



KINEMATIKA

Kamalova Dilnavoz Ixtiyorovna

NDU "Fizika va astronomiya" kafedrası professori

SHomurodova SHahzoda Akbar qizi

NDU "Fizika va astronomiya" yo'nalishi 2-bosqich talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16633717>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 20-Iyul 2025 yil

Ma'qullandi: 25-Iyul 2025 yil

Nashr qilindi: 31-Iyul 2025 yil

KEYWORDS

Mexanika, kinematika,
matematika, harakat, fazo,
vaqt, moddiy nuqta, o'lchov
etaloni, tekis tezlanuvchan
harakat, ballistika

ABSTRACT

Ushbu kirish qism antik davrdan boshlangan harakatni o'rganish urinishlaridan tortib Nyuton mexanikasi va matematik ifodalarning roliga qadar bo'lgan rivojlanish tarixini yoritadi. Matematika fizik kattaliklarni universal tarzda aniqlash va ulardagi munosabatlarni qat'iy matematik tilda ifodalash vositasi sifatida tavsiflanadi. "Harakat" tushunchasi fazoda va vaqtda jismning o'rnining nisbiy o'zgarishi sifatida aniqlanib, fazo va vaqt o'lchov etalonlari — metrologik standartlar orqali aniqlanadi. Kinematikaga kirishda moddiy nuqta, tekis va tekis tezlanuvchan harakat, aylana bo'ylab harakat va ballistik (burchak ostida otilgan jismlarning) misollari ko'rib chiqiladi.

Harakatni boshqaruvchi obyektiv qonunlarni o'rnatishga urinish antik davrdayoq boshlangan edi. Ammo mexanikani fan sifatida yaratuvchisi Isak Nyuton (1642-1727) tomonidan tajriba natijalarining tahlili, yangi fizik tushunchalar kiritish va ular o'rtasidagi mutanosiblikning qat'iy matematik asoslari o'rnatildi va matematika fanda yagona til hamda uning yutuqlarini insoniyat hamjamiyatining amaliy maqsadlarida qo'llashda qudratli vosita bo'lib qoldi. Matematika fan tili sifatida ikki vazifani bajaradi. Birinchidan matematik ifodalarning aniqligi fizik kattaliklarni universal usulda aniqlash imkonini berib, istalgan joydagi istalgan mutaxassis tomonidan bu kattalikning berilgan aniq qiymati, istalgan boshqa mutaxassis tomonidan bir xil ma'noda tushuniladi.

Masalan, ilmiy oynoma orqali, biror jismning tajribada o'lchangan tezligi "sekundiga bir metr" ekanligi haqidagi xabar yoritilsa, bu ma'lumot barcha, shu sohadagi qiziquvchi kitobxonlar tomonidan, tezlik haqida $v = \frac{dl}{dt}$ ko'rinishdagi aniq matematik ifoda borligidan, "sekundiga bir metr" nima ekanligi birday tushuniladi. Keyinroq, jismning harakat tezligi tushunchasini qat'iy, obyektiv aniqlash muammosi oliy matematikaning rivojlanishiga turtki bo'lgan. Ikkinchidan, qandaydir hodisalar o'rtasidagi bog'lanishlarni matematik ifodalar orqali shakllantirish, ularni matematik tildan 3 foydalanmasdan, faqat so'zlar vositasidan foydalanganda muqarrar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan noto'g'ri va bir xil ma'noga ega bo'lmagan talqin qilishni bartaraf qiladi. Masalan, Aristotel harakat qonunini shunday ta'riflagan edi: "Jism harakatini doimiy tezlikda saqlab turish uchun unga biror bir kuch bilan

