

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
НИЗОМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

Муаллиф Р.Д. Алимбоева.

ЖИСМОНИЙ МАШҚЛАР БИОМЕХАНИКАСИ

5141900 - “Жисмоний тарбия ва жисмоний маданият” таълим йўналишлари
учун ўқув қўлланма

Тошкент -2007

Мазкур ўқув қўлланма педагогика олий юртлари ва ўрта махсус ўқув муассасалари, спорт ва жисмоний маданият соҳасини ўрганишга йўналтирилган таълим тизими ўқитувчи, педагог, илмий изланувчи талабаларга мўлжалланган. Шунингдек, мазкур қўлланмадан спортга қизиқувчи кенг китобхонлар оммаси ҳам фойдаланиши мумкин.

Муаллиф: ТДПУ ўқитувчиси Р. Алимбоева

Такризчилар: п.ф.д. проф. Академик Ф. Керимов
педагогика фанлари номзоди, доцент С.Хасанова.
педагогика фанлари номзоди, доцент Х.Туленова

© Низомий номидаги ТДПУ кичик босмахонаси -2007

КИРИШ

“Ҳаракат - ҳаётни англатади” - деган ҳикматли иборани кўп эшитганмиз. Маълумки, жамият тараққиёти, илм-фан, техниканинг ривожини асосини инсонларнинг эзгу мақсадлар йўлидаги интилишлари, фаол ҳаракатлари ташкил этади.

Мамлакатимиз истиқлолга эришиши билан давлатимиз раҳбари Ислам Каримов ва ҳукуматимиз томонидан ўсиб келаётган ёш авлод саломатлиги, уларнинг таълим-тарбияси ҳамда келажакда етук кадрлар тайёрлаш масалалари давлат сиёсати даражасига кўтарилиб, асосий эътибор айнан шу масалаларга қаратилди. Энг қувончли воқея бу – республикада спорт ва жисмоний маданият ишларини ривожлантириш учун бир қатор масалаларнинг долзарблаштирилганлиги бўлди.

Мамлакатимизда кўплаб спорт иншоотлари қад кўтарди. Бу соҳа масалаларини ҳал этишга катта маблағлар ажратилиб, жиддий эътибор қаратилди. Натижада миллий спортчиларимиз жаҳон чемпионатларида Ўзбекистон байроғини ғурур билан кўтаришларига эришилди. Шундай илдам қадамлар билан иш юритилганлиги сабаб, юртимизда жадал суръатларда спорт ишларининг ривожланиши содир бўлмоқда.

Ҳозирги даврда ҳам олдинга қўйилган мақсадлар йўлида мамлакатимиз спортчиларини жаҳон олимпиада шохсупасидан ўрин эгаллашлари учун ҳаракат қилинмоқда. Мана шундай тарзда ташкил этилган ҳаракатланиш фаолияти, мамлакатимизнинг жисмоний тарбия ҳамда маданият соҳаси асосини ва спортнинг асосий мазмуни ҳисобланади.

Маълумки, механик ҳаракат қонуниятларини механика фани ўргатади. Механика нуқтаи назардан инсон механик ҳаракатини ўрганишда ҳам фойдаланиш мумкин.

Инсоннинг ҳаракатланиш фаолияти тананинг барча органлари иштирокида мунтазам равишда амалга оширилади. Бироқ ҳаракат вазифасини бевосита тана скелети, мускуллар, бўғинлар иштирокида амалга оширувчилар қаторида ички аъзолар ва қон томирларидан ташкил топган умумий ҳаракатланиш аппарати ҳисобланади.

Биомеханикани фан сифатида тирик организм анатомик- физиологик хусусиятларидан келиб чиқиб, техника қонунлари нуқтаи назаридан инсоннинг фаол ҳаракатларини ўрганади. Биомеханика организмдаги физик жараёнларни ўрганувчи илмий фанлар - биофизиканинг бир тармоғи ҳисобланади.

Биомеханика фанининг вазифаси ҳаракатни таърифлаш, ҳаракатланишда таъсир қилувчи кучларни аниқлаш, уларнинг табиатини, уларга таъсир этувчи табиатни ва бу таъсир жараёнларининг самаралилигини аниқлашдан иборат, биомеханиканинг вазифаси деб кўрсатилади

Мазкур ўқув қўлланма шу йўналишда ташланган илк қадам бўлиб, айрим камчиликлардан ҳоли бўлмаслиги мумкин.

