mazmunidagi masalalar bilan bir qatorda o'qitishni turmush bilan bog'lash uchun turmushda uchraydigan fizikaviy hodisalarga bag'ishlangan masalalar ham katta ahamiyatga egadir. Bunday masalalar "atrofimizdagi" fizikaviy hodisalarni ko'rishga yordam beradi, o'quvchilarning kuzatuvchanligini oshiradi. Masalalar yechish jarayonida o'quvchilar tabiat, texnika va turmushdagi turli fizikaviy hodisalarni tahlil qilish uchun o'z bilimlarini qo'llashga doir malaka va uquvlar hosil qiladilar; chizmalar, rasmlar, grafiklar chizishga, hisoblashlarni bajarishga; to'plamlardan foydalanishga; eksperimental masalalarni yechishda asbob va uskunalardan foydalanishga doir o'quv va malakalar hosil qiladilar va hokazo. Bu jihatdan o'quvchilarning mehnat va hayotiy tajribalari, ularning sayohatlar vaqtida, o'quv yurtlari laboratoriyalarida ish bajarish vaqtida, shuningdek turmushda uchraydigan kuzatishlaridan foydalanib yechiladigan masalalar juda foydalidir. Masalalar yordamida o'quvchilarga yangi taraqqiy g'oya va dunyoqarashlarning paydo bo'lishi bilan, Vatanimiz olimlarining kashfiyotlari bilan tanishtirish ularning e'tiborini O'zbekistonning fani va texnikasining ulkan yutuqlariga jalb qilish mumkin. Masalalar o'quvchilarda mehnatsevarlik, jur'atlilik, iroda va xarakterni tarbiyalashda ham katta tarbiya vositasi bo'lib xizmat qiladi. Masalalar yechish oson ish emas, bunda butun kuchni jalb qilish kerak bo'ladi, masala yechish bilan yutuqlarning ijodiy sevinchiga ega bo'lish, fanga muhabbat ortirish, shuningdek, ixlosdan qaytish, o'z ishiga ishonchsizlik, fizikaga qiziqishni yo'qotish ham mumkin. Masalalar yechish o'qituvchi uchun o'quvchilarning yutuqlarini va kayfiyatlarini, shuningdek o'zining o'quv-tarbiya

ishlarining samaradorligini doimo kuzatib borishi mumkin bo'lgan aniq barometrdir.

I bob xulosasi.

Erksiz material nuqta dinamikasining birinchi tip (to'g'ri) masalalarini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Agar masala shartida hisoblash sistemasi berilmagan bo'lsa hisoblash sistemasi tanlab olinadi.
2. Berilgan kuchlarni shaklda ko'rsatib va tasvirlab olish kerak.
3. Bog'lanishdan qutilish prinsipidan foydalanib, bog'lanish reaksiya kuchlarini ko'rsatib, ifodalab olinadi.
4. Material nuqtaning tezlanishini berilgan harakat qonunidan aniqlab olib, uning olingan koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari topiladi.
5. Tanlab olingan hisoblash sistemasida material nuqta harakatining differensial tenglamalarini tuzib olish kerak.
6. Tuzilgan differensial tenglamalardan izlanayotgan noma'lum miqdorlar topiladi.

Material nuqta dinamikasining teskari—ikkinchi masalasini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi.

1. Inerqial hisoblash sistemasini kiritib, koordinata o'qlari sistemasini tanlab olinadi.
2. Material nuqtaga qanday kuchlar, bog'lanish reaksiyasi kuchlari ta'sir qilayotganini aniqlab olish kerak.
3. Nuqta harakatining boshlang'ich shartlarini aniqlab olish kerak, ya'ni x_0 , y_0 , z_0 , \mathcal{G}_{0x} , \mathcal{G}_{0y} , \mathcal{G}_{0z} larning $t = 0$ bo'lgandagi ifodalarini topib olish kerak.
4. . Harakat differensial tenglamalari integrallanadi.

5. Harakatning boshlang'ich shartlari asosida integrallashtan chiqqan noma'lum o'zgaraslarni topish kerak.
6. Topilgan natijani kinematik tekshirib ko'riladi.

II. NAZARIY MEXANIKADA MASALALAR YECHISH USULLARINING QO'LLANILISHI

2.1. Dinamikaning asosiy masalalarini differensial tenglamalar yordamida yechish usuli

Moddiy jismlarning shu harakatini vujudga keltiruvchi sababga, ya'ni ta'sir etayotgan kuchga bog'lab tekshiradigan mexanikaning qismiga *dinamika* deyiladi. Moddiy nuqta mexanikaning (dinamikaning) oddiy ob'yektidir. Masala yechishda o'lchamlarini hisobga olmaslik mumkin bo'lgan moddiy jism *moddiy nuqta* deb ataladi. Moddiy nuqtaning harakatiga hech qanday chegara (chek) qo'yilmasa, u *erkin moddiy nuqta* deyiladi. Moddiy nuqtaning harakati biror sabab bilan cheklangan bo'lsa, unday moddiy nuqta *erksiz moddiy nuqta* deyiladi. Dinamika ikki qismga, moddiy nuqta dinamikasiga va absolyut qattiq jism dinamikasi kirgan moddiy nuqtalar sistemasining dinamikasiga bo'linadi.

Dinamika I.Nyuton ta'riflab bergan to'rtta aksiomaga (qonunga) asoslanadi.

Birinchi aksioma (*inersiya qonuni*): har qanday moddiy nuqta unga biror tashqi kuch ta'sir etmaguncha o'zining tinchlik holatini yoki to'g'ri chiziqli teng o'lchovli harakatini saqlaydi. O'z tezligining o'zgarishiga moddiy nuqta ko'rsatadigan qarshilik uning inersiyasi deyiladi. Inersiya qonunini tatbiq qilish mumkin bo'lgan koordinata sistemasi inersiyali sistema deb ataladi.

Ikkinchi aksioma (*dinamikaning asosiy qonuni*): moddiy nuqtaning harakatlantiruvchi kuch ta'sirida hosil bo'lgan tezlanishi bu kuch bilan bir yo'nalishda bo'lib, miqdori jihatidan shu kuchga proporsionaldir:

$$\bar{F} = m\bar{a}, \quad (2.1.1)$$

bu yerda \bar{a} kuch ta'sirida moddiy nuqta olgan tezlanish vektori; m — moddiy nuqtaning massasi o'zgarmas miqdor; \bar{F} —moddiy nuqtaga ta'sir ettirilgan kuchning vektori. Ikkinchi aksioma erkin tushishga (yerga tortilishga) tatbiq etilganda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\bar{P} = m\bar{g}, \quad (2.1.2)$$

bu yerda \bar{g} — erkin tushish tezlanishi; \bar{P} — jism og'irligining kuchi.

Uchinchi aksioma (*ta'sir va aks ta'sir qonuni*): ikki moddiy nuqtaning bir-biriga, ta'sir kuchi hamma vaqt miqdor jihatidan bir-biriga teng va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi.

To'rtinchi aksioma (*kuchlar ta'sirining erkinlik prinsipi*): moddiy nuqtaga bir vaqtning o'zida bir qancha kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, uning tezlanishi shu moddiy nuqtaga har qaysi kuch, alohida ta'sir etganda hosil bo'lgan tezlanishlarning geometrik yig'indisiga teng, ya'ni

$$\bar{\omega} = \bar{\omega}_1 + \bar{\omega}_2 + \bar{\omega}_3 + \dots + \bar{\omega}_n \quad (2.1.3.)$$

bu yerda

$$\bar{\omega}_1 = \frac{\bar{F}_1}{m}, \quad \bar{\omega}_2 = \frac{\bar{F}_2}{m}, \quad \bar{\omega}_3 = \frac{\bar{F}_3}{m}, \quad \dots, \quad \bar{\omega}_n = \frac{\bar{F}_n}{m}.$$

$\bar{F}_1, \bar{F}_2, \bar{F}_3, \dots, \bar{F}_n$ - moddiy nuqtaga ta'sir ettirilganda kuchlar; m - moddiy nuqtaning massasi.

Moddiy nuqta dinamikasi quyidagi asosiy ikki tip masalani tekshiradi:

1) Moddiy nuqtaning massasi bilan birga kinematik elementlari berilgan bo'lib, harakatni vujudga keltiruvchi kuchni topish kerak bo'lgan masalalar birinchi tip masalalarga kiradi (dinamikaning birinchi masalasi). Bu tipdagi masalalarni *to'g'ri masalalar* deb ham yuritiladi;

2) Massasi ma'lum bo'lgan moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuch berilgan bo'lib, shu kuch ta'siridan hosil bo'lgan kinematik elementlarini topish kerak bo'lgan masalalar ikkinchi tip masalalarga kiradi (dinamikaning ikkinchi masalasi). Bu tipdagi masalalarni *teskari masala* deb ham yuritiladi.

Moddiy nuqta harakatining differensial tenglamalari yordamida dinamikaning ikki asosiy masalasini, ya'ni to'g'ri va teskari masalalarini yechish mumkin.

Dinamikaning ikkinchi va to'rtinchi qonuniga asosan kuch bilan nuqtaning tezlanishi orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$m\bar{\omega} = m \frac{d\bar{\mathcal{G}}}{dt} = \bar{F} \quad \text{yoki} \quad m \frac{d^2\bar{r}}{dt^2} = \bar{F}. \quad (2.1.4)$$

(2.1.4) moddiy nuqta harakati differensial tenglamalarining vektor ifodasidir.

(2.1.4) vektor tenglikni biror koordinata o'qlari sistemasiga proyeksiyalasak, moddiy nuqta harakatining o'sha o'qlar sistemasidagi differensial tenglamalarini olamiz.

Dekart koordinata o'qlari sistemasini olsak, quyidagini hosil qilamiz:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{d^2x}{dt^2} &= F_x \\ m \frac{d^2y}{dt^2} &= F_y \\ m \frac{d^2z}{dt^2} &= F_z \end{aligned} \right\} \quad (2.1.5)$$

bu yerda x, y, z — nuqtaning koordinatalari; F_x, F_y, F_z -nuqtaga ta'sir ettirilgan kuchlar teng ta'sir etuvchisining koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari. Nuqta erksiz bo'lsa, shu tenglamalarga bog'lanish reaksiya kuchlari ham kiradi.

Dinamikaning ba'zi masalalarini yechishda tabiiy koordinatalar sistemasidan foydalanish qulay bo'ladi. Bunday sistemaga nisbatan moddiy nuqta harakatining differensial tenglamalarini tuzamiz. Tezlanish vektorining binormaldagi proyeksiyasi nolga tengligini hisobga olib (2.1.2) ni $\bar{r}, \bar{n}, \bar{b}$ tabiiy koordinata o'qlariga proyeksiyalab quyidagi tenglamalarga ega bo'lamiz:

$$\left. \begin{aligned} m\omega_\tau &= F_\tau \\ m\omega_n &= F_n \\ 0 &= F_b \end{aligned} \right\} \quad \text{yoki} \quad \left. \begin{aligned} m \frac{d\mathcal{G}}{dt} &= F_\tau \\ m \frac{\mathcal{G}^2}{\rho} &= F_n \\ 0 &= F_b \end{aligned} \right\} \quad (2.1.6)$$

Bu yerda \mathcal{G} - moddiy nuqtaning tezligi; ρ - trayektoriyaning harakatdagi moddiy nuqta bilan ustma-ust tushuvchi nuqtasining egrilik radiusi; F_τ, F_n, F_b - nuqtaga ta'sir qilayotgan kuchlarning tegishli urinma, normal va binormal

o'qlardagi proyeksiyalari. (2.1.6) tenglamaga moddiy nuqta harakatining Eyler yoki tabiiy tenglamasi deyiladi.