ta'sir qilib turish kerak". Kundalik kuzatuvlar nuqtai nazaridan bir qarashda bunday da'vo o'rinlidek ko'rinadi. Haqiqatan ham, biror jismni gorizontol sirt bo'ylab qo'zg'atish uchun unga aniq bir kuchlanish bilan ta'sir qilish kerak. Shunga qaramasdan, zamonaviy mexanika nuqtai nazaridan bu yanglish da'vo va bu xato, o'sha davrda "kuch" tushunchasini qat'iy matematik aniqlash imkoni bo'lmaganligi sababidan faylasuflar va olimlar ongida (xususan, Aristotelning qar dimiy dunyo olimlari orasidagi katta obro'si tufayli) ikki yarim ming yildan ortiq vaqt saqlanib kelgan. Bu xato faqatgina, har birimizga maktabdan ma'lum bo'lgan, Nyuton tomonidan kuch, haqidagi zamonaviy $F = ma$ ta'rif berilgach to'g'rilandi. Bundan, xususan, jismning doimiy tezlik bilan harakatlanishi uchun (tezlanish a nolga teng bo'lgan holda) tashqi kuchlar zarur emasligi kelib chiqadi, kundalik kuzatuvlar esa bu holda jismga qo'yilgan kuchlarning muvozanatda bo'lishidan dalolat beradi. Boshqa tabiiy fanlar bilan solishtirganda, fizika, xususan, mexanika ko'p hollarda miqdoriy bayon etilishga yo'l qo'yadi va anchayin formallashtirilgan. Biroq barcha tabiiy fanlarda bo'lgani kabi, tayanch ma'lumotlar asosan tajriba natijalaridan kelib chiqishini ta'kidlash lozim. Shu bilan bir qatorda, tabiiy fanlarda asosiy tushunchalar (mexanikada ham) har qanday formatlashtirilgan taqdirda ham, mutlaqo aksiomatik emas, balki insoniyat tajribasiga asoslangan bo'lib, hozirgi kundagi moddiy olamni bilishda erishilgan ma'lumotlarni (yutuqlarni) aks ettirishini ham yodda tutish kerak. Amalda ular o'rtasidagi miqdoriy munosabatlar mavjud bo'lgan tajriba natijalari orqali aniqlanadi. Shunday qilib, matematika tabiatni tadqiq etishning qurollaridan birini beradi, lekin tabiiy fanlar o'rnini bosa olmaydi. (Bu holatni tushunmaslik "maktabda" - nafaqat maktab o'quvchilari o'rtasida yo'l qo'yiladigan xatolarning manbai bo'ladi.) Biroq tabiiy fanlarning yana bir prinsipial, matematik modellar chegarasidan chiquvchi xossasi mavjud, bu har qanday miqdoriy tavsifning 4 prinsipial noaniqligi, taqribiyligidir. Mexanika, fizika, kimyo va boshqa fanlarda birorta ham formulani mutlaq to'g'ri deb bo'lmaydi, u faqatgina ko'rsatilgan yoki ko'zda tutilgan qo'llanish chegarasi doirasidagina o'rinli bo'ladi. Shu bilan birga birorta ham tajribada aniqlangan kattalik, agar u qanday sharoitda va qanday aniqlik bilan o'lchanganligi ko'rsatilgan bo'lmasa, ma'noga ega bo'lmaydi.

Fazo va vaqt. "Harakat" deganda nimani tushunishimizni aniqlashga harakat qilib ko'ramiz. Umuman olganda bu tushuncha mutlaqo aniqlangan deb qaralsa ham bo'ladi, lekin biz shunday bir ta'rif berishimiz kerakki, u o'zida, birinchidan, mumkin bo'lgan harakatlarning turli xil xossalarni aniqlash usullarini ko'rsata oladigan bo'lsin, ikkinchidan, aniqlanadigan bu xossalarni umum qabul qilingan tilda, ya'ni matematik belgi va formulalar yordamida ifodalash imkonini bersin. Harakat to'g'risida yetarli darajada ommabop bo'lgan quyidagi ta'rif mavjud: harakat - bu vaqt o'tishi bilan jismning fazoda tutgan o'rninmg nisbiy o'zgarishidir. Bunday ta'rifda, "fazo" va "vaqt" tushunchalari mutlaqo tabiiy va hech qanday maxsus, formal aniqlashtirish talab qilinmaydigan tushunchalar ekanligi oldindan nazarda tutilgandek ko'rinadi. Amalda esa, bu tushunchalarning o'zi moddiy buyumlar va ular bilan sodir bo'layotgan voqealar orqali aniqlanishi mumkin ekan. Aytish mumkinki, harakat - kuzatilayotgan jismning boshqa, jismlarga nisbatan ko'chishidir, ya'ni harakat bo'lishi uchun boshqa jismlarning mavjud bo'lishi shart. Shunday qilib, fazo moddiy obyektlarning joylashishi bilan beriladi. Vaqt esa, o'z navbatida, voqealarning ketma-ketligi orqali anglanadi. Agar hech narsa sodir bo'lmayotgan bo'lsa, vaqtning o'tishi ham bo'lmaydi. Oldimizga shunday savol qo'yamiz: hozirgi zamon tushunchasiga ko'ra biz- olamning evolutsiyasiga sabab bo'lgan "buyuk portlash" dan bir daqiqa oldin nima bo'lgan edi? Javob: "Agar bizning