Ўзининг фикр–мулоҳазларини баён этмоқчи бўлган китобхонларга муаллиф–тузувчи олдиндан ўз миннатдорчилигини изҳор этади.

I БОБ. БИОМЕХАНИКА ФАНИ ТУШУНЧАСИ

Табиатнинг барча ҳодисалари материк ҳаракатининг турли шакллардан иборат. Ҳаракатни узлуксиз мазмунда материя мавжудлиги шакли сифатида, материяга ҳос бўлган ички жисмларнинг шундай ҳаракатланишидан тартиб, то фикрлашгача коинотда содир бўладиган барча ўзгаришлар ва ривожланиш жараёнларини қамраб олувчи шакл сифатида тушунамиз. Инсон ҳаёт фаолиятининг асосини ҳам ҳаракат ташкил қилади.

Тана ҳужайраларидаги турли кимёвий ва физик жараёнлар, юрак уриши ва қон айналиши нафас олиш, овқатни ҳазм қилиш ва чиқариш жараёнлари: тананинг фазода ва тана қисмларининг бир- бирига нисбатан ҳаракати техникасининг физиологик нерв (асаб) тизими фаолияти, инсон ички ва ташқи дунёни идрок этиш ва таҳлил қилиши ана шуларнинг барчаси материк ҳаракатнинг турли шакллари ҳисобланади.

Умуман, ҳаётнинг асосий шарти жонли организмнинг атроф- муҳит билан ўзаро алоқаси ҳисобланади. Мана шу ўзаро алоқалар жараёнида ҳаракатланиш фаолияти ривожланиб боради. Масалан, жониворлар яшаш учун ўзига овқат топиши, ўз ҳаётини кўриқлаши, насл қолдириши ва унинг мавжудлигини таъминлаши мумкин.

Фаолиятнинг турли ва мураккаб ҳаракатлари ёрдамида инсон ўз меҳнат фаолиятини амалга оширади. Бошқа одамлар билан мулоқот қилади, гаплашади, ишлайди, ёзади, фан ва бошқа касбий соҳалар билан шуғулланади, янгиликларни учратади, унга интилиб яшайди. Узлуксиз равишда ҳаракатда бўлади.

Маълум тарзда ташкил этилган ҳаракатланиш фаолияти жисмоний тарбия асосини ва спортнинг асосий мазмуни ҳисобланади. Материя ҳаракатининг энг оддий шакли механик ҳаракат бўлиб, уни жисмнинг фазодаги ҳаракатланиши деб ҳисоблаймиз.

Механик ҳаракатнинг қонуниятларини механика фани ўргатади. Механика нуқтаи назаридан инсон механик ҳаракатини ўрганишда ҳам фойдаланиш мумкин.

Инсоннинг ҳаракатланиш фаолияти тананинг барча органлари иштирокида амалий равишда амалга оширилади. Бироқ ҳаракат вазифасини бевосита тана скелети, мускуллар, бўғинлар иштирокида амалга оширувчилар қаторида ички аъзолар ва қон томирларидан ташкил топган умумий ҳаракатланиш аппарати ҳисобланади.

Механик нуқтаи назардан механик ҳаракатланиш аппаратини ва материя-двигателини алоқадор ҳолда, бирлаштириб туради.

Скелет тана мускулларининг двигатели ҳисобланади, унда мураккаб органик моддалар мавжуд бўлиб, кимёвий энергия нерв толалари таъсири остида мускуллар эгилувчанлик кучи энергиясига айланади.

Таранг мускуллар тортиш кучи скелет суякларига таъсир кўрсатади, улар орқали эса оёқ - қўллар, гавда ва бошқа аъзоларга таъсир кўрсатиб, тананинг бу қисмлари турли ҳаракатларни бажаришлари учун энергетик манбаи ҳисобланади. Ҳаракат аппаратининг тузилишини ўрганиш анатомия фанининг предмети ҳисобланади. Механика-двигатели сифатида ҳаракатланиш аппаратининг асосларини ўрганиш биохимия ва физиология фани томонидан амалга оширилади.

Уни ишчи механика сифатида ўрганиш алоҳида фан биомеханика илмий фанининг асосий вазифаси ҳисобланади.

Биомеханикани фан сифатида тирик организм анатомик физиологик хусусиятларидан келиб чиқиб, техника қонунлари нуқтаи назаридан ҳайвонлар ва инсоннинг фаол ҳаракатларини ўрганади. Биомеханика организмдаги физик жараёнларни ўрганувчи илмий фанлар -биофизиканинг бир тармоғи ҳисобланади.