Nuqtaga ta'sir etuvchi kuchni topishda, nuqtaning harakat qonuni qanday usulda berilganiga qarab, yuqorida chiqarilgan differensial tenglamalarning vektorli (2.1.4), Dekart koordinata o'qlaridagi (2.1.5) yoki tabiiy koordinata o'qlaridagi (2.1.6) ifodalarning biridan foydalaniladi. Har qaysi usulda ham masalani yechish harakat qonunidan nuqtaning tezlanishini topishga keltiriladi. Masalan, massasi m bo'lgan moddiy nuqta harakati Dekart koordinatasida $x = f_1(t)$, $y = f_2(t)$, $z = f_3(t)$, tenglamalar bilan berilgan bo'lsa, shu harakatni vujudga keltiruvchi \bar{F} kuchining X , Y , Z proyeksiyalari quyidagi formulalardan topiladi:

$$X = m \frac{d^2x}{dt^2}, \quad Y = m \frac{d^2y}{dt^2}, \quad Z = m \frac{d^2z}{dt^2},$$

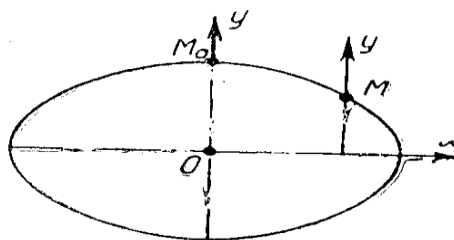
Bundan kuchning moduli: $F = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2};$

yo'nalishi: $\cos(\bar{F}, \bar{x}) = \frac{X}{F}, \quad \cos(\bar{F}, \bar{y}) = \frac{Y}{F}, \quad \cos(\bar{F}, \bar{z}) = \frac{Z}{F}.$ formulalardan

aniqlanadi. Bu dinamikaning to'g'ri masalasi bo'lgani uchun berilgan harakat tenglamasini ikki marta differensiallash bilan osongina yechiladi.

1-masala. (I.V.Meshcherskiy)

Massasi m bo'lgan nuqta $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ellips bo'ylab harakat qiladi. Nuqtaning tezlanishi y o'qqa parallel. $t=0$ bo'lganda nuqtaning koordinatalari $x=0, y=b$, boshlang'ich tezlik \mathcal{G}_0 bo'lgan. Trayektoriyaning har bir nuqtasida nuqtaga ta'sir qiluvchi kuch aniqlansin.



2.1.1- chizma. Ellips bo'ylab harakatlanish.

Yechish. Harakat qilayotgan M nuqta tezlanish vektorining OX koordinata o'qidagi proyeksiyasini topamiz. Tezlanish OY o'qqa parallel bo'lgani uchun

$$\omega_x = \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \quad (1)$$

Bu (1) differensial tenglamaning integrali:

$$x = C_1 t + C_2 \quad (2)$$

bu yerda C_1 va C_2 – integrallash doimiylari. Nuqta harakatining boshlang'ich shartlari

$$t=0 \text{ bo'lganda, } \left(\frac{dx}{dt} \right)_0 = \mathcal{G}_0, \quad x_0=0 \quad (3)$$

bo'lishidan foydalanib C_1 va C_2 ni topamiz:

$$C_1 = \mathcal{G}_0, \quad C_2=0 \quad (4)$$

Demak, $x = \mathcal{G}_0 t$ (5)

M nuqta tezlanishini topish uchun nuqta trayektoriyasining tenglamasi (1) dan vaqtga nisbatan ikki marta hosila olish kerak:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 = 0 \quad (6)$$

bundan vaqtga nisbatan olingan birinchi hosila:

$$\frac{2x}{a^2} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{2y}{b^2} \cdot \frac{dy}{dt} = 0$$

ikkinchi hosila:

$$\frac{2x}{a^2} \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{2}{a^2} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \frac{2y}{b^2} \cdot \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{2}{b^2} \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 = 0$$

$$\text{yoki } \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 + y \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{b^2}{a^2} \left[\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + x \frac{d^2x}{dt^2} \right] \quad (7)$$

(5) dan x qiymatini (6) ga olib qo'yib y ni topamiz:

$$y = b \sqrt{1 - \left(\frac{\mathcal{G}_0}{a} \right)^2 t^2} \quad (8)$$

(8) tenglikdan vaqtga nisbatan hosila olamiz:

$$\frac{dy}{dt} = b \frac{-\left(\frac{g_0}{a}\right)^2 t}{\sqrt{1-\left(\frac{g_0}{a}\right)^2 t^2}} \quad \text{yoki} \quad \frac{dy}{dt} = -\frac{b^2 g_0^2}{a^2 y} t \quad (9)$$

(7), (8) va (1) tenglamalardan foydalanib izlanayotgan noma'lum miqdorni topamiz:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{b^4 g_0^2}{a^2 y^2} \quad (10)$$

Tezlanish vektori topilgandan keyin kuchning o'sha o'qdagi proyeksiyasi Y ni (1,2) tenglamadan foydalanib topamiz:

$$Y = F_y = -m \frac{b^4 g_0^2}{a^2 y^2} \quad (11)$$

2-masala. (I.V.Meshcherskiy)

Massasi 0,2 kg bo'lgan moddiy nuqtaning harakati $x = 3 \cos 2\pi t$, $y = 4 \sin \pi t$ (sm) tenglamalar bilan ifodalanadi, bu yerda t -sekundlar hisobida. Nuqtaga ta'sir qiluvchi kuchning proyeksiyalari uning koordinatalari orqali ifodalansin.

Yechish. Nuqta tezlanishining koordinata o'qlaridagi proyeksiyasini aniqlaymiz:

$$W_x = \frac{d^2 x}{dt^2} = -12\pi^2 \cos 2\pi t \quad (1)$$

$$W_y = -4\pi^2 \sin \pi t$$

Nuqtaga ta'sir etuvchi kuchlarning koordinata o'qlaridagi proyeksiyasini aniqlaymiz:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_x; m \frac{d^2 y}{dt^2} = F_y \quad (2)$$

$$\cos 2\pi t = \frac{x}{3}; \sin \pi t = \frac{y}{4}$$

$$F_x = m(-12\pi^2 \cos 2\pi t) = -12\pi^2 m \frac{x}{3} = -4\pi^2 \cdot 0,2x = -0,8 \cdot 9,86x \cdot 10^{-2} = -0,0788x$$

$$F_y = m(-4\pi^2 \sin \pi t) = -4 \cdot 9,86 \cdot 0,2 \cdot \frac{y}{4} = -9,86 \cdot 0,2y \cdot 10^{-2} = -0,0197y$$

Moddiy nuqta dinamikasining ikkinchi asosiy masalasida massasi va nuqtaga ta'sir etuvchi kuch berilganda nuqtaning harakat qonuni aniqlanadi. Bu masalani yechish (2.1.6) harakat differensial tenglamarini integrallashga keltiriladi. Shu sababli

dinamikaning ikkinchi asosiy masalasini yechish birinchisiga nisbatan ancha murakkabdir.

Bu masalani yechishda nuqta harakatining differensial tenglamalarining (2.1.5) ning har birini ikki martadan integrallaymiz.

$$\left. \begin{aligned} m \frac{d^2 x}{dt^2} &= F_x \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} &= F_y \\ m \frac{d^2 z}{dt^2} &= F_z \end{aligned} \right\} \quad (2.1.5)$$

U holda

$$\begin{aligned} x &= f_1(t, C_1, C_2, \dots, C_6) \\ y &= f_2(t, C_1, C_2, \dots, C_6) \\ z &= f_3(t, C_1, C_2, \dots, C_6) \end{aligned} \quad (2.1.7)$$

Bu tenglama nuqta harakatining tenglamasini ifodalaydi. Bunda C_1, C_2, \dots, C_6 -o'zgarmas miqdorlar, bu o'zgarmas miqdorlarni topish uchun boshlang'ich shartlardan foydalanamiz. Nuqtaning boshlang'ich vaqtidagi $t=0$ holatini va tezligini ifodalovchi shartlar boshlang'ich shartlar deyiladi. Masalan,

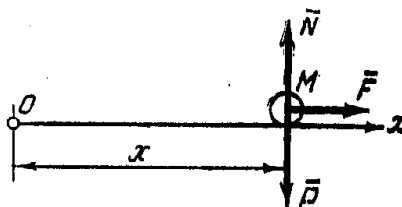
$$\begin{aligned} x &= x_0, v_x = v_{0x} \\ y &= y_0, v_y = v_{0y} \\ z &= z_0, v_z = v_{0z} \end{aligned} \quad (2.1.8)$$

(2.1.7)dan vaqt bo'yicha hosila olsak, 6 ta integrallash doimiylariga bog'liq uchta funksiya hosil bo'ladi. Boshlang'ich shartlarni qo'yib 6 ta integrallash doimiylari qatnashadigan 6 ta tenglamalar sistemasini yechib, 6 ta integrallash doimiylari aniqlanadi. Integrallash doimiylari topilgan qiymatlarini (2.1.7) ga qo'yib, boshlang'ich shartlariga mos bo'lgan nuqtaning Dekart koordinatalaridagi kinematik tenglamalarini olamiz.

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t)$$

3-masala (I.V.Meshcherskiy).

Massasi m bo'lgan moddiy nuqta $F = F_0 \cos \omega \cdot t$ (bu yerda F_0 va ω — o'zgarmas miqdorlar) qonuniga muvofiq o'zgaruvchi kuch ta'sirida to'g'ri chiziqli harakat qiladi. Boshlang'ich paytda nuqtaning tezligi $\dot{x}_0 = \mathcal{G}_0$ bo'lgan. Nuqta harakatining tenglamasi topilsin (2.1.2- chizma).



2.1.2-chizma. Nuqtaning harakatiga qo'yilgan kuchlar.

Yechish. Nuqtaning boshlang'ich (oldingi) paytdagi vaziyatini hisoblash boshi uchun qabul qilib Ox o'qini nuqta harakat qilayotgan to'g'ri chiziq bo'yicha yo'naltiramiz. Boshlang'ich paytda nuqta harakatda ekanligini hisobga olib, boshlang'ich shartlarini yozamiz:

$$t=0 \text{ bo'lganda } x=0, \quad \mathcal{G} = \left(\frac{dx}{dt} \right)_0 = \mathcal{G}_0$$

Nuqta \bar{P} og'irlik kuchi, harakatga keltiruvchi \bar{F} kuch va gorizontal tekislikning \bar{N} normal reaksiya kuchi qo'yilgan. Nuqtaning x o'qi bo'yicha harakat differensial tenglamasi:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F \quad (1)$$

yoki

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{F_0}{m} \cos \omega \cdot t \quad (2)$$

ko'rinishda bo'ladi. $\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{d\mathcal{G}}{dt}$ bo'lgani uchun uni (2) ga qo'yib o'zgaruvchilarni

ajratamiz:

$$\frac{d\mathcal{G}}{dt} = \frac{F_0}{m} \cos \omega \cdot t \quad \text{yoki} \quad d\mathcal{G} = \left(\frac{F_0}{m} \cos \omega \cdot t \right) dt \quad (3)$$

buni integrallaymiz:

$$\mathcal{G} = \frac{dx}{dt} = \frac{F_0}{m} \sin \omega \cdot t + c_1 \quad (4)$$

Boshlang'ich $t = 0$ bo'lganda $\mathcal{G} = \mathcal{G}_0$ shartlarni (4) ga qo'ysak, c_1 topiladi:

$$c_1 = \mathcal{G}_0$$

C_1 ning qiymatini (4) ga ko'yamiz:

$$\mathcal{G} = \frac{dx}{dt} = \frac{F_0}{m\omega} \sin \omega t + \mathcal{G}_0 \quad (5)$$

(5) dagi o'zgaruvchilarni ajratamiz:

$$dx = \frac{F_0}{m\omega} \sin \omega t \cdot dt + \mathcal{G}_0 dt \quad (6)$$

buni integrallaymiz

$$x = -\frac{F_0}{m\omega^2} \cos \omega t + \mathcal{G}_0 t + c_2 \quad (7)$$

Boshlang'ich shartlarni ($t=0$ bo'lganda $x=x_0=0$) (7) ga qo'yib, c_2 ni topamiz:

$$c_2 = \frac{F_0}{m\omega^2} \quad (8)$$

c_2 ning qiymatini (7) ga qo'ysak

$$x = -\frac{F_0}{m\omega^2} (1 - \cos \omega t) + \mathcal{G}_0 t$$

bo'ladi. Bu izlanayotgan nuqta harakatining tenglamasi. Bu tenglamadan ko'rinib

turibdiki nuqtaning harakatini $x_1 = v_0 t + \frac{F_0}{m\omega^2}$ qonunga bo'ysunadigan teng

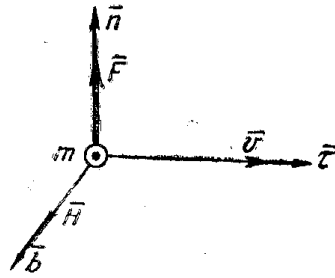
o'lchovli harakat hamda $x_2 = -\frac{F_0}{m\omega^2} \cos \omega t$ qonunga bo'ysunadigan garmonik

tebranma harakatlarning yig'indisidan iborat deb qarash mumkin.