koinot evolutsiyasi haqidagi tasavvurlarimiz to'g'ri bo'lsa, bu savol ma'noga ega emas, chunki ungacha uning o'zi bo'lmagan. Biz uchun qandaydir ko'rish assotsiatsiyasi orqali tushuniladigan fazodan farqli o'laroq, vaqt - nisbatan abstraktroq, bizning hayotiy tajribamizga asoslangan tushuncha bo'lib, qaysiki, uning bir tomonga oqishidek fundamental xossasi haqida guvohlik beradi. Sabab - oqibat bog'lanish tushunchalari unga asoslangan. Bunday paradoksal holat biror bir amaliy qiyinchilikka olib kelmaydi. Masala shundaki, biz fazo va vaqt uchun mantiqiy, bekami-ko'st ta'rifni shakllantira olmasakda, eng asosiy narsa, ya'ni har qanday hodisani o'rganish va tavsiflash uchun kerak bo'ladigan uning xossalarini aniqlash va o'lchash natijalarini matematik tilda taqdim qilish usullarini ko'rsatishimiz mumkin. Ta'rif kiritamiz: qandaydir kattalikni o'lchash - bu, shartli ravishda o'lchov birlik etaloni deb qabul qilingan bir jinsli kattalik bilan taqqoslashdir. U holda, fazoni bir jismni ikkinchisidan ajratib turuvchi nimadir deb tasavvur qilsak, bn nimani bir jinsli to'g'ri chiziqli qattiq sterjen yordamida o'lchashimiz mumkin va uni fazodagi ixtiyoriy ikki jism o'rtasidagi masofaning etalon o'lchovi deb kelishamiz. Biz qabul qilgan etalon ko'rilyotgan jismlar orasidagi eng qisqa masofaga necha marta joylasha olishini o'lchab, bu masofani yoki boshqacha aytganda, uzunlikni. aniq sonlar ko'rinishida ifodalashimiz mumkin. Ushbu son bizni qiziqtirayotgan, etalon sterjenni tanlash bilan aniqlanadigan, "uzunlik birligi" dagi masofani ifodalaydi. Uzoq yillar davomida uzmilik etaloni sifatida Fransiyada joylashgan Xalqaro o'lchovlar byurosida saqlanayotgan Platina va Iridiy qotishmasidan tayyorlangan maxsus sterjenda belgilangan ikki shtrix orasidagi. "metr" deb nom olgan, aniq bir masofa xizmat qilib keldi. Bu etalonning aniq nusxalari bir qator mamlakatlarda ham mavjud bo'lgan. Biroq hozir, zamonaviy fan va texnikaning oshib borgan talabini qoniqtirmaganligi va tashqi sharoitning o'zgarishiga o'ta sezgirli sababli bu etalondan voz kechildi. Bugunga kelib, uzunlik etaloni sifatida, kripton kimyoviy elementining ichki holatini aniq bir o'zgarishidagi elektromagnit nurlanishning to'lqin uzunligi qabul qilingan. Amalda esa, uzunlik o'lchov birligi sifatida 1 metrdan foydalaniladi. Bu uzunlik birligiga yuqorida qayd qilingan etalon to'lqin uzunlikdan 1650763,73 tasi joylashadi. Jismlar o'rtasidagi fazoviy intervallarni o'lchash usulini bilgan holda, ko'rsatilgan o'lchashlar yordamida tadqiq qilinishi mumkin bo'lgan fazo xossalarining muhokamasiga o'tish mumkin. Bunday xossalar ikkita: ueh o'lchovlilik va evklidlik. Muhokamani tartib bilan, ya'ni "fazo uch o'lchovlidir" deb ta'kidlanuvchi xossadan boshlaymiz. Kundalik hayotda biz fazoning bu xossasini, har qanday jismning fazoda egallab turgan vaziyatini (yoki jism egallagan fazo elementini) odatiy bo'lgan dalil, biror bir aniqlik bilan, uch parametr (yoki kattalik): "balandlig", "eni", "bo'yi" bilan aniqlashingiz mumkin. Yanada aniqroq aytilsa, fazoning uch o'lchovlilik, fazoning biror bir A nuqtasining boshqa bir B nuqtasiga nisbatan holatini aniqlash uchun uch fazoviy interval berilishi kifoya qilishini bildiradi.