Биомеханика фанининг вазифаси ҳаракатни таърифлаш, ҳаракатланишда таъсир қилувчи кучларни аниқлаш, уларнинг табиатини, уларга таъсир этувчи табиатни ва бу таъсир жараёнларининг самаралилигини аниқлашдан иборат.

Улуғ алломаимиз Абу Али ибн Сино ўз асарларида мускулларни ҳаракатлантирувчи кучлар тана скелетининг қаттиқ қисмларига таъсир

кўрсатиши инсон танасини фойдали самара билан ишчи материлига айлантира оладиган шароитларни аниқлашдан иборат, деб кўрсатади.

Тадқиқотларда биомеханик методларидан меҳнат ҳаракатлари ва жисмоний машқларни ўрганишда кенг қўлланилади.

Биомеханика биологик микрообъект ва микрообъектларнинг фазодаги ҳаракатини ўрганиш билан биргаликда тирик системларнинг механик ҳаракатини ўрганади. **Биомеханика умумий ва хусусий қисмларга бўлинади.**

Умумий биомеханика одам танаси ҳаракатларининг умумий қонунларини ўрганади.

Хусусий биомеханика эса амалий йўналишга эга бўлиб, одам танаси ҳаракатларининг маълум бўлимларини ўрганади. Бу бўлимга доволаш биомеханика, меҳнат биомеханика, ҳарбий биомеханика, инженерлик биомеханика ҳамда жисмоний машқлар биомеханикаси ва бошқалар киради.

Жисмоний машқлар биомеханикаси инсон жисмоний машқларни бажариши жараёнида, унинг ҳаракатларини ўрганувчи биомеханика фанининг бир тармоғи ҳисобланади. Ушбу илмий фаннинг асосий вазифаси жисмоний машқлар техникасини, уларни бажариш усуллари ёки услубларини ўрганиш ҳисобланади.

Жисмоний хусусан, спорт машқи техникаси моҳияти аниқ бир ҳаракатланиши масаласини ҳал этиш учун инсоннинг ўз ҳаракатланиши имкониятларидан оқилона фойдаланишдан иборат: қисқа вақт ичида маълум масофани босиб ўтиш (югуриш, сузиш мусобақалар) кўплаб тўсиқлардан ошиб ўтиш спортни иложи борича, узоққа ёки аниқ мўлжалга улоқтириш, рақибдан олдин зарба бериш: рақибнинг курагини ерга текказиш ва шу кабилар.

Машқни шакл ёки бир неча усуллар билан бажарилишида техниканинг ҳар бир варианты сифатининг самаралилиги, тежамкорлиги ва ҳаракатланиш вазифасининг оддий бажарилишини таққослаш йўли билан аниқлаш мумкин, ҳаракатларни вазифасини ҳал этиш тежамкорлиги ва оддийлиги жисмоний машқлар техникаси сифатини баҳолаш омиллари ҳисобланади. Жисмоний

машқ техникасини ўрганиш фақат ҳаракатни аниқ тасаввур этишнигина эмас, балки ушбу машқларни бажаришда ҳаракатлар қонуниятларини тушунтириш, яъни инсоннинг атроф моддий дунё (муҳит) билан ўзаро механик алоқаларини, ҳаракатлар тизимини тушуниш, яхлит ҳаракатда таркибий қисмлари (элементлари, босқичлари) нинг фарқ қилиши, машқлар асосида ва ҳаракат даражасининг сабаби ва оқибатларининг ҳамда бошқа ўзаро боғлиқ билимларни англатади.

Жисмоний машқ техникасини тушуниш ва мана шу техниканинг таҳлил қилишни билиш жисмоний тарбия бўйича амалий ишлар учун муҳим аҳамиятга эга. Жисмоний машқлар биомеханикаси муҳимлигини қуйидагилар билан тасдиқлаш мумкин:

1. Жисмоний машқлар техникасини тушуниш, ташкил этилишини тўғри баҳолаш, мускуллар бажарган иш кетма кетлигини ва хусусияти тўғрисида фикр юритишга имкон беради, спорт машғулотлари жараёнида алоҳида вазифаларни аниқлаштиришга ва жисмоний тарбия аниқ вазифаларини ҳал этиш учун мос воситаларни танлаб олишга ёрдам беради.