4-masala (I.V.Meshcherskiy).

Katod nurlarining magnit maydonida og'ishi. Manfiy e elektr zaryadiga ega bo'lgan m massali zarracha kuchlanishi H bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga maydon kuchlanishiga perpendikulyar yo'nalgan \mathcal{G}_0 tezlik bilan kirib

boradi. Zarrachaga $\vec{F} = -e(\vec{g} \times \vec{H})$ kuch ta'sir qiladi deb hisoblab, zarracha keyingi harakatining trayektoriyasi aniqlansin(2.1.3-chizma).



2.1.3-chizma. Katod nurining magnet maydonda og'ishi.

Yechish. Koordinata o'qlarini 2.1.3-chizmada ko'rsatilgandek olamiz. Nuqtaning harakat differensial tenglamasini (1.1.3) ko'rinishida (urinma, normal va binormal o'qlardagi proyeksiyasida) tuzamiz:

$$\begin{cases} m \frac{d\mathcal{G}}{dt} = F_\tau = 0 \\ m \frac{\mathcal{G}^2}{\rho} = F_n = -e(\vec{g} \times \vec{H}) \\ 0 = F_b = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Bularning birinchisidan

$$\mathcal{G}_1 = c_1 = const \quad (2)$$

Boshlang'ich shartlardan $t=0$ bo'lganda, $\mathcal{G} = \mathcal{G}_0$, bunga muvofiq $c_1 = \mathcal{G}_0$, $\mathcal{G} = \mathcal{G}_0$ bo'lgani uchun doimo

$$\frac{m\mathcal{G}_0^2}{\rho} = eH\mathcal{G}_0 \quad \text{yoki} \quad \frac{m\mathcal{G}_0}{\rho} = eH \quad (3)$$

bo'ladi, bunda miqdorlarning hammasi o'zgarmas, undan ρ ni topamiz:

$$\rho = \frac{m\mathcal{G}_0}{eH}$$

Demak, zarrachaning harakat traektoriyasi radiusi ρ bo'lgan aylana ekan.

2.2. Nazariy mexanika masalalarini yechishda D'alamber qoidasining qo'llanilishi

D'alamber qoidasi o'rta maktabda emas, balki oliygohlarda o'rganiladi. Lekin bu qoidani o'rganish unchalik murakkab bo'lmaganligi uchun uni akademik litsey va kasb-hunar kollejlarda fizika fanini o'rganish jarayonida ham qo'llash mumkin.

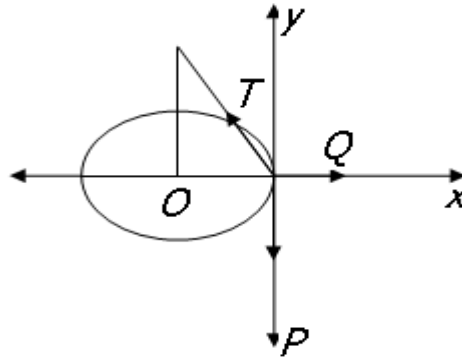
Xususan, fizika kursidagi dinamik masalarda D'Alamber qoidasini qo'llash ularning yechilishini osonlashtiradi. Bu qoidani quyidagicha izohlash mumkin: Agar harakatlanayotgan moddiy nuqtani to'xtatib, unga to'xtashidan avval ta'sir etayotgan kuchlar bilan birgalikda yana inersiya kuchi ham qo'yilsa, moddiy nuqta harakatlanmaydi, ya'ni u tinchlikda, muvozanatda bo'ladi.

Inersiya kuchi bu harakatlanayotgan moddiy nuqta massasining tezlanishi ko'paytmasiga teng bo'lgan va moddiy nuqtaning tezlanishiga qaram-qarshi yo'nalgan kattalikdir. Bu qoidadan foydalanib, inersiya kuchining modulini va yo'nalishini aniqlash mumkin. Bu kuch harakatlanayotgan moddiy nuqtaga ta'sir etayotgan barcha kuchlar tizimiga qo'shilsa, o'zaro muvozanatlashuvchi kuchlar tizimi hosil bo'ladi, ya'ni inersiya kuchining qo'shilishi istalgan dinamik masalani statik masalaga aylantiradi.

Masalalarning yechilishida D'Alamber qoidasidan foydalanishni bir nechta misolda ko'rib chiqamiz.

5-masala.

Uzunligi l bo'lgan ipga osilgan P og'irlikdagi yuk tekis harakatlanib, gorizontal tekislikda aylana chizadi. Yuk harakatlanayotgan vaqtda ip vertikal bo'lgan α burchak hosil qilsak, uning tarangligi T ni, yukning tezligi v ni va uning to'liq aylanasi chizish uchun ketgan t vaqt aniqlansin.



2.2.1.-chizma. Yukka ta'sir etayotgan kuchlar

Yechish. Yukka ikkita kuch ta'sir etadi ipning taranglik kuchi T va yukning og'irligi P . Yuk aylana bo'ylab tekis harakat qilayotganligi uchun uning faqat normal (markazga intilma) tezlanishi bo'ladi. Demak, inersiya kuchi Q radius bo'ylab markazdan yo'nalgan bo'lib, $\frac{mv^2}{R}$ ga teng.

D'Alamber qoidasiga asosan, moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi barcha kuchlarning geometrik yig'indisi (inersiya kuchi ham) nolga teng. Bu kuchlarning x va y o'qlariga proyeksiyalari olinsa, quyidagi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} \frac{mv^2}{R} - T \sin \alpha = 0 \\ T \cos \alpha - P = 0 \end{cases}$$

Tizimning ikkinchi tenglamasidan ipning taranglik kuchini aniqlash mumkin:

$$T = \frac{P}{\cos \alpha}$$

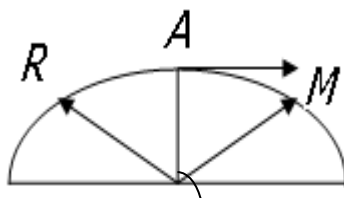
Endi birinchi tenglamadan yukning tezligi aniqlanadi:

$$v = \sin \alpha \sqrt{\frac{gl}{\cos \alpha}}$$

$$vt = 2\pi R \text{ bo'lgani uchun: } t = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}$$

6-masala.

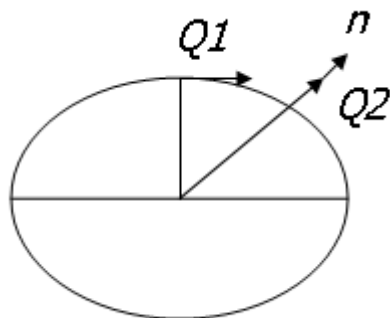
Yarim sfera shaklidagi R radiusli silliq gumbazning A nuqtasidan toshga v_0 boshlang'ich tezlik berildi. Gumbazning qayerida tosh undan ajraladi? Boshlang'ich tezlikning qanday qiymatlarida tosh gumbazni boshlang'ich vaziyatidan tark etadi?



2.2.2.-chizma. R radiusli yarim sfera

Yechish. Tosh gumbaz bo'yi harakatlanayotganda unga ikki kuch ta'sir qiladi: toshning og'irligi P va normal reaksiya kuchi N . Nuqta aylanma harakat qilayotganligi uchun uning ikki tezlanishi mavjud: urinma va normal. Shuning uchun ikkita inersiya kuchi belgilaymiz: urinma Q_1 va normal Q_2 .

D'Alamber qoidasidan foydalanib barcha kuchlarning normalga nisbatan proyeksiyasini olamiz:



2.2.3.-chizma. Inersiya kuchlarining belgilanishi

$$\frac{n}{Q_2} + N - P \cos \varphi = 0 \quad (1)$$

Tosh gumbazni tark etgandan so'ng uning gumbazga bosim kuchi yo'qoladi. Shuning uchun normal reaksiya kuchi N nolga aylanadi. Shundan foydalanib, toshning gumbazdan ajralish burchagi φ quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\frac{mv^2}{2} - P \cos \varphi = 0 \quad (2)$$

v -toshning gumbazni tark etishdagi tezligi. Bu tezlikni moddiy nuqta kinetik energiyasining o'zgarish teoremasidan foydalanib aniqlash mumkin:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = mg(R - R \cos \varphi) \quad (3)$$

Hosil bo'lgan tenglamadan v tezlikni topib, uni (1) tenglamaga keltirib qo'yamiz. Quyidagi tenglama hosil bo'ladi:

$$\cos \varphi = \frac{2}{3} + \frac{mv_0^2}{3gR} \quad (4)$$

$$\varphi = \arccos\left(\frac{2}{3} + \frac{mv_0^2}{3gR}\right) \quad (5)$$

Boshlang'ich v_0 tezlik olgan tosh gumbazning qaysi nuqtasidan ajralishini (4) tenglamadan aniqlash mumkin. Agar toshning gumbazdan ajralish nuqtasi berilgan bo'lsa, (4) tenglamaning o'zidan toshga berilgan boshlang'ich tezlikni hisoblash mumkin. Shunday qilib, tosh gumbazning A nuqtasidan ajralib chiqishi uchun ($\varphi = 0$) quyidagi shart bajarilishi zarur:

$$\frac{2}{3} + \frac{v_0^2}{3gR} = 1 \quad (6)$$

$$v_0 \geq \sqrt{gR} \quad (7)$$

Fizika darslarini o'tishda D'Alamber qoidasidan foydalanib, ta'lim tizimining hozirgi bosqichida akademik litsey va kasb-hunar kollejlari talabalarining ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish, ularda tizimli fikrlash madaniyatini shakllantirish kerak. Bundan tashqari, litsey va kollej talabarlari, shuningdek, abituriyentlarning murakkab masalalarni yechishni o'rganishida

hamda dinamika va statistika qonunlarini o'zlashtirishida D'Alamber qoidasini qo'llay olish katta ahamiyatga ega.