Harakat, faqatgina fazoda emas, balki vaqtda ham yuz beradi. Fazo tushunchasini ta'riflash misolida shunga amin bo'ldikki, qandaydir dastlabki tuslmnchani tavsiflayotganda uni bekami ko'st aniqlash mumkin emas ekan, balki qandaydir bir etalon yordamida o'lchash mumkinligmi ko'rsatish muhimroq ekan. Qadimda vaqt o'lchov birligi sifatida tabiatda muntazam qaytarilib turuvchi tabiat hodisasi olingan. Chunki, sikllar soni, takrorlanishlar soni vaqt o'lchovi uchun qulay va tabiiy usul hisoblanadi. Juda ko'p yuz yilliklar davomida hammaga ma'lum bo'lgan qum soatlari qo'llanilgan. Galilei tomonidan jismlarning harakat qonunlarini o'rganishda vaqt o'lchovi sifatida o'z tomirining urish pulsidan foydalanganligini

kichik bir tabiiy fakt sifatida ta'kidlash mumkin. Fanning rivojlanishi va jamiyatning amaliy ehtiyojining oshishi natijasida har qanday soatni solishtirish mumkin bo'ladigan vaqtning yagona etaloniga zarurat tug'ilgan. Yaqin yillargacha yerning o'z o'qi atrofida aylanish davri bunday etalon vazifasini bajarib kelgan. Aniq aytadigan bo'lsak, vaqtning sekund deb ataluvchi bunday etalon o'lchov birligi sifatida o'rtacha sutkaning $1/86400$ qismi qabul qilingan. Biroq hozirda fiziklar, mikro olamda yuz beradigan davriy jarayonlardan foydalanishni o'rganib oldilar. Vaqt o'lchovining bu etaloni, yerning o'z o'qi atrofida o'rtacha aylanish davriga nisbatan yanada aniqroq etalon bo'lib xizmat qilishi mumkin. Hozir vaqt etaloni sifatida, Seziy kimyoviy elementi ichki energiyasining aniq bir o'zgarishlarida uning atomi chiqaradigan elektromagnit maydon tebranishlar davri qabul qilingan. Bir sekund davomida yuqorida ko'rsatilgan etalon tebranishlardan 9192631770 marta sodir bo'ladi. qo'llaniladiigan xarakterli vaqt va fazoviy intervallar haqida tasavvurga ega bo'lish mumkin. Soat harakati uning xususiy yurishi bilan qanday bog'langan degan savolni qo'yish mumkin. Bugungi kunda ma'lumki, birbiriga nisbatan harakatlanayotgan soatlarda vaqt tuxlicha oqadi, biroq bu farqni yorug'lik tezligi $c = 300000 \text{ km/s}$ ga yaqin tezliklarda sezish mumkin. Fiziklar, koinotdan keladigan yoki tezlatgichlarda shunday qiymatlargacha tezlatilgan elementar zarralar harakatida bunday tezliklar bilan to'qnash keladilar. Zarralar va maydonlar. Nyuton klassik mexanikasi Klassik mexanika uchun moddiy nuqta tushunchasi o'ta prinsipial hisoblanadi. Aslini olganda, mexanika moddiy nuqta harakati qonunlari asosida quriladi va sekin-asta murakkablashib borgan sari chigal hamda qiyin obyektlar - suyuqlik va gazlar mexanikasini o'rganishgacha o'tib boriladi. Moddiy nuqta haqidagi dastlabki tushunchalar avvalgi paragrafda muhokama qilingan koordinatalar sistemasiga asoslangan. Ya'ni fizikaviy jismni moddiy nuqta sifatida qarash mumkin bo'ladi, agar uning harakatini tavsiflash uchun uch koordinataning yoki birgina radius-vektor r_i ning vaqtga bog'lanishi berilishi yetarli bo'lsa. Eng avvalo, bu o'lchamlarini nazarga olmasa ham bo'ladigan jism uchun o'rinni - moddiy nuqta deb atalishi ham shundan kelib chiqqan. Biroq xuddi shunday yo'l bilan istalgan o'lcham va shakldagi jismlar ko'chishini tavsiflash mumkin, agar ular ilgari harakat qilayotgan bo'lsa, bunda jismning barcha nuqtalarining trayektoriyalari bir xil va parallel ko'chish bilan almashtirish mumkin bo'lishi talab etiladi. Nihoyat, nisbatan murakkab bo'lgan harakatlarda, orientatsion koordinatalar muhim bo'lgan holda, jismning massa markazining harakati moddiy nuqta harakat qonunlariga bo'ysunishini keyingi boblarda ko'ramiz. Masalan, Yerning tortish kuchi ta'sirida jismning erkin tushishini bo'shliqda ko'rsak, jismning o'lchamlari va hatto uning qanday materialdan ekanligi muhim emas. Shu vaqtda jismning bunday harakati havoda kuzatilsa, havoning qarshiligi harakatga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Bunda jismni har doim ham moddiy nuqta deb qarab bo'lmaydi. Nyuton mexanikasining qonunlari moddalar tuzilishining hozirgi zamon atomistik nazariyasining o'rnatilishidan ancha vaqt ilgari yaratilganligi uchun klassik deb ataladi. Yuqorida aytganimizdek, mexanikadagi har qanday miqdoriy munosabatlar (fizikaning istalgan sohasidagi qandaydir miqdoriy munosabatlar) ma'noga ega bo'lishi uchun, albatta qo'llash chegarasi ko'rsatilishi shart yoki mumkin bo'lgan maksimal xatolik baholangan bo'lishi kerak. Birinchidan, klassik mexanika doirasida harakatlarni qo'shish radius vektorlarni qo'shishga olib kelinadi. Agar moddiy nuqta biror sanoq sistemasiga nisbatan $r_i(t)$ qonun bo'yicha ko'chayotgan bo'lsa, bu sanoq sistemaning koordinata boshi esa biror bir yangi sistemada r_{2i} qonun bilan harakatlanayotgan bo'lsa, bu yangi sanoq sistemada moddiy