2. Техникани таҳлил қилиш спорт техникасига ўргатишни илмий асослаш ва методикасини такомиллаштириш учун зарур шарт шароит ҳисобланади. Ўқитиш методикаси, яъни қандай ўқитиш тўғрисида гапиришдан аввал, амалий ўқитиш кераклигини, яъни спорт машқи техникасига ўқитишни аниқ тасаввур қилиш керак. Эгаллаб олиниши энг биринчи вазифа бўлиши керак бўлган жисмоний машқнинг энг муҳим қисмини ажратиб олишни билиш керак.

3. Жисмоний машқлар биомеханикасини билиш жисмоний ва биринчи навбатда, жисмоний тарбия соҳасидаги ижодий ишлар учун спорт машқлари техникасини такомиллаштириш учун зарур. Спорт машқлари техникаси табиатда ва жамиятда бўлгани каби бир жойда тўхтаб тургани йўқ, балки ривожланиб бормоқда, спорт техникасини ривожлантириш жараёнида жисмоний тарбия бўйича мутухассиснинг роли пассив кузатувчи роли бўлиши мумкин эмас.

Ҳақиқий малакали мутахассис ижодий меҳнат, ўз ишида ўрناق кўрсатувчи каби ифодаланади. Мана шу барча масалаларни ҳал этиш учун спорт назарияси, методикаси ва техникаси масалаларини илмий ишлаб чиқишни кучайтиришимиз зарур. Спорт техникасини илмий ишлаб чиқиш асосан, биомеханик тадқиқотлар асосида спорт машқлари техникасини такомиллаштириш йўналиши бўйича олиб борилиши керак.

4. Жисмоний машқлар техникаси тўғрисида тўғри тасаввурлар, бу машқнинг бошқа, унда мураккаб (биохимёвий, физиологик, психологик ва бошқа) томонларини яхшироқ, чуқурроқ билиш тушунчаси имкон беради. Инсон организмиде содир бўлаётган жараёнларни ўрганишда **ҳаракат** - муҳим кўрсаткич ҳисобланади. Ҳаракат марказий нерв системаси хусусан, бош мия катта ярим шарлар қобиғида содир бўлаётган жараёнларни ўзига хос акс эттирувчи ҳисобланади.

Бу хусусида машҳур физиолог Иван Сеченов 1863 йилда шундай ёзганди: мия фаолиятини ташқи намоён бўлиши барча чексиз турли-туманликлари якуний бир ходисага-мускуллар ҳаракатига олиб келади. Бола ўйинчоқни кўрганида хурсанд бўлишидаги ҳаракатлари, шахсларнинг Ватанга чексиз муҳаббатларини намоёиш этиш учун фаолият қувончларида, тарбияли қиз боланинг муҳаббат тўғрисидаги биринчи ҳаёли-орзуларидан тартиб, буюк олим Ньютоннинг қонунларини яратилиши ва уларни ҳаётга тадбиқ этиш фаолиятларигача ҳамма ерда мускуллар ҳаракатлари якуний омил ҳисобланади.

5. Иш бажариш ҳолатлари, меҳнат ҳаракатлари, ҳарбий амалий ҳаракатларни такомиллаштириш ҳамда ҳаракатлардан даволаш мақсадида фойдаланиш учун биомеханика фани бўйича билимларни билиш зарур.

Меҳнат самарадорлигини ошириш фақат меҳнат қуролини такомиллаштириш ва яхшироқ фойдаланиш йўли билан эмас, балки иш бажариш ҳаракатларини уларнинг самарадорлигини, тежамкорлигини, оддийлигини мукаммаллаштириш йўли билан ҳам таъминланади.

Жисмоний машқдан даволаниш мақсадларида фойдаланилганда, биомеханика фанига оид билимларни ҳаракатланиш фаолияти вазифалари

бузилганида, ташҳис (диагноз)ни аниқлашга, даволаш методикаси тўғри қўйишга, ҳаракатланиш вазифаларини тиклаш учун ёки ногиронларда ҳаракатланиш вазифасининг ўрнини босувчи имконият яратиш учун тўғри воситалар танлашга имкон беради.

Инсон организмнинг яширин имкониятлари жуда катта, ногиронлар билан ишлаш мана шу мазмунда жуда мос мисоллар кўрсатиш имконини беради.