2.3. Nazariy mexanikada statika masalalarini geometrik va analitik usullarda bajarish

Mexanika fanining kuch haqidagi umumiy tushunchalarni va kuchlar ta'siridagi moddiy jismlarning muvozanat shartlarini o'rganvchi qismi *statika* deb ataladi. *Muvozanat holat* deb, biror jismning boshqa jismlarga nisbatan tinch holatiga, masalan yerga nisbatan harakatsiz holatiga aytiladi. Jismning muvozanat holati uning qattiq jism, suyuqlik va gazsimon holatda bo'lishligiga ham bog'liq bo'ladi. Suyuq va gazsimon jismlarning muvozanatlik shartlari gidrostatika va aerostatikaga oid fanlarida o'rganiladi. Umumiy mexanika kursidagi statika qismida asosan faqat qattiq jismlarning muvozanat shartlari o'rganiladi. Qattiq jismlarning muvozanat shartlarini o'rganish jarayonida sezilarli bo'lmagan miqdordagi deformatsiyalarni e'tiborga olinmaslik qoida sifatida qabul qilinib, ularni deformatsiyalanmaydigan yoki absolyut qattiq jism deb hisoblanadi. *Absolyut qattiq jism* deb, shunday jismlarga aytiladiki, ularda ixtiyoriy olingan ikki nuqta orasidagi masofa har doim o'zgarmas bo'lishi shart. Statika masalalarini yechishda jamiki jismlarni absolyut qattiq jism deb faraz qilinadi va soddaroq holda ifodalash uchun qattiq jism deb ataladi. Jismlarni bir-birlariga nisbatan ko'rsatgan o'zaro mexanik ta'sirlarining miqdorlari *kuch* deb ataladi. Kuch-vektor kattalik. Kuchning jismga ta'siri: kuchning son qiymati yoki moduli; kuchning yo'nalishi, shu kuch qo'yilgan nuqtaning koordinatalariga bog'liq holda aniqlanadi.

Mexanikada yana quyidagi ta'riflardan foydalaniladi:

1. Agar bir vaqtni o'zida bir jism (yoki jismlar) ga bir nechta kuchlar ta'sir etsa, ularni *kuchlar sistemasi* deb ataladi. Agar shu kuchlarning ta'sir chiziqlari bir tekislikda yotsa, bunday kuchlar *tekislikda yotgan kuchlar sistemasi* deyiladi. Agar shu kuchlarning ta'sir chizig'i bir tekislikda yotmasa, bunday kuchlar *fazoviy*

kuchlar sistemasi deyiladi. Agarda barcha kuchlarning ta'sir chiziqlari bir nuqtadan o'tsa, bunday kuchlar *uchrashuvchi kuchlar sistemasi* deyiladi, kuchlarning ta'sir chiziqlari o'zaro parallel holda bo'lsa, bunday kuchlar *parallel kuchlar sistemasi* deyiladi.

2. Jismni fazoning bir joyidan boshqa ixtiyoriy joyiga ko'chirish mumkin bo'lsa, bunday jismlar *erkin jismlar* deyiladi.

3. Agar bir jismga ta'sir etayotgan kuchlar sistemasini, boshqa kuchlar sistemasi bilan almashtirilganda jismning ilgarigi muvozanati yoki harakati o'zgarmasa, bunday kuchlar sistemasi *ekvivalent kuchlar sistemasi* deyiladi.

4. Agar berilgan kuchlar sistemasi bitta kuchga ekvivalent bo'lsa, bu kuch *teng ta'sir etuvchi kuch* deyiladi. Moduli bo'yicha teng ta'sir etuvchi teng bo'lgan, yo'nalishi bo'yicha unga qarama-qarshi bo'lgan va u bilan bir to'g'ri chiziqda yotuvchi kuch *muvozanatlovchi kuch* deyiladi.

5. Bir jismga (yoki bir necha jismlarga) ta'sir etayotgan kuchlar ikki turga, ichki va tashqi kuchlarga bo'linadi. Boshqa jismlarni shu jismga ta'sir kuchlari *tashqi kuchlar*, bir jism (yoji jismlar sistemasi) qismlarining o'zaro ta'sirlari *ichki kuchlar* deyiladi.

Statikaning asosiy masalasi:

– Qattiq jismga ta'sir qilayotgan kuchlar sistemasini unga ekvivalent bo'lgan boshqa kuchlar sistemasi bilan almashtirish, ba'zi hollarda ularni sodda holdagi kuchlar kuchlar sistemasiga keltirish;

– Qattiq jismga ta'sir etayotgan kuchlar sistemasining muvozanat shartlarini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Statikaning masalalarini geometrik shaklda (geometrik yoki grafik usulda) yoki matematik hisoblash (analitik usul) usullari bilan yechiladi. Geometrik usullar tasvirli ravishda, ancha tushunarli bo'lishiga qaramasdan, biz asosan analitik usuldan foydalanamiz.

Statika masalalarini yechishdan oldin izlanayotgan noma'lumni aniqlashda qaysi jismning (yoki jismlarning) muvozanat shartlarini tekshirilishini aniqlab

olish lozim. Statika masalalarini yechish quyidagi bosqichlar (amallar)dan iborat bo'ladi:

1. Muvozanat sharti tekshirilayotgan jismni (yoki jismlarni) aniqlash.

Masalalarni yechishdan oldin berilgan yoki izlanayotgan noma'lum kuchlar qaysi jismga qo'yilayotganligi aniqlanadi. (masalan, agar tayanchga tushayotgan bosim kuchini aniqlash zarur bo'lsa, shu tayanchga ta'sir qilayotgan jismning muvozanat shartlarini aniqlash lozim bo'ladi). Agar berilgan kuchlar jismning bir qismiga ta'sir etib, izlanayotgan noma'lum kuchlar jismning boshqa qismida bo'lsa, yoki berilgan kuchlar va izlanayotgan noma'lum kuchlar bir necha qismlardan tashkil topgan jismga ta'sir etayotgan bo'lsa, jismni bir necha qismlarga ajratish yoki ularning muvozanat shartlarini birin-ketin tekshirish lozim bo'ladi.

2. Ta'sir etuvchi kuchlarni shaklda tasvirlash.

Qaysi jismning muvozanat shartini tekshirish kerakligini aniqlab olganimizdan keyin (faqat shundan keyin), shu jismga qo'yilgan barcha tashqi kuchlarni va bog'lanishlarning noma'lum reaksiya kuchlarini vektor shaklida tegishli nuqtalarga qo'yilgan holda tasvirlash kerak.

3. Muvozanat shartlari tenglamalarini tuzish.

Muvozanatlik shartlari tekshirilayotgan jismning, unga qo'yilgan kuchlar va noma'lum reaksiya kuchlaridan iborat sistema uchun muvozanat tenglamalari tuziladi. Muvozanat tenglamalar sistemasi, jismlarning muvozanat holatlariga bog'liq ravishda turlicha tuziladi, shu sababli ularni qanday tuzish lozimligi haqida, darslikning tegishli joylarida ko'rsatib o'tiladi.

4. Noma'lumlarni aniqlash, masalaning yechimini tekshirish.

Masalalarni yechishda jismlarning va ularga qo'yilgan kuchlar sistemasining chizmasini sifatli qilib chizilishi katta ahamiyatga ega. Yaxshi qilib chizilgan chizma muvozanat tenglamalarini tuzishda sodir bo'ladigan xatoliklarni kamayishiga va yechimni to'g'ri yo'ldan borishiga katta yordam beradi.

Barcha hisoblash ishlarini algebraik tenglamalar orqali olib borish tavsiya etiladi. Umumiy holda olib borilgan hisoblar, keyinchalik tenglamalarda yo'l

qo'yilgan xatolarni tezda aniqlash uchun katta yordam beradi (tenglamalardagi qiymatlar bir xil o'lchovli bo'lishlari shart). Kuchlarning son qiymatlarini faqat masalani yechib bo'lgandan keyingina qo'yish tavsiya etiladi.

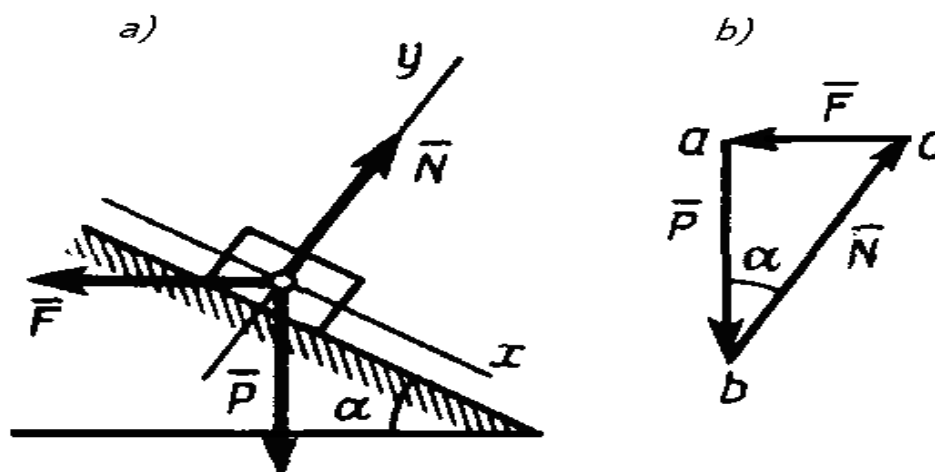
Uchrashuvchi kuchlar qo'yilgan jismlarning muvozanatiga oid masalalarni ko'rib chiqamiz. Ularni yechish uchun geometrik yoki analitik usuldan foydalanishimiz mumkin.

Geometrik usul. Agar jismga ta'sir etayotgan (berilgan va izlanayotgan) kuchlar soni uchtdan oshmasa, faqat geometrik usul qo'llanilishi tavsiya etiladi. U holda jismga ta'sir etayotgan uchta kuchdan iborat ko'pburchak yopiq holda bo'lib, kuch uchburchagini tashkil etadi. Kuch uchburchagi qurish qiymati va yo'nalishi ma'lum bo'lgan kuchdan boshlanadi. So'ngra hosil bo'lgan kuch uchburchagidan noma'lum qiymatlarning yo'nalishlari va modullari aniqlanadi.

Analitik usul. Analitik usulni qo'llashda jismga ta'sir etayotgan kuchlarning soni ixtiyoriy bo'lishi mumkin. Avvalo tegishli yo'nalishda koordinata o'qlarini yo'naltirish lozim. Agar jismga qo'yilgan kuchlar bir tekislikda joylashgan uchrashuvchi kuchlardan iborat bo'lsa, muvozanat tenglamalar sistemasi ikkita, agar jismga qo'yilgan kuchlar fazoda joylashgan uchrashuvchi kuchlardan iborat bo'lsa, muvozanat tenglamalar sistemasi uchta tenglamalardan iborat bo'ladi. Koordinata o'qlarini yo'naltirishning optimal yo'llaridan foydalanish lozim, buning uchun o'qlarning yo'nalishini shunday tanlash lozimki, noma'lumlar iloji boricha faqat bitta o'qqagina proyeksiyalansa qulayroq bo'ladi.

Birinchi marta masala yechilganda tenglamalar tuzishdan oldin har bir kuchning o'qlardagi proyeksiyalarini avvaldan hisoblab alohida qog'ozga jadval qilib yozib olinsa xatoga yo'l qo'yilish kamayadi.

7-masala. Og'irligi P ga teng bo'lgan yuk gorizontga α burchak ostida qiya bo'lgan silliq tekislik ustiga o'rnatilgan (2.3.1 a-chizma). Shu yukni ushlab turish uchun gorizonttal yo'nalishda bo'lgan \vec{F} kuchning son qiymati (moduli) aniqlansin, hamda shunday muvozanatdagi holatda yukning qiya tekislikka ko'rsatgan normal bosim \vec{Q} kuchining moduli aniqlansin.



2.3.1-chizma. a) Yukka qiya tekislikda ta'sir etuvchi kuchlar

b) $\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}$ kuchlarida kuch uchburchagi ko'rinishi

Yechish. Izlanayotgan noma'lum kuchlar turli jismlarga: \vec{F} kuch jismga, \vec{Q} kuch bog'lanishga ta'sir etmoqda. Masalani yechishda jismning tekislikka bosim kuchini, shu kuchga teng va qarama-qarshi yo'nalgan \vec{N} normal bosim kuchi bilan almashtiramiz. U holda jismga bir vaqtning o'zida uchta $\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}$ kuchlar ta'sir etadi va jismning shunday holatining muvozanat shartini tekshiramiz. Bu masalani ham geometrik yo'l bilan, ham analitik yo'l bilan yechish mumkin. Masalani ikkala usul bilan yechamiz.