nuqta $r_2(j) + r_2(i)$ qonun bilan harakatlanadi. Bu Galilei almashtirishlariga ekvivalent bo'ladi. Bu qoida qanchalik tabiiy bo'lib ko'rinmasin, Nyuton vafotidan 200 yil o'tib, XX asr boshlarida harakatning bunday qo'shish qoidasi xususiy hol ekanligi, ya'ni jismlarning relativistik tezliklardagi ($c = 3 \times 10^8$) harakati uchun o'rinli ekanligi aniqlandi (bu yerda Eynshteyn nomini eslash lozim). Kundalik hayotda biz anchayin kichik tezliklar bilan ish yuritamiz. Masalan, reaktiv samolyotning tezligi, odatda, tovushning havodagi tezligi, $300 \text{ m/s} = 0.3 \text{ km/s}$ dan 2 – 3 marta katta bo'lishi mumkin. Yer yo'ldoshining yoki kosmik kemaning tezligi taxminan 10 km/s . Yerning Quyosh atrofidagi orbita bo'ylab harakat tezligi ham aynan shu tartibda (30 km/s). Nihoyat, Quyoshning o'z orbitasi bo'ylab, Galaktikamiz markazi atrofidagi, harakat tezligi tartibida, bu yorug'lik tezligidan 1000 marta kichik demakdir. Yorug'lik tezligi c ga yaqin nisbiy tezliklar bilan harakatlanayotgan jism mexanikasi sezilarli darajada murakkab bo'lib, bizning idrokimiz doirasi bilan uncha mos kelmaydi. Chunki, inson kundalik amaliyotida bunday harakat tajribasiga ega emas. Bunday mexanika relativistik mexanika deb ataladi, ba'zida u an'anaga ko'ra maxsus nisbiylik nazariyasi mexanikasi deb ham aytiladi. Ikkinchidan, molekulalar, atomlar va yanada mayda zarralar fizikasini o'rganishga o'tilganda Nyuton mexanikasi jiddiy taftishga uchraydi. Masalaning bu jihatini XX asrda Bohr, Heisenberg va boshqa ko'plab buyuk olimlarning sa'y-harakatlari bilan tushunish imkoni paydo bo'ldi. Mikro- olam mexanikasi - kvant mexanikasi - moddiy nuqta tushunchasidan foydalanmaydi, ma'lum bo'lishicha, barcha mikrozzarralar to'liq xususiyatiga ega ekan. Biz moddiy nuqta deb qarayotgan jismlarning, haqiqiy o'lchamlari yoki zarralar orasidagi masofa, boshqacha aytganda, fazoviy masshtablar de Broglie to'liq uzunligi $\lambda_B = \frac{h}{mv}$ dan yetarli darajada katta bo'lganda bu jihatni e'tiborga olmaslik mumkin bo'ladi. Bu yerda m - jism massasi, v - uning tezligi, $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J/s}$ - Plank doimiysi. Kvant mexanikasi fizika nuqtai nazaridan valentlik nima, yoki masalan, qattiq jism nima va u qanday tuzilgan degan savollarga javob berish uchun kerak. Chegaraviy o'tishlar $h = 0$ va $\frac{v}{c}$ Atrof-muhitdagi obyektlarning aksariyati, ayniqsa, inson bevosita (sezgi a'zolari orqali) idrok eta oladigan qismi, modda mayda zarralar - atom va molekulalardan tashkil topgan. Atomlarning tuzilishi va ularning "ichki hayoti" ni aniqlovehi qonunlar klassik mexanika predmeti bo'la olmaydi. Bundan keyin biz ularni zarralar deb ataymiz. Odatda, atom tarkibiga kiruvchi elektronlar, atom yadrolari, protonlar, neytronlar va juda ko'pgina elementar zarralar (bular haqida umumiy fizika kursining mos bo'limlarida gap yuritiladi) ham zarra deb ataladi. Nihoyat, fiziklar, juda ko'p sondagi atomlardan tashkil topgan makrozarralar tushunchasidan ham foydalanadilar. Klassik mexanika doirasida yetarli darajadagi aniqlik bilan moddiy nuqtaga yaqinlashtirilgan har qanday fizik obyekt zarra deb nomlanishi mumkin. Biroq bizni o'rab olgan olam faqat atom va zarralardan tashkil topgan deb bo'lmaydi. Masalan, yorug'lik, radioto'liqlar yoki televizor signallar ko'rinishida bizning sezgi organlarimizga tinimsiz ta'sir qiluvchi va bizni o'rab olgan fazoga kirib boruvchi elektromagnit to'liqlar butunlay boshqacha tuzilgan. (Yana bir muhim jihati shundaki, amalda bizning sezgi organlarimiz va unga teng kuchli, barcha o'lchov asboblari bizni o'rab olgan olamni elektromagnit o'zaro ta'sir orqali idrok qiladi). Elektr va magnit maydon ko'rinishida namoyon bo'luvchi elektromagnit to'liqlar yuqorida bayon qilingan zarralardan farqlanuvchi materiyaning boshqa ko'rinishidir. Tajriba shuni ko'rsatadiki, bizni o'rab turgan barcha narsalar yo zarra, yo maydon, yo zarra va maydonni birlashtiruvchi strukturadan iborat bo'lsin, ular bir-biriga