Жисмоний машқлар соғлом, ҳаракатланишда баркамол ривожланиш, ижодий тафаккурли, баркамол авлодни жисмоний тарбиялаш, жисмоний вазифаларни ҳал этишда асосан, ўзига хос восита ҳисобланади.

Жисмоний тарбия бўйича ҳар бир мутахассис амалиётчи учун жисмоний машқлар унинг асосий меҳнат қуроли ҳисобланади. Жисмоний тарбия бўйича ҳар бир масульатли хизматга мана шу «билимлар»ни эгаллаш, уни яхши ва ҳар томонлама тушуниш, барча жиҳатларни биладиган бўлиши керак.

Шу билан бир вақтда, ҳар бир жисмоний машқ, ҳатто оддий машқ бўлса ҳам энг оддий-механикдан тартиб, то олий фикрлаш материяси ҳаракатининг барча шакллари туркумидан иборат мураккаб ҳодисадир.

Махсус жисмоний маданият ва жисмоний тарбия ўқув юртларида жисмоний машқлар турли махсус илмий фанлар-анатомия, биомеханика, биохимия, физиология, психология, гигиена, жисмоний тарбия назарияси фанлари ёрдамида ўрганилади.

Мураккаб ҳодисаларни оддийроқ усулда, ушбу ҳолатда жисмоний машқлар биомеханикадан ўрганишдан бошлаш керак.

Анатомия, физиология, психология, гигиена ва бошқа фанлар билан биргаликда, биомеханика жисмоний тарбия назарияси ва амалиёти учун таббий-фанлар асосларини яратиши керак. Жисмоний машқлар биомеханикаси ўқув фан сифатида шуғулланувчиларга ҳаракат жисмоний машқ техникасини таҳлил қилиш учун билимлар бериш, ёшларни жисмоний тарбиялаш жараёнида мана шу машқлардан фойдаланиш методикасини яхшилашга ёрдам бериши керак.

1.1. Жисмоний машқлар биомеханикаси фанининг ривожланиш

тарихи

Жисмоний машқлар биомеханика фани ҳозирги замон биомеханикаси одам анатомияси ва физиологияси фанидан келиб чиққан мустақил ўқув фани сифатида жисмоний машқлар биомеханикаси П.Ф.Лестгафт томонидан «тана ҳаракатлари назарияси» номи билан яратилган.

Жонли организмнинг ҳаракати қадим замонлардан инсонни қизиқтириб келган. Ҳайвонлар ва инсон ҳаракати механикаси билан қадимги Юнон табиатшунослари ва фойласуфлари, хусусан, Арасту ҳам (эр. авв. 384-322 йиллар) қизиққанликлари тўғрисида маълумотлар бор. Ҳаракатлар тўғрисидаги ўз мулоҳазаларида Арасту ҳаётий тажрибаси, кўзатишлардан келиб чиқади. Гладиаторлар мактабида ишлаган римлик табиб Клавдий Гален (эрамиздан 130-201 йил).

Бўғинлардаги ҳаракатларимизни мускуллар иштирокида бажарилишини тажриба асосида иботлаб беради. Мускуллар миядан чиққан нервлар орқали олиндиган импульслар таъсири остида таранглашади ва қисқаради. У мускуллар тонуси ва антогонистик мускуллар тўғрисидаги тушунчаларни киритади.

Абу Али ибн Сино (Авиценна) (980-1037) инсон мускулларини ўрганган ва жисмоний машқлардан даволаш мақсадида фойдаланган. Улуғ аллома Абу Али ибн Сино ўзининг “Тиб қонунлари” илмий асарида баён этишича, жисмоний машқлар билан шуғулланиши соғлиқни сақлашда жисмоний ривожланишда яхши самарали таъсир кўрсатади, деб ҳисоблаган: У жисмоний машқлар тушунчасини ва турларини таҳлилий таърифлаб, кўрсатиб берган. Турли машқларнинг ҳаракатлар хусусиятлари ва машқни қўллашда индивидуал ёндашиш зарурлигини таъкидлаган.

Уйғониш даврида фан, санъат техника ривожланиши билан бирга, инсон ва ҳайвонлар ҳаракатларини ўрганиш соҳасига ҳам қизиқиш кучайди.