Geometrik usul. Jism muvozanat unga ta'sir etuvchi $\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}$ kuchlar siniq chiziqdan iborat kuch uchburchagini tashkil qiladilar. Kuch uchburchagini qurishni moduli va yo'nalishi aniq bo'lgan kuch vektoridan boshlash lozim (2.3.1 b-chizma). Chizmadan tashqarida bo'lgan ixtiyoriy joyda a nuqta tanlab olamiz va tanlangan masshtabda yukning og'irlik kuchini \vec{P} vektor shaklda ifodalaymiz, uning oxirini b nuqta bilan belgilaymiz. Bu vektorning boshidan (a nuqtadan) \vec{F} kuchiga parallel, oxiridan (b nuqtadan) \vec{N} kuchiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqlar o'tkazamiz, ularning kesishgan nuqtasi abc kuch uchburchagining uchinchi nuqtasi ya'ni, c nuqtani belgilab beradi.

Bu kuch uchburchagining tegishli tomonlarining uzunligi tegishli kuchlarning tanlangan masshtabdagi modullarini aniqlab beradi (masalan, $P = ab, N = bc, F = ca$). Kuchlarning yo'nalishini strelkalarning yo'nalishiga qarab

aniqlanadi. Jism muvozanatda bo'lgani uchun strelkalar birin-ketin davom etib kelishi lozim (ya'ni birining oxirida ikkinchisining boshi qo'yiladi). $\angle bac = 90^\circ, \angle abc = \alpha$ ga teng bo'lgani uchun

$$\vec{F} = \vec{P} \cdot \operatorname{tg} \alpha; \vec{N} = \frac{\vec{P}}{\cos \alpha}$$

ekanligini aniqlaymiz.

Analitik usul. Jismga ta'sir etayotgan kuchlar sistemasi bir tekislikda yotganligi uchun faqat ikkita muvozanat tenglamalar sistemasini tuzamiz. Koordinata o'qlarini o'tkazamiz. Tenglamalarni soddaroq bo'lishi uchun x o'qini noma'lum \vec{N} vektorga perpendikulyar holda yo'naltiramiz. So'ngra $\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}$ vektorlarning x va y koordinata o'qlariga proyeksiyalarini aniqlab, jadvalning tegishli ustunlariga yozamiz:

\vec{F}_k	\vec{P}	\vec{F}	\vec{N}
\vec{F}_{kx}	$P \sin \alpha$	$-F \cos \alpha$	0
\vec{F}_{ky}	$-P \cos \alpha$	$-F \sin \alpha$	N

Endi muvozanat tenglamalarini tuzib chiqamiz:

$$\sum \vec{F}_{kx} = 0; \sum \vec{F}_{ky} = 0$$

quyidagilarni hosil qilamiz:

$$P \sin \alpha - F \cos \alpha = 0; -P \cos \alpha - F \sin \alpha + N = 0$$

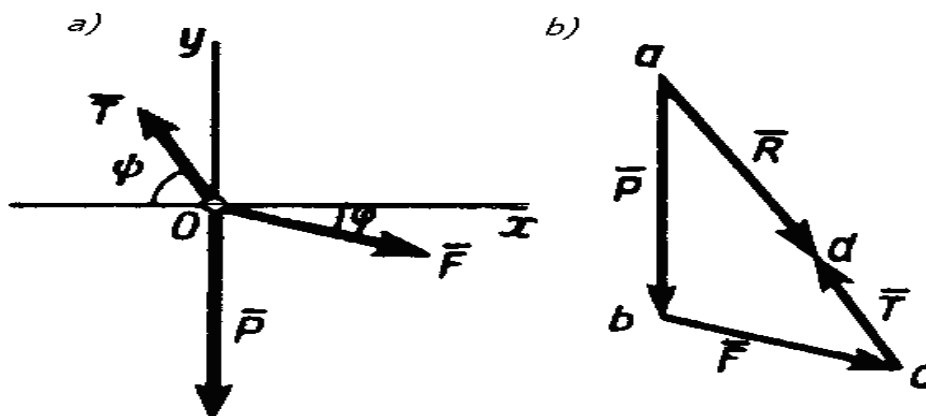
Bu tenglamalarni noma'lumlarga nisbatan yechib, ularning son qiymatlarini aniqlaymiz:

$$F = P \operatorname{tg} \alpha; N = P \cos \alpha + \frac{P \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = \frac{P}{\cos \alpha}$$

Kuchlar soni uchtadan oshmagan holda geometrik usul analitik usulga nisbatan sodda va qulay bo'ladi. Yechimdan ko'rinib turibdiki, $\alpha < 45^\circ$ bo'lganda $F < P$ bo'ladi, $\alpha > 45^\circ$ bo'lganda $F > P$ bo'ladi. Har qanday $\alpha > 0$ qiymatlarda $N > P$ bo'ladi.

Izlanayotgan \vec{Q} bosim kuchi \vec{N} kuchiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, son qiymatlari o'zaro teng bo'ladi ($Q = N; \vec{Q} = -\vec{N}$).

8-masala. Modullari va burchaklari $F = 17,32N, T = 10N, P = 24N$, $\varphi = 30^\circ, \psi = 60^\circ$ iborat uchta kuchlarning yig'indisi aniqlansin.



2.3.1-chizma. Kuchlarning koordinata o'qlarida belgilanishi

Yechish. Berilgan kuchlarning koordinata o'qlaridagi proyeksiyalarini aniqlaymiz.

$$F_x = F \cos \varphi = 15N; T_x = -T \cos \psi = -5N; P_x = 0;$$

$$F_y = -F \sin \varphi = -8,66N; T_y = -T \sin \psi = 8,66N; P_y = -P = -24N$$

u holda quyidagi formulaga asosan:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2};$$

$$\cos \alpha = \frac{R_x}{R}; \quad \cos \beta = \frac{R_y}{R};$$

$$R_x = 15 - 5 = 10N; R_y = -8,66 + 8,66 - 24 = -24N$$

Demak,

$$R = \sqrt{10^2 + (-24)^2} = 26 \text{ H}; \quad \cos \alpha = \frac{5}{13}; \quad \cos \beta = -\frac{12}{13};$$

Shunday qilib, $R=26N, \alpha=67^\circ 20', \beta=157^\circ 20'$ ekanligi aniqlandi.

Ushbu masalani geometrik yo'l bilan yechish uchun tegishli masshtab qabul qilinadi (masalan, 1 smda $-10N$) va uchta kuchdan iborat kuch ko'pburchagi quriladi (2.3.1. b-chizma). shu kuch ko'pburchakni berkituvchi vektor \vec{ad} shu kuchlarning yig'indisi \vec{R} vektorni tanlangan masshtabdagi modulini va uning yo'nalishini aniqlab beradi. Agar ad kesmaning uzunligi 2,5 sm bo'lsa, uni

masshtabga ko'paytirsak, $R=25 N$ ekanligini aniqlaymiz. Demak, absolyut xatolik 1 N dan yoki xatolik 4% ni tashkil qiladi ekan.

Kesishuvchi kuchlar sistemasining muvozanatiga doir masalalarni geometrik usulda yechish quyidagi tartibda bajariladi:

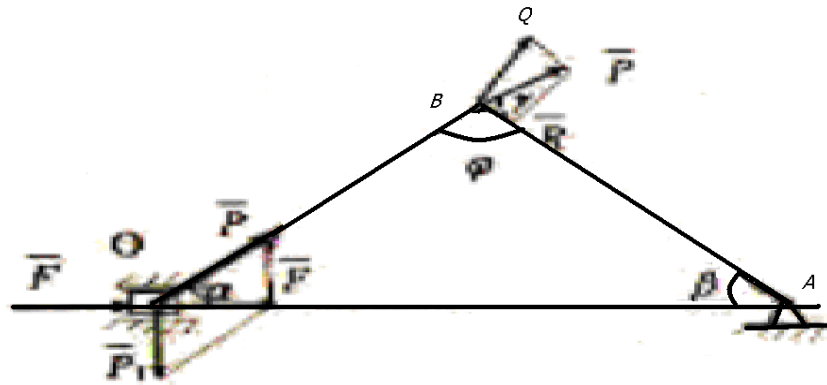
1. Muvozanati tekshiriladigan qattiq jism alohida ajratib olinadi.
2. Shu jismga ta'sir qilayotgan berilgan kuchlar ko'rsatiladi.
3. Jismni bog'lanishlardan ozod deb qaraladi va bog'lanishlarning ta'sirini, ularning reaksiya kuchlari bilan almashtiriladi.
4. Yopiq kuch ko'pburchagi quriladi. Bu yerda avvalo berilgan kuchlar chiziladi, keyinchalik noma'lum reaksiya kuchlari chiziladi.
5. Hosil bo'lgan ko'pburchakdan (masalaning shartiga asosan) noma'lum reaksiya kuchlari topiladi. Agar ko'pburchak tanlangan masshtab asosida qurilgan bo'lsa, noma'lumlar shu masshtab asosida topiladi.

Masalani analitik usulda yechish quyidagi tartibda bajariladi:

1. Muvozanati tekshiriladigan jism alohida ajratib olinadi.
2. Shu jismga ta'sir qilayotgan berilgan kuchlar ko'rsatiladi.
3. Jismni bog'lanishlardan ozod deb qaraladi va bog'lanishlarning ta'sirini, ularning reaksiya kuchlari bilan almashtiriladi.
4. Koordinata o'qlari tanlanadi. Bunda o'qlarni noma'lum kuchlarning birortasining yo'nalishiga mos qilib tanlash qulay.
5. Muvozanat tenglamalari tuziladi.
6. Hosil bo'lgan muvozanat tenglamalarini birgalikda yechib, so'ralgan noma'lum reaksiya kuchlari topiladi.

8-masala.

Berilgan konstruksiyaning (qurilmaning) (2.3.2-chizma) B sharnirga hamda A o'qiga to'g'ri keladigan zo'riqishlar topilsin. Bu zo'riqishlar O porshenga ta'sir qilayotgan \vec{F} bosim kuchi ta'siridan hosil bo'lib, a va b burchaklar orqali ifodalansin. OB va AB sterjenlarning og'irligi hisobga olinmasin.



2.3.2-chizma. Qurilmaning tasviri

Yechish (geometrik usul). \vec{F} bosim kuchining B sharnirga ko'rsatadigan ta'siri \vec{P} kuchni miqdori ma'lum bo'lishi kerak. Buning uchun \vec{F} kuchni OB va porshen yo'naltiruvchisiga tik yo'nalishlar bo'yicha tashkil etuvchilarga ajratamiz (2.3.2-chizma) hosil bo'lgan kuchlar uchburchaklaridan:

$$\frac{F}{R} = \cos \alpha \quad \text{yoki} \quad R = \frac{F}{\cos \alpha}$$

R kuchni B nuqtaga ko'chiramiz va uni AB va unga tik yo'nalish bo'yicha tashkil etuvchilarga ajratamiz. Hosil bo'lgan kuchlar uchburchaklaridan:

$$Q = R \sin g; \quad R = R \cos j$$

Bu yerda $j = 180^\circ - (a + b); g = 180^\circ - j = a + b$ bo'lib, Q va R kuchlar topilishi kerak bo'lgan zo'riqish kuchlari, ya'ni ular quyidagiga teng:

$$Q = R \sin(a + b) = \frac{F}{\cos \alpha} \sin(a + b); \quad R = R \cos(a + b) = \frac{F}{\cos \alpha} \cos(a + b)$$

2.4. Masalalar yechishga doir uslubiy ko'rsatmalar

Erksiz moddiy nuqta dinamikasining birinchi tip (to'g'ri) masalalarini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Agar masala shartida hisoblash sistemasi berilmagan bo'lsa hisoblash sistemasi tanlab olinadi.