nisbatan harakat qilishi mumkin. Shuni ta'kidlash lozimki, relativistik kvant fizikasida zarralar va maydon o'rtasida prinsipial farq yo'qoladi. Klassik va hatto, relativistik (kvant emas) fizikada zarra va maydon tushunchalari chegaralangan. Bunda zarralar yoki ulardan tashkil topgan makroskopik jismlar harakatini o'rganish asosiy predmet bo'lib qoladi, shu vaqtda maydon zarralarning o'zaro ta'sirlashishini belgilaydi. Hozirda fizikada ma'lum bo'lgan maydonlar to'rt ko'rinishga ega bo'lib, mos ravishda to'rt xil o'zaro ta'sirda namoyon bo'ladi. Og'irlik kuchi bilan tanishmiz va uni o'lchashni bilamiz. Massa to'g'risidagi eng tabiiy tushuncha jism-og'irligini o'lchashdan kelib chiqadi. Bu bizga gravitatsion o'zaro ta'sir haqida tushuncha beradi. Mexanikaning juda ko'p xrestomatik inasalalarida zarralar yoki zarralar sistemasining gravitatsion maydonda o'zini tutishi o'rganiladi. Bizni o'rab olgan olamda elektromagnit maydon ham xuddi shunday universal holatdadir; aytib o'tganimizdek, tashqi olam bilan barcha bog'lanishlar va o'zaro ta'sirlarga mana shu elektromagnit ta'sir sababchidir. Bu narsa XX asrga kelib, yetarli darajada tushunildi. Gravitatsion ta'sir kabi, elektromagnit o'zaro ta'sir ham masofa bilan chegaralanmaydi. bu holat shoirona ta'bir bilan aytilgan "olis yulduz nuri" so'zlarida o'z aksini topgan. Endi, kitobimizning mundarijasini aniqlab olishimiz mumkin. Unda makroskopik jismlarning, taxminan kundalik hayotimizda kuzatiladigan (yorug'lik tezligidan yetarli darajada kichik) tezlik- , lardagi harakat qonunlari haqida fikr yuritiladi. Bunday jismlarning nisbiy harakatini o'rganuvchi fan klassik mexanika deb ataladi. Harakat nima va uni qanday tavsiflash mumkin? Bu savolga jismlar harakatini o'rganuvchi kinematika javob beradi. Harakat - bu jismning boshqa jismlarga nisbatan ko'chishidir (uning fazodagi vaziyatining o'zgarishi). Shunday qilib, jism harakatini tavsiflar ekanmiz, biz doimo qandaydir bir koordinatalar sistemasiga (jismning harakati shu sistemaga nisbatan sodir bo'ladi) yoki sanoq sistemasiga bog'lanib ish ko'ramiz. Jismning harakati uning barcha nuqtalari (jismning mayda bo'lakchalari) harakati bilan aniqlanadi, shunga ko'ra biz moddiy nuqta harakatini tavsiflashdan boshlaymiz. Moddiy nuqta tushunchasiga yangi ta'rif beramiz: Muayyan sharoitda o'lchamlarini e'tiborga olmasa ham bo'ladigan jism moddiy nuqta deb ataladi. Bunda jismning massasi bir nuqtaga jamlangan deb qarash mumkin. Tekis tezlanuvchan harakatda zarra hamma vaqt, boshlang'ich tezlik vektori $v = 0$ va o'zgarmas tezlanish a hosil qilgan bir tekislikda harakatlanadi. Bir tekislikda sodir bo'ladigan harakat yassi harakat deyiladi. Biroq aniq ravshanki, har doim ham tekislikdagi harakat tekis tezlanuvchan bo'lavermaydi. Yassi notekis tezlanuvchan harakatga misol tariqasida, maktab fizika kursidan ma'lum bo'lgan, aylana bo'ylab. Aylana bo'ytekis harakatni keltirish mumkin. Shu sabab tekis harakat masalasini ko'rib chiqamiz. Bu harakat yassi bo'lganligidan, harakat tekisligi sifatida XY tekisligini va koordinata boshi sifatida aylana markazini tanlaymiz . Mutlaq qattiq jism, shunday jismki, har qanday harakatlarda ixtiyoriy ikki nuqtasi orasidagi masofa o'zgarmaydi. Boshqacha so'z bilan ta'riflasak, jismning deformatsiyasi inobatga olinmaydi. Tashqi ta'sirlar natijasida har qanday jism ma'lum darajada u yoki bu ko'rinishdagi deformatsiyaga uchraydi. Po'lat sterjen hatto atmosfera bosimi va 36°C temperaturaning kichik o'zgarishlarida ham, o'z shakli va o'lchamlarini o'zgartiradi. Bunday o'zgarishlar faqat o'ta sezgir asboblarda yordamida aniqlanishi mumkin. Biroq bu sterjen o'ta qo'pol mexanizmning biror qismi bo'lsa, bunday deformatsiyalarni e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Bevosita, uning harakatini mutlaq qattiq jism harakat qonunlariga bo'ysunadi deb, mexanizm konstruksiyasi tayyorlanishi mumkin. Biroq o'sha sterjen murakkab elektron asbobning biror qismi bo'lsa, sterjen deformatsiyasi masalasi konstruktorning asosiy vazifasi bo'lib qoladi va