Италиялик Леонардо да Винчи (1452-1519) буюк рассом, математик, механик, инженер, янги раелистик санъатни яратувчилардан бири анатомия ва механик маълумотлари асосида инсоннинг ҳаракатларини ўрганиш ва бу

ҳаракатларни таҳлил қилишга кўп эътибор қаратди. Леонардо инсон ва ҳайвонларнинг ҳолатлари ва ҳаракатлари механика қонунларига бўйсунганини тушунарди. У «ҳаракатлана оладиган барча жонли жисмлар механика қонуни бўйича ҳаракатланиши сабабли механиканинг бошқа фанларга қараганда, шунчалик юқори даражада олийжаноб ва фойдалидир»-деб атайди.

Бу ўша давр учун янги ва яхши дадил, илмий фикр туридир. Қушларнинг парвозини ўрганиш Леонардони планер туридаги биринчи учиш апаратининг лойиҳасини яратишга олиб келади, унда учиш учун инсон мускуллари кучидан ҳам фойдаланиш кўзда тутилади. Ҳайвонлар ва инсоннинг ҳаракатларини ўрганиш бўйича кейинги тадқиқотлар италиялик шифокор ва математик Д. Жовани Альфонсо Бороли (1608-1679) номи билан боғлиқ. Бороли биомеханика тўғрисидаги биринчи исботли илмий фаразларини ёзган: «Ҳайвонлар локомидцияси тўғрисида» номли китобида локомотор ҳаракатлар ҳайвонларнинг фазода фаол ҳаракатлари турларини беради. У ҳаракатланиши учта асосий узунликни кўрсатади:

- а) таянгандан итарилиш усули; (югуриш, юриш, сакраш)
- б) атрофдаги суюклик ёки ҳаво муҳитидан итарилиши усули (сузиш, учиш) ва бошқалар)
- в) осилиб кутарилиш усули;

XIX аср бошида немис физиологлари ака-ука Эдуард ва Вильчелм Веберлар уша даврда мумкин булган тажриба ўтказиш имкониятларидан фойдаланиб инсон ҳаракатини ўрганиш бўйича клесик тажрибалар ўтказдилар, кузатишдан ташқари Веберлар ўлчов ленталари ва соатлари ёрдамида фазода ва вақтни ўрганиш оддий усулларини кўрадилар. Бироқ улар ҳаракат шаклини, яъни объектив қайд этиш имкониятларига эга эмасдилар.

Юриш ҳаракатини ўрганиш натижасида улар гавда эгилиш бурчаги ва вертикал ҳаракатланиш, юриш тезлиги, қадамлар узунлиги ҳамда сонини, юриш тезлиги ортиши билан икки оёқ таянч вазиятини камайтиришни аниқладилар.

Пневмография юриш ва югуришда ҳар бир оёқ ҳаракатларида таянч ва қадам ташлаш даври нисбатларини, юрганда икки оёқда таяниш даври ва югурганда фазода бўлиш вақтини, ҳолдан тойганда, секин ҳаракатланишларнинг тахминий, тезлигини аниқлашга имкон беради.

1877 йили Америкалик тадқиқотчи олим Э. Майбри бир неча фотоаппаратларни қатор қўйиб, ҳаракатнинг кетма-кет даврлари ҳолатининг суръатларини олишга эришганди. Бошқа бир олим Марей (югуриш, отда пойгалар) фотографик лимитни таклиф этиб (1882 йил), бу методикани такомиллаштиради.

Бу метод унга кетма-кет 12 та суръат олишга имкон беради. Ўзининг «милтиғи» ёрдамида у қушлар ва ҳашоратлар учинини, инсон юриши, югуриши ва сакрашининг ҳолатларини суръатга олади ва ўрганади.

Фотоаппаратлар сонини ошириш учун аввалига қоғоздан кейин целлулоиддан узун негатив плепцапи кўринишида (1888 йил) ишлаб чиқади. Мана шу кашфиёти билан Марей киноматографияни яратишга катта туртки берган машҳур шахс деб аталади.

Тез олинадиган фотосуръатларни такомиллаштириб, Марей ўзининг шогирди Дементи билан ҳаракатни қайд этишнинг янги хронофотография усулини ишлаб чиқади ва амалиётга қўллайди.

Бу усулда фотолиптиц ёрдамида суръат олишда бўлгани каби бир пластинкага бир қатор алоҳида суръатлар ўрнига бутун ҳаракат жараёни суръатга тушурилади.