2. Berilgan kuchlarni shaklda ko'rsatib va tasvirlab olish kerak.
3. Bog'lanishdan qutilish prinsipidan foydalanib, bog'lanish reaksiya kuchlarini ko'rsatib, ifodalab olinadi.
4. Moddiy nuqtaning tezlanishini berilgan harakat qonunidan aniqlab olib, uning olingan koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari topiladi.
5. Tanlab olingan hisoblash sistemasida Moddiy nuqta harakatining differensial tenglamalarini tuzib olish kerak.
6. Tuzilgan differensial tenglamalardan izlanayotgan noma'lum miqdorlar topiladi.

Moddiy nuqta dinamikasining teskari—ikkinchi masalasini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Inersial hisoblash sistemasini kiritib, koordinata o'qlari sistemasini tanlab olinadi.
2. Moddiy nuqtaga qanday bog'lanish reaksiyasi kuchlari ta'sir qilayotganini aniqlab olish kerak.
3. Nuqta harakatining boshlang'ich shartlarini aniqlab olish kerak, ya'ni $x_0, y_0, z_0, \mathcal{G}_{0x}, \mathcal{G}_{0y}, \mathcal{G}_{0z}$ larning $t = 0$ bo'lgandagi ifodalarini topib olish kerak.
4. (1.1.2) yoki (1.1.3') formulalarga muvofiq Moddiy nuqta harakatining differensial tenglamalari tuziladi.
5. Harakat differensial tenglamalari integrallanadi.
6. Harakatning boshlang'ich shartlari asosida integrallashdan chiqqan noma'lum o'zgarma'larni topish kerak.
7. Topilgan natijani kinematik tekshirib ko'riladi.

Moddiy nuqtaning garmonik harakatiga taalluqli masalalarni quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi.

1. Moddiy nuqtaning statik muvozanat holatini hisoblash boshi uchun qabul qilib hisoblash sistemasini tanlab olinadi.
2. Moddiy nuqtaning boshlang'ich shartlarini aniqlab olinadi.
3. Moddiy nuqtaga qo'yilgan kuchni va reaksiya kuchini tasvirlash kerak.

4. Moddiy nuqta harakat differensial tenglamasining tegishli o'qdagi proyeksiyasi tuziladi.

5. Integralning o'zgarmas miqdorlarini topish uchun boshlang'ich shartlardan foydalanish kerak.

6. Moddiy nuqtaning harakat differensial tenglamasini tuzmasdan (2.4.1), (2.4.2), (2.4.3) formulalardan foydalanib amplituda, doiraviy takrorlik va tebranish davri topilsa kifoya.

$$a = \sqrt{x_0^2 + \frac{g_0^2}{k^2}} - \text{tebranish amplitudasi}, \quad (2.4.1)$$

$$\alpha = \arctg \frac{kx_0}{g_0} - \text{boshlang'ich faza}, \quad (kt + \alpha) - \text{tebranish fazasi},$$

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}} - \text{doiraviy takrorlik soni}, \quad (2.4.2)$$

$$T = \frac{2\pi}{k} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c}} - \text{tebranish davri}. \quad (2.4.3)$$

Moddiy nuqtaning majburiy tebranishga taaluqli masalalarini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Hisoblash boshi uchun moddiy nuqtaning statik muvozanat holatini olib, hisoblash sistemasini tanlab olish kerak.

2. Moddiy nuqtaning boshlang'ich shartlarini aniqlab yozib olinadi.

3. Moddiy nuqtaga ta'sir ettirilgan kuchlarni tasvirlab olinadi.

4. Moddiy nuqta harakat differensial tenglamasining o'qdagi proyeksiyasini tuzib olish kerak.

5. Differensial tenglamani integrallab, integralning noma'lum doimiylarini boshlang'ich shartlardan foydalanib topiladi.

6. Masalada moddiy nuqta rezonans holatida bo'lishi talab qilingan bo'lsa, differensial tenglamani integrallash kerak emas. Buning uchun tuzilgan differensial tenglamalardan majburiy va erkin tebranishlarning doiraviy takrorliklarini topib, ularni bir-biriga tenglashtirish kifoya.

2.5.Majburiy tebranishga oid masalalarni yechishga doir metodik ko'rsatmalar

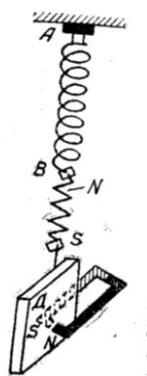
Material nuqtaning majburiy tebranishga taaluqli masalalarini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Hisoblash boshi uchun material nuqtaning statik muvozanat holatini olib, hisoblash sistemasini tanlab olish kerak.
2. Material nuqtaning boshlang'ich shartlarini aniqlab yozib olinadi.
3. Material nuqtaga ta'sir ettirilgan kuchlarni tasvirlab olinadi.
4. Material nuqta harakat differensial tenglamasining o'qdagi proyeksiyasini tuzib olish kerak.
5. Differensial tenglamani integrallab, integralning noma'lum doimiylarini boshlang'ich shartlardan foydalanib topiladi.
6. Masalada material nuqta rezonans holatida bo'lishi talab qilingan bo'lsa, differensial tenglamani integrallash kerak emas.

Buning uchun tuzilgan differensial tenglamalardan majburiy va erkin tebranishlarning doiraviy takrorliklarini topib, ularni bir-biriga tenglashtirish kifoya.

9-masala. (I.V.Meshcherskiy,854)

Bikrligi $c=20$ g/sm bo'lgan prujinaga magnit sterjeni va mis plastinka osilgan. Ularning og'irligi 50 g dan. Magnit sterjeni solenoiddan, mis plastinka esa magnit qutblari orasidan o'tgan. Solenoiddan $i = 20 \sin 8\pi t$ amper tok o'tadi va magnit sterjeni bilan $F = 16\pi i$ dina miqdorida o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladi. Mis plastinkaning tormozlovchi kuchiyurma toklar hosil bo'lganligidan $k v \phi^2$ ga teng, bu yerda $k = 10^{-4}$, $\phi = 1000\sqrt{5}$ SGS birlik va v -plastinka tezligi. Plastinkaning majburiy tebranishi aniqlansin. (2.5.1-chizma)



2.5.1-chizma.

Yechish. Magnit og'irlik kuchini P_1 bilan, plastinka og'irlik kuchini P_2 bilan belgilaymiz. Prujinaning statik cho'zilishi λ_{st} ni topamiz:

$$\lambda_{st} = \frac{P_1 + P_2}{c} = \frac{50 + 50}{20} = 5 \text{ sm} \quad (1)$$

Tok bilan magnit orasidagi ta'sir kuchi fizik birlikda ifodalangan: uni texnik birlikka o'tkazishda

$$\frac{1 \text{ g}}{1 \text{ sm}^2} = 1 \text{ dina} \quad (2)$$

ekanligini eslatib o'tamiz. Plastinka va magnit ilgari lanma harakatda bo'ladi. Sistemaning inersiya markazi to'g'ri chiziqli harakat qiladi deb hisoblab va uning statik muvozanat holatini koordinata o'qining boshi uchun qabul qilib, OX o'qini o'tkazamiz hamda kuchlarni sxematik tasvirlaymiz (2.5.2-chizma).



2.5.2-chizma.

Sxematik tasvirlangan kuchlarni quyidagicha belgilaymiz:

$$R = kv\phi^2 = \frac{10^{-4} \cdot 10^6 \cdot 5}{g} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{500}{g} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$F = 320 \frac{\pi}{g} \sin 8\pi t \quad (3)$$

$$F_1 = cx = 20x$$

Bu holda plastinkaning harakat differensial tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 5 \frac{dx}{dt} + 196x = 10,048 \sin 8\pi t \quad (4)$$

Majburiy tebranish boshlang'ich shartlarga bog'liq emas va (4) tenglamaning xususiy yechimi majburiy tebranish harakati bo'ladi, ya'ni

$$x = A \cos 8\pi t + B \sin 8\pi t \quad (5)$$

(5) ifodani (4) tenglamaga qo'yib, uning o'ng va chap tomonlaridagi $\sin 8\pi t, \cos 8\pi t$ larning koeffitsientlarini tenglashtiramiz. U vaqtda A va B larni topish uchun algebraik tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi:

$$x = A \cos 8\pi t + B \sin 8\pi t$$

$$\frac{dx}{dt} = -8A\pi \sin 8\pi t + 8B\pi \cos 8\pi t$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -64A\pi^2 \cos 8\pi t - 64B\pi^2 \sin 8\pi t$$

bularni (4) ga qo'yamiz:

$$-64A\pi^2 \cos 8\pi t - 64B\pi^2 \sin 8\pi t - 5 \cdot 8A\pi \sin 8\pi t + 5 \cdot 8B\pi \cos 8\pi t + 196A \cos 8\pi t + 196B \sin 8\pi t = 10,048 \sin 8\pi t$$

Bu tenglikdan quyidagi ayniyat kelib chiqadi:

$$-40\pi A + (196 - 64\pi^2)B = 10,048$$

$$(196 - 64\pi^2)A + 40\pi B = 0 \quad (6)$$

(6) tenglamalardan A va B larni topsak,

$$A=0,006336; B=0,022 \quad (7)$$

bo'ladi. (12.4) va (12.5) tenglamalarga asosan $a, tg \alpha$ larni topamiz:

$$a=0,022; tg \alpha = \frac{A}{B} \approx 0,288 \quad (8)$$

Demak, (5) quyidagicha bo'ladi:

$$x = -0,022 \sin(8\pi t + 0,09\pi) \quad \text{yoki} \quad x = 0,022 \sin(8\pi t - 0,09\pi)$$

10-masala. (I.V.Meshcherskiy, 858)

Yuk ortilgan tovar vagoni reszorining statik egilishi $\lambda_{st} = 5 \text{ sm}$. Relslar ulangan joyda vagonga uni majburiy tebranishga keltiruvchi zarblar ta'sir etsa, vagon harakatining kritik tezligi qanchaga yetganda vagon "lo'killay" boshlaydi? Relslarning uzunligi $L=12 \text{ m}$.

Yechish. Yuk ortilgan vagonni material nuqta deb faraz qilamiz. U vaqtda reszorining statik egilishi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta\lambda_{st} = \frac{P}{c} \quad (1)$$

bunda p -yuk ortilgan vagonning og'irligi. Aytilgan nuqtaga reszorining elastiklik kuchi

$$F = c(\Delta\lambda_{st} + x) \quad (2)$$

va davriy o'zgaruvchi kuch

$$S = H \sin pt \quad (3)$$

ta'sir qiladi. Bu yerda $P = \frac{2\pi}{T}$ (4)

T-tebranish davri: $T = \frac{L}{v}$ (5)

Nuqtaning harakati quyidagi differensial tenglama bilan aniqlanadi:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{g}{\Delta\lambda_{st}}x = \frac{Hg}{p} \sin pt \quad (6)$$

Majburiy tebranish takrorligi bilan erkin tebranish takrorligi bir-biriga teng bo'lganda "lo'killash" boshlanadi, ya'ni:

$$p = \sqrt{\frac{g}{\Delta\lambda_{st}}} \quad (7)$$

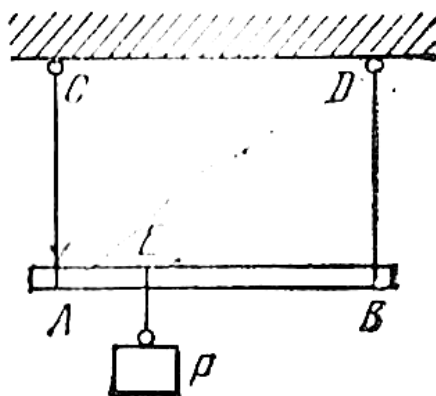
(4), (5) va (7) tenglamalardan:

$$v = \frac{L}{T} = \frac{Lp}{2\pi} = \frac{L}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta\lambda_{st}}} \quad (8)$$

Son qiymatini qo'ysak:

$$v = \frac{12 \cdot 14 \cdot 3600}{6,28 \cdot 1000} = 96 \text{ km/soat}$$

1-masala. Uzunligi 1 m, og'irligi 20 N bo'lgan bir jinisli AB sterjen parallel AC va BD arqonlarga gorizontal ravishda osilgan. Sterjennig E nuqtasiga $AE = \frac{1}{4}$ m masofada $P = 120 \text{ N}$ yuk osilgan. Arqondagi T_C va T_D taranglik kuchlari torilsin.