mutlaq qattiq jism yaqinlashishini qo'llab bo'lmaydi. Shuning uchun, mutlaq qattiq jism haqidagi tasavvur, umuman hech bir deformatsiyaga uchramaydigan jism haqidagi tasavvur voqe'likni real sharoitga yaqinlashtirishdan yoki qulay ideallashtirishdan iboratdir (yoki fiziklar tilida model). Uning qo'llanish yoki qo'llanmasligi harakat kuzatilayotgan aniq sharoitga bog'liq bo'ladi. Mutlaq qattiq jism harakat qonunlarining nisbatan sodda ko'rmishga ega bo'lishi, uning holatini biror bir koordinatalar sistemasida qat'iy matematik tavsiflash uchun, deformatsiyalanuvchi jismlar holatini aniqlash uchun talab qilinadiganga nisbatan kam parametrlar (koordinatalar) zarur bo'ladi. Jismning fazodagi holatini yagona tarzda aniqlash uchun talab qilinadigan o'zaro bog'lanmagan parametrlar soni, uning erkinlik darajasi deb ataladi. Mutlaq qattiq jismning erkinlik darajasi nimaga teng ekanligini aniqlaylik. Jismlarning gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan harakati - ballistik deyiladi. Bunday harakatga voleybol koptogining, miltiqdan otilgan o'qning yoki yuqoriga sakragan sportchining harakatini misol sifatida keltirish mumkin. Jismning bunday harakati Yerning tortishish kuchi ta'sirida yuz beradi, havoning qarshiligi harakat trayektoriyasiga kichik tuzatish kiritadi. Bu tuzatish kichik bo'lganligi uchun masalani soddalashtirish maqsadida ko'p hollarda havoning qarshiligi inobatga olinmaydi. Ammo jismiung harakati uzoq vaqt davom etsa, havoning qarshiligi ahamiyat kasb eta boshlaydi. Bunga yomg'ir tomcliisining harakati misol bo'la oladi. Bu yerdagi tahlilda biz havoning qarshiligini e'tiborga olmaymiz. Soddalik uchun jism harakatini Yer sirti yaqinida sodir bo'layapti deb qaraymiz. Bunda bizga otish jarayoni qanday amalga oshirilganligi ahami)'atga ega emas, va jismning otilgandan keyingi, ya'ni jismning havodagi og'irlik kuchi ta'siridagi erkin harakatini kuzatamiz. $v = v' + V$. Shunday qilib, jism harakat davomida birgina, pastga yo'nalgan 9.8 m/s^2 ga teng bo'lgan tezlanishni oladi. Jismning gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan harakatini birinchi bo'lib Galilei talqin qilib berdi. U, bu harakatni, ikki mustaqil - vertikal va gorizont tashkil etuvchilarini alohida-alohida tahlil qilish bilan to'la tavsiflash mimkinligini ko'rsatdi. Ballistik harakatni batafsil o'rganishni boshlashdan avval bir qator umumiy holatlarni ta'kidlab o'tish lozim: 1. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakati Yer tortish kuchidan boshqa kuchlar (masalan shamol) bo'lmasa, tekislikda, ya'ni ikki o'lchamli fazoda yuz beradi. Bu yerda ixtiyoriy vektor ikkita o'zaro perpendikular o'qlarga proyeksiyasi bilan to'liq aniqlanishini eslash yetarli. Bizning misolda o'lardan biri gorizont tekislikda yotadi. Bu dekart koordinatalar sistemasining, masalan, X o'qi bo'lsin. Ikkinchisi esa vertikal o'q bo'lib, uni Y o'qi deb olamiz. 2. Bizga ma'lum bo'lgan barcha hollarda gorizontga burchak ostida otilgan jism harakati Yer sirtiga yaqin masofalarda sodir bo'ladi. Shu sababli barcha jismlarning harakatini birday talqin qilish mumkin, ya'ni erkin tushish tezlanishi g ni o'zgarmas deb olish mumkin. Haqiqatan ham, Yerning radiusiga $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$) nisbatan amaldagi balandUklaming barchasi juda kichik ekanligi yuqoridagi tasdiqning o'rinli ekanligini ko'rsatadi. 3. Alohida ta'kidlanmasa havoning qarshiligini inobatga olmaymiz. 4. Kinematik masalada harakati o'rganilayotgan jismning shakli va o'lchamlari e'tiborga olinmaydi. Shu tartibga amal qilib otilayotgan jismni moddiy nuqta deb qarash mumkin. Faraz qilamiz, gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jismning boshlang'ich tezligi v_0 bo'lsin. Agar jism fazoga, gorizont chizig'idan yuqoriga otlsa, v_0 musbat, agar gorizont chizig'idan pastga otlsa, v_0 manfiy bo'ladi. Dekart koordinatalar sistemasini yuqorida ta'kidlaganimizdek tanlasak, jismning faqat Y o'qi yo'nalishidagi tezlanishi noldan farqli bo'ladi. Shunday qilib, jism tezlanishining mos o'qlarga proyeksiyalari $a_x = 0$ $a_y = -g$.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- 1 Fizika. Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 10-sinfi uchun darslik. * M. Nuritdinov, A. Abdukarimov, R. Abdullayev. Fizika (Mexanika). Toshkent: "O'qituvchi", 2007.
- 2 H.R. Rahimov, Sh.B. Boltaboyev. Fizika (Mexanika, Molekulyar fizika). Toshkent: Adabiyot uchqunlari, 2012.
- 3 R. Fayzullayev. Fizika. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent: Fan va texnologiya, 2010.
- 4 D.V. Sivuxin. Umumiy fizika kursi. I tom. Mexanika. Moskva: Nauka, 1979.
- 5 I.V. Saveliev. Umumiy fizika kursi. 1-tom. Mexanika. Moskva: Nauka, 2001.
- 6 Khan Academy. Physics - One-Dimensional Motion & Forces and Newton's Laws.
<https://www.khanacademy.org/science/physics/one-dimensional-motion> va
<https://www.khanacademy.org/science/physics/forces-newtons-laws>.
- 7 The Physics Classroom. 1-D Kinematics & Newton's Laws.
<https://www.physicsclassroom.com/class/1DKin> va
<https://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws>.
- 8 HyperPhysics. Mechanics Section. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>.
- 9 Wikipedia. Kinematics & Dynamics. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kinematics> va
[https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamics_\(mechanics\).z](https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamics_(mechanics).z)

INNOVATIVE
ACADEMY