Хронофотографиянинг асосини кўп шароитлик экспозициясини фотосуръат олиш ташкил қилади. Фотопластинкадаги тури сезувчанлиги муҳим ҳисобланади. Шунинг учун оч рангли костюм кийган одамнинг ҳаракатини Марей ёруғлик нуруни тўла сингдирувчанлигини қора бахмал кўринишда суръатга олади.

Фотоаппарат объект ва автоматик тарзда очилиб ва ёпилишига объектив олдида ўрнатилган қирқими мавжуд бўлиб, **(ботюратор)** айланадиган диск ёрдамида эришилади. Бундай суръатга олиш натижасида бир пластинкада ҳаракатланиш пайтида, одамнинг қатор ҳолатлари ҳосил

бўлади. Уларга қараб, унинг фазода ҳаракатланиши тўғрисида фикр юритиш мумкин бўлади. Суръатга олиш частотасини билиб, вақт нисбатини, ҳаракатланиш тезлиги ва унинг ўзгаришини аниқлаш мумкин.

Обтюратор қанчалик тез айланса, пластинкада шунчалик кўп суръатлар ҳосил бўлади. Ҳаракат лентасида одамнинг алоҳида суръатлари бир- бирига яхши жойлашади.

Ҳаракатни аниқроқ кузатиш мумкин бўлади. Бироқ тез суръатга олинганда, одамнинг кўриниши устма-уст тушади ва ҳаракат кўриниши аниқ бўлмайди.

Бу суръатнинг иккинчи билан устма-уст тушиб қолиши олдини олиш учун суръатга олинаётган нуқталар сонини камайтириш керак. Бу масалани Марей жуда ажойиб оддийгина ҳал этади. у синовда иштирок этувчига оч рангни ўрнига қора бахмал кастюм кийдиради, қўл-оёлари узун бўялиб, тор оч рангли ленталар тикилади. Бошини ёпиб турувчи каллапўшда оқ нуқтаси **гарин** бўлади. Бундай кастюм кейиш одамнинг ҳаракатларини хронофото суратга олишда, фотопластинкада одам танаси ўрнига ҳаракатлари алоҳида ҳолатларида қўл-оёқларининг қисмлари ва боши жойлашиши схемаси қайд этилади. Фазо **сметтибини** (суръат) ҳисобга олганда, хронофотография математикаси нуқтаи назаридан ҳаракатни таҳлил қилишга, яъни масофани, вақт, тезлик, тезланишни аниқлашга имкон беради.

Хронофотография янада такомиллаштириб, Марей оёқ- қўллар қисмларидаги оқ ленталарни оёқ-қўллар кийимлари учларидаги нур сочувчи нуқталар билан, ички электролампочкалар билан алмаштиради. Шундай шароитларда одам ҳаракатини суръатга олиш натижасида фотоленкада одам ҳаракати схемаси ўрнига пунктлар чизиклар кўриниши нур сочаётган нуқталар тректорияси ҳосил бўлади. Нур сочадиган нуқталарини суръатга олиш йўли билан қайд этиш бу усул циклосуръатлар деб номланади.

Марей ва унинг шогирдлари юксак тезлиги ва тежамкорлиги билан фарқ қиладиган ҳаракатланиш вариантини ишлаб чиқиш мақсадида уни ўрганишга кўп эътибор қаратадилар. Бундай талабларга эгилиб юриши, яъни оёқларини ярим буккан ва гавдани олдинга эгиб юрганда, кўп жиҳатдан

жавоб бера олиши аниқланади. Эшитиб юриш француз сериясида киритилган ва шунинг учун баъзида уни французча юриш дейилади.

XIX аср охирида немис олимлари Вильгелим Брауне ва Отто Фишерлар хронофотография методини такомиллаштирадilar ва ҳаракатни ўрганишни куч тушунчаси билан, яъни диалектика элементи билан тўлдирдилар.

Қора кастюмда лента ўрамига тушишидан газ тўлдирилган (гейслер) найчаларини маҳкамлайдилар, бу трубкalar орқали электр токи ўтказганда нур сочади. Электр токи автоматик тарзда секундига 26 марта ёниб учади, бу обтюратордан фойдаланиш зарурлигидан озод этади ва турли томонлардан бир вақтда бир неча фотоаппаратлар билан ҳаракати суръатга олишга имкон беради.

Аслахаларнинг катталиги ва нозиклиги ҳамда синовдан иштирок этувчининг тайёрланишига кўп вақт сарфланиши бундай суръатга олишнинг камчилиги ҳисобланади.