2.5.3-chizma

Berilgan.

Yechish.

$$\ell = 1 \text{ m}$$

$$F = 20 \text{ H} \quad AE = \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$P = 120 \text{ H}$$

$$T_C - ? \quad T_D - ?$$

1-usul

$$(T_C - 10) \frac{l}{4} = (T_D - 10) \frac{3l}{4}; \quad T_C + T_D = P + F; \quad T_C - 10 = (T_D - 10) * 3$$

$$T_C + T_D = 140H; \quad T_C = 140H - T_D; \quad 140 - T_D - 10 = 3T_D - 30$$

$$160 = 4T_D; \quad T_D = 40H; \quad T_C = 140 - T_D = 140H - 40H = 100H$$

$$T_C = 100H$$

2-usul

Momentlar qoidasiga asosan masalani yechamiz. Bunda momentlar qoidasini yozib olamiz,

$$M = M_1 + M_2 = 0; \quad M_1 = M_2; \quad F_1 l_1 = F_2 l_2; \quad \frac{1}{4} 120 = \frac{3}{4} F_D; \quad F_D = 40H$$

$$F_D + F_C = P + P_1$$

ga asosan

$$F_C + 40 = 140$$

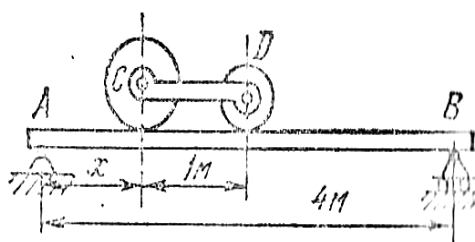
$$F_C = 140 - 40 = 100H$$

3-usul.

$$T_C + T_D = P_1 + P_2; \quad T_C + T_D = 140H; \quad \frac{2}{7} T_C = \frac{5}{7} T_D; \quad \frac{5}{2} T_D + T_D = 140H; \quad T_D = 40H$$

$$T_C = 140H - T_D = 140H - 40H = 100H \quad T_C = 100H$$

2. Ikkita tayanchda turgan gorizontal balkaga og'irligi $2\kappa H$ bo'lgan C yuk va og'irligi $1\kappa H$ bo'lgan D yuk qo'yilgan. Balka tayanchlari oralig'i 4m. Balka og'irligi hisobga olinmaganda, A tayanchning reaksiyasi B tayanchning reaksiyasidan ikki marta kata. Yuklar orasidagi CD masofa 1m ga teng. C yukdan A tayanchgacha bo'lgan x masofa qancha?



2.5.4-chizma

Berilgan.

Yechish.

$$P_1 = 2 \text{ kN}$$

$$2y = 1 - y$$

$$2R_B \left(x + \frac{1}{3}\right) = \left(3 - x + \frac{2}{3}\right) R_A \quad 9x = 9$$

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

$$3y = 1$$

$$2\left(x + \frac{1}{3}\right) = \frac{9 - 3x + 2}{3} \quad x = 1$$

$$R_A = 2R_B$$

$$y = \frac{1}{3}$$

$$2(3x + 1) = 9 - 3x + 2$$

X-?

2-usul

$$l_1 = L - (x + 1)$$

$$F_{A1} = F_{B2}$$

$$2\left(\frac{4 - (x + 1)}{2}\right) = \frac{4}{2}$$

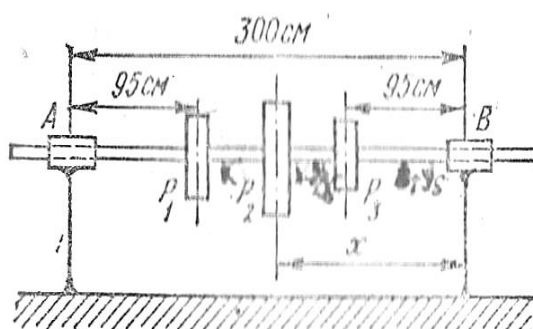
$$l_2 = \frac{4}{2} = 2$$

$$2F_A = F_B$$

$$4 - x - 1 = 2$$

$$x = 1$$

3. Transmission valga $P_1 = 3 \text{ kN}$, $P_2 = 5 \text{ kN}$, $P_3 = 2 \text{ kN}$ bo'lgan uchta shkiv o'rnatilgan. A podshipnikning reaksiyasi B podshipnikning reaksiyasiga teng bo'lishi uchun, P_2 og'irlikdagi shkivni B podshipnikdan qanday x masofaga o'rnatish kerak? Valning og'irligi e'tiborga olinmasin.



2.5.5-chizma

Berilgan.

Yechish.

$$P_1 = 3 \text{ kN}$$

$$R_{A1} = P_1 l_1 + P_2 (l - x) + P_3 (l - l_1)$$

$$P_2 = 5 \text{ kN}$$

$$R_{A1} = P_1 (l - l_1) + P_2 x + P_3 l_1$$

$$P_3=2\text{kN}$$

$$R_B l = R_A l$$

$$x=?$$

$$P_1 l_1 + P_2(l-x) + P_3(l-x) = P_1(l-l_1) + P_2 x + P_3 l_1$$

$$P_1 l_1 + P_2 l - P_2 x + P_3 l - P_3 l_1 = P_1(l - P_1 l_1) + P_2 x + P_3 l_1$$

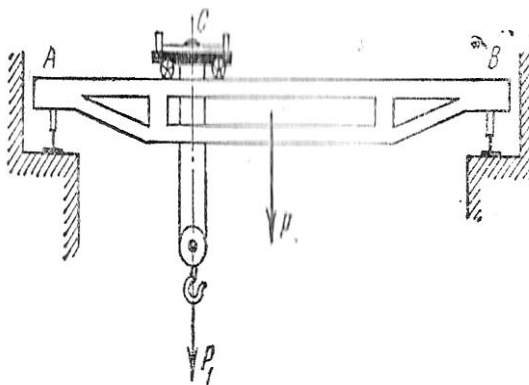
$$-2P_2 x = 2P_3 l_1 - 2P_1 l_1 + P_1 l_1 - P_2 l - P_3 l$$

$$-2P_2 x = 2l_1(P_3 - P_1) + l(P_1 - P_2) - P_3 l$$

$$x = \frac{P_3 l + l(P_1 - P_2) - 2l_1(P_3 - P_1)}{2P_2}$$

$$x = 139\text{sm}$$

4. AB ko'prik kranning, lebedka biriktirilgan C aravacha o'rnining o'zgarishiga qarab, relslarga tushiradigan bosimlari kattaligi topilsin. Aravacha vaziyati uning o'rtasidan chap tomondagi relslargacha bo'lgan va ko'prik umumiy uzunligining ulushlarida ifodalangan masofa bilan aniqlansin. Ko'prikning og'irligi $P=60\text{kN}$, aravachaning ko'taradigan yukli bilan birga og'irligi $P_1=40\text{kN}$.



2.5.6-chizma

Berilgan.

$$P=60\text{kH}$$

$$P_1=40\text{kH}$$

$$F_A=? F_B=?$$

Yechish.

$$F_A * AB = P * \frac{AB}{2} + P_2(AB - AC)$$

$$F_B AB = P \frac{AB}{2} + P_1 AC$$

$$F_A + F_B = P_1 + P$$

$$F_A = \frac{P}{2} + P_1 \left(1 - \frac{AC}{AB}\right)$$

$$F_A = \frac{P}{2} + P_1(1 - n)$$

$$F_A = 30 + 40(1 - n)$$

$$F_A = 10(3 + 4 - 4n)$$

$$F_A = 10(7 - 4n)$$

$$F_B = \frac{P}{2} + P_1 \frac{AC}{AB}$$

$$F_B = 30 + 40n$$

$$F_B = 10(3 + 4n)$$

2-usul

$$F_A + F_B - P_1 - P = 0$$

$$F_A + F_B = P + P_1$$

$$F_A * O + F_B AB = \frac{P}{2} + P_1 \frac{AC}{AB}$$

$$F_B AB = \frac{60}{2} + 40n = 30 + 40n = 10(3 + 4n)$$

$$F_B = 10(3 + 4n)$$

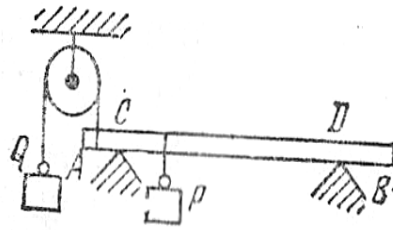
$$F_A AB + F_B * 0 = \frac{P}{2} + P_1 \frac{AB - AC}{AB}$$

$$F_A AB = 30 + 40(1 - n)$$

$$F_A = 70 - 40n = 10(7 - 4n)$$

$$F_A = 10(7 - 4n)$$

5. Uzunligi $10m$ va og'irligi $2kN$ bo'lgan AV balka ikkita S va D tayanchda yotadi. S tayanch balkaning V uchidan $3m$ masofada turadi. Balkaning chetki A nuqtasi bir uchiga $3kN$ li Q yuk osilgan va balkadan o'tkazilgan arqon yordami bilan vertikal bo'yicha yuqoriga tortiladi. F uchidan $3m$ masofada balka og'irligi $8kN$ bo'lgan R yuk osilgan. Balkadagi ishqalanishni hisobga olmay, tayanchdagi reaksiya kuchlari topilsin.



2.5.7-chizma

Berilgan.

Yechish

$$Q + R_C + R_D - P - F = 0$$

$$Q + R_C + R_D = P - F$$

$$Q \cdot 0 + 2R_C + 7R_D = 3P + 5F$$

$$2R_C + 7R_D = (24 + 10) \cdot 10^3$$

$$7R_D = 34 \cdot 10^3 - 2R_C$$

$$F + P = R_D + R_C + Q$$

$$(2 + 8) \cdot 10^3 = R_C + R_D + 3 \cdot 10^3 \text{ Í}$$

$$R_C + R_D = 7 \cdot 10^3 \text{ Í}$$

$$R_C = 7 \cdot 10^3 \text{ Í} - R_D$$

$$14 \cdot 10^3 - 2R_D + 7R_D = 34 \cdot 10^3 \text{ Í}$$

$$5R_D = 20 \cdot 10^3 \text{ Í}$$

$$R_D = 4 \cdot 10^3 \text{ H}$$

$$R_C = 7 \cdot 10^3 - R_D = (7 - 4) \cdot 10^3$$

$$R_C = 3 \cdot 10^3 \text{ H}$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$P = 2 \text{ kH}$$

$$l_1 = 2 \text{ m}$$

$$l_2 = 3 \text{ m}$$

$$Q = 3 \text{ kH}$$

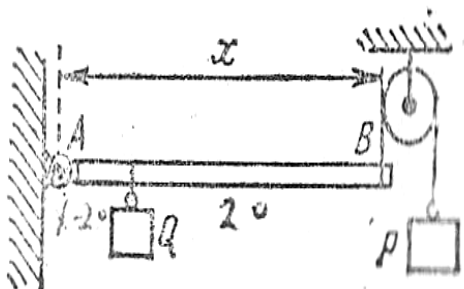
$$P = 8 \text{ kH}$$

$$R_C = ?$$

$$R_D = ?$$

6. Og'irligi 100N bo'lgan gorizontal AV sterjen A sharinning qo'zg'almas o'qi atrofida aylanishi mumkin. Sterjenning V uchi blokdan o'tkazilgan arqonga

ulangan, og'irligi $R=150N$ bo'lgan tosh yordami bilan yuqoriga tortiladi. Sterjenning V uchidan $20cm$ narida turgan nuqtasiga og'irligi $500N$ bo'lgan Q yuk osilgan. AV sterjen muvozanatda turgan bo'lsa, uning uzunligi x qancha bo'lishi kerak?



2.5.8-chizma

Berilgan

$$F = 100H$$

$$P = 150H$$

$$Q = 500H$$

$$l = 20cm = 0.2$$

$$x = ?$$

Yechish.

$$Px = (x - 20)Q + F * \frac{x}{2}$$

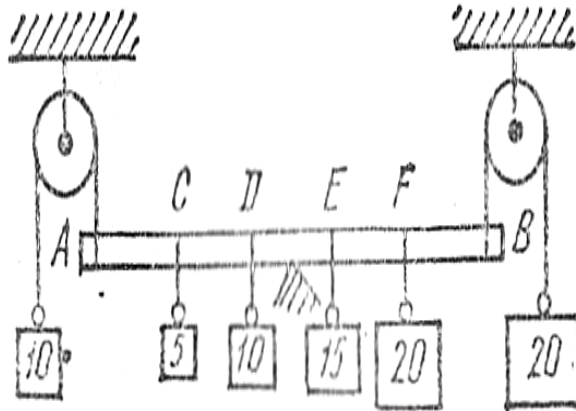
$$2Px = 2Q(x - 20) + Fx$$

$$2Px - 2Qx - Fx = -40Q$$

$$x(2P - 2Q - F) = -40Q$$

$$x = \frac{40 * 500}{300 - 1000 - 100} = -\frac{40 * 500}{800} = 25cm$$

7. Og'irligi $20N$, uzunligi $5m$ bo'lgan gorizontal AV sterjenning A uchi blokdan o'tkazilgan arqonga osilgan $10N$ yuk yordami bilan yuqoriga tortiladi. Uning V uchi xam $20N$ yuk yordami bilan xuddi shu tariqa yuqoriga tortiladi. S , D , E va F nuqtalariga mos ravishda o'g'irligi 5 , 10 , 15 va $20N$ bo'lgan yuklar osilgan, bu nuqtalar bir-biridan hamda A va V nuqtalardan $1m$ narida turadi. Sterjen muvozanatda turishi uchun uning qayerida tayanch qo'yish kerak



Berilgan

$$F = 20H$$

$$l = 5m$$

$$F_1 = 20H$$

$$F_2 = 20H$$

$$P_C = 5H$$

$$P_D = 10H$$

$$P_E = 15H$$

$$P_F = 20H$$

$$x = ?$$

Yechish

$$F \cdot 0 - 1 \cdot P_C - 2P_D - 3P_E - 4P_F + 20 \cdot 5 + 20x = 0$$

$$10x - 1 \cdot 5 - 2 \cdot 10 - 3 \cdot 15 - 4 \cdot 20 + 20 \cdot 5 + 20 \cdot x = 0$$

$$-5 \cdot 20 - 45 - 80 + 10 + 20x = 0$$

$$-50 = -20x$$

$$x = 2.5cm$$

8. Uzunligi 3m, og'irligi 6N bo'lgan bir jinsli sterjenga bir-biriga teng masofada 4 ta yuk osilgan bunda eng chetdagi ikki yuk sterjening uchlarida turadi. Chapdan birinchi yukning og'irligi 2N, keyingi yuklarning har qaysisi oldingisidan 1N og'ir. Sterjen gorizontal holatda turishi uchun uning qayeriga tayanch qo'yish kerak?

Berilgan

$$l = 3M$$

$$F = 6H$$

$$P_1 = 2H$$

$$P_2 = 3H$$

$$P_3 = 4H$$

$$P_4 = 5H$$

$$x = ?$$

Yechish

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + F$$

$$Rx = P_1 * 0 + P_2 * 1 + P_3 * 2 + P_4 * 3 + F * \frac{3}{2}$$

$$R = 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 20H$$

$$20x = 3 + 8 + 15 + 9$$

$$x = \frac{35}{20} = \frac{7}{4} = 1.75cm$$

II-bob xulosasi.

Material nuqtaning garmonik harakatiga taalluqli masalalarni quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi.

1. Material nuqtaning statik muvozanat holatini hisoblash boshi uchun qabul qilib hisoblash sistemasini tanlab olinadi.
2. Material nuqtaning boshlang'ich shartlarini aniqlab olinadi.
3. Material nuqtaga qo'yilgan kuchni va reaksiya kuchini tasvirlash kerak.
4. Material nuqta harakat differensial tenglamasining tegishli o'qdagi proyeksiyasi tuziladi.
5. Integralning o'zgarmas miqdorlarini topish uchun boshlang'ich shartlardan foydalanish kerak.

Material nuqtaning majburiy tebranishga taaluqli masalalarini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Hisoblash boshi uchun material nuqtaning statik muvozanat holatini olib, hisoblash sistemasini tanlab olish kerak.
2. Material nuqtaning boshlang'ich shartlarini aniqlab yozib olinadi.
3. Material nuqtaga ta'sir ettirilgan kuchlarni tasvirlab olinadi.
4. Material nuqta harakat differensial tenglamasining o'qdagi proyeksiyasini tuzib olish kerak.
5. Differensial tenglamani integrallab, integralning noma'lum doimiylarini boshlang'ich shartlardan foydalanib topiladi.

6. Masalada material nuqta rezonans holatida bo'lishi talab qilingan bo'lsa, differensial tenglamani integrallash kerak emas.

Xotima

Material nuqtaning majburiy tebranishga taaluqli masalalarini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Hisoblash boshi uchun material nuqtaning statik muvozanat holatini olib, hisoblash sistemasini tanlab olish kerak.
2. Material nuqtaning boshlang'ich shartlarini aniqlab yozib olinadi.
3. Material nuqtaga ta'sir ettirilgan kuchlarni tasvirlab olinadi.
4. Material nuqta harakat differensial tenglamasining o'qdagi proyeksiyasini tuzib olish kerak.
5. Differensial tenglamani integrallab, integralning noma'lum doimiylarini boshlang'ich shartlardan foydalanib topiladi.
6. Masalada material nuqta rezonans holatida bo'lishi talab qilingan bo'lsa, differensial tenglamani integrallash kerak emas.

Erksiz material nuqta dinamikasining birinchi tip (to'g'ri) masalalarini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Agar masala shartida hisoblash sistemasi berilmagan bo'lsa hisoblash sistemasini tanlab olinadi.
2. Berilgan kuchlarni shaklda ko'rsatib va tasvirlab olish kerak.
3. Bog'lanishdan qutilish prinsipidan foydalanib, bog'lanish reaksiya kuchlarini ko'rsatib, ifodalab olinadi.
4. Material nuqtaning tezlanishini berilgan harakat qonunidan aniqlab olib, uning olingan koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari topiladi.
5. Tanlab olingan hisoblash sistemasida material nuqta harakatining differensial tenglamalarini tuzib olish kerak.
6. Tuzilgan differensial tenglamalardan izlanayotgan noma'lum miqdorlar topiladi.

Material nuqtaning garmonik harakatiga taalluqli masalalarni quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi.

1. Material nuqtaning statik muvozanat holatini hisoblash boshi uchun qabul qilib hisoblash sistemasini tanlab olinadi.
2. Material nuqtaning boshlang'ich shartlarini aniqlab olinadi.
3. Material nuqtaga qo'yilgan kuchni va reaksiya kuchini tasvirlash kerak.
4. Material nuqta harakat differensial tenglamasining tegishli o'qdagi proyeksiyasi tuziladi.
5. Integralning o'zgarmas miqdorlarini topish uchun boshlang'ich shartlardan foydalanish kerak.

Adabiyotlar:

1. I.A.Karimov. Barkamol avlod. O'zbekiston taraqqiyotining poydevori T: Sharq, 1997.
2. I.A.Karimov. Adolatli jamiyat sari.–T.:O'zbekiston, 1998.
3. I.A.Karimov Xavfsizlik va barqaror taraqqiyot yo'lida. T.: O'zbekiston. 1998.
4. Shavkat Mirziyoyevning "Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik — har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak" nomli kitobi
5. N.X.Avliyov. Zamonaviy o'qitishning texnologiyalari. – Buxoro: “Matbaa” 2001 y.
6. A.V.Pyorishkin. Fizika o'qitish metodikasi asoslari. –T.: O'qituvchi. 1990.
7. L.I.Reznikov. Fizika o'qitishda grafik metoddan foydalanish. –T.: “Fan” 2001 y.
8. J.G. Yuldoshev, S.A. Usmonov «Pedagogik texnologiya asoslari». Toshkent «O'qituvchi», 2004 y.
9. A.Yusupov, M.Qodirov «Fizika darslariga innovatsion pedagogik texnologiya elementlarini qo'llash». Andijon, 2004 y.
10. E.S.Nazarov, G.I.Hamrayeva. Fizika darslarida fanlararo bog'lanishning ahamiyati. «Zamonaviy fizika va astronomiya yutuqlari: muammo va yechimlar» Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami, (25-26 mart), Toshkent-2012. 110-112
11. M.Jumaniyozova. Fizika o'qitishda fanlar integratsiyasi, «Uzluksiz ta'lim», № 4, 2003-6.
12. Landau L.D., Lifshits E.M. Механика М.:Наука. 1973
13. Goldstejn G. Классическая механика. М.:Наука. 1975
14. Landau L.D., Lifshits E.M. Nazariy mexanika qisqa kursi. II qism. Toshkent. 1972

15. Raximov A.O'. Klassik mexanika. Toshkent. "O'qituvchi", 1988
16. I. V. Meshcherskiyning „Nazariy mexanikadan masalalar to'plami” Toshkent. “O'qituvchi”, 1989
17. N.N. Buxgols, I. M. Voronkov va A. P. Minakovlarning „Nazariy mexanikadan masalalar to'plami"
18. M.Murodov, X.M.Inoyatova, K.U.Usnatdinov “Nazariy mexanika” T:“Istiqlol”, 2004
19. M.Yaxyoyev, Q.Mo'minov “Nazariy mexanika” T:”O'qituvchi”, 1990
20. P.Shohaydarova, Sh.Shoziyotov, J.Zoirov “Nazariy mexanika” T:”O'qituvchi”, 1991
21. B.Ahmadxo'jayev “Nazariy mexanika” T:”Yangi asr avlodi”,2006.
22. [www.google.uz/Nazariy mexanika rivojlanish tarixi.pdf](http://www.google.uz/Nazariy_mexanika_rivojlanish_tarixi.pdf)
23. [www.ziyonet.uz/kutubxona/nazariy mexanika.pdf](http://www.ziyonet.uz/kutubxona/nazariy_mexanika.pdf)
24. www.springerlink.com/index/J3J740380T738504.pdf
25. www.wikipedia.org/wiki/Physical_quantity/help/.../f22187.html
26. www.authorstream.com/.../sheikmohamed-144489-measurement-physics-entertainment-ppt-powerpoint/
27. www.kingswaycollege.on.ca/.../Law%20of%20Conservation%20of%20Energy.pdf
28. [http://www2.bc.cc.ca.us/dkimball/Physical%20Science/Physical%20Science/C3%20Energy.ppt.](http://www2.bc.cc.ca.us/dkimball/Physical%20Science/Physical%20Science/C3%20Energy.ppt)
29. www.tutorvista.com/search/law-conservation-of-energy