Биомеханика фани даврлар оша тез суръатларда ривожланиб боради. И. М. Сеченов (1829-1905) марказий нерв системасида тормозланиш жараёнларининг физиологик механизмини таърифлаб беради ва ўрганади. Мазкур кашфиёт асосий нерв жараёнининг ва тормозланиши жараёнларининг ўзаро боғлиқлиги тўғрисидаги масалани ўрганиш соҳасига яқинлашишига ва ҳаракатланиши функциясига нерв-рефлектори бошқариш ҳамда мувофиқлаштириш муҳим томойлари тушунчаси киритишга имкон беради.

1899 йил кузида Сеченов Москва университетидо одам ички ҳаракатлари физиологияси курсида уқий бошлади, бу курс кейинчалик (1901 йил) «Одам ички ҳаракатлари очерки» монографияси кўринишида баён этилди.

Бу китобда Сеченов ҳаракатлашиш аппарати ишчи элементлари тузилишини, суякли бирикмалар қурилиши, мускуллар тортиши **циемпарт** жойлаштиши мускуллар тортилиши **нерв вициясини** ўрганади.

Мураккаб ички ҳаракатлар биринчи навбатда, ишчи орган сифатида кўплаб ҳаракатлар таҳлил қилинади.

И. М. Сеченов томонидан ўрганилган инсоннинг меҳнат қилиши, ҳаракатланиш фаолиятининг бу шаклини физиологик ва биомеханик ҳамда физиологик нуқтаи назардан таҳлил қилган меҳнат фаолияти ҳаракатларини биомеханиканинг асоси деб ҳисоблаш мумкин.

Н. А. Берштейн суръатга олиш механикасини таққослаштириб ўрганади. Фотосуръатлани таҳлил қилиш усулларини соддалаштиради.

Берштейн суръатга олишнинг қуйидаги янги усулларини таклиф этади:

а) бир аппарат билан турли томонлардан суръатга олиш имконини берувчи ойна усули билан цилосъёмка,

б) киноциклография-ҳаракатланувчи ёруғликка таъсирчан пленкасига суръат олиш.

Жисмоний машқлар биомеханика фанининг ривожлантиришда таниқли олим П.Ф.Лестгафт (1887-1903) катта ўрин тутди.

1874 йили П.Ф. Лестгафт «Тиббий гинетика асослари» номли тадқиқот ишини эълон қилади. Айнан, мана шу иш фанда «Тана ҳаракатлари назарияси» курсининг яратилишига ёрдам беради ва асос бўлиб ҳисобланади.

1.2. Инсон ҳаракатланиш фаолиятини ўрганишда механиканинг асосий тушунчалари ва қонунларини қўллаш

Тинч ҳолат ва ҳаракат

Инсоннинг фазо ҳаракатини тушунтириш, уларни келтириб чиқарадиган механик сабабларни аниқлаш, ҳаракатлар қонуниятини аниқлаш ва ҳаракатланиши вазифаси ҳал этиш мукаммалиги даражасини баҳолаш учун механиканинг баъзи тушунчалари ва қонунларидан келиб чиқиш зарур.

Ҳаракат, тинч ҳолат, йўналиши, тезлиги, тезланиши, кучи, оғирлиги, иш энергия каби тушунчалар биомеханика тадқиқотларини бажаришда асосий тушунчалар ҳисобланади.

Механика нуқтаи назаридан табиатда ҳар қандай жисмоний шу жумладан, инсоннинг тинч ҳолати ҳам икки хил бўлиши мумкин. У тинч ҳолатда ва ҳаракатланиш ҳолатида бўлиши мумкин.

Механикада бир жисмнинг бошқа бирор жисмга нисбатан ҳолатининг ўзгаришини ҳаракат деб аталади.

Тинч ҳолатни ҳаракатланишни алоҳида ҳолат сифатида қараш мумкин. Бунда жисмнинг ҳолати бошқа баъзи жисмларга нисбатан ўзгармас бўлади.

Ташқи кўринишда тинч ҳолатда бўлиш даврида одамнинг организмидаги доимий ҳаракатлар содир бўлади. Жисмнинг ҳаракатланиши, ҳолатининг ўзгариши бошқа қайсидир, жисмларга нисбатан кузатилишига қараб, турлича тасаввур қилинади.

Мисол учун, дарёда сув кемасида сузиб кетаётган одамнинг ҳаракатланиши дарёда қайиқда оқиб бораётган кузатувчи учун ва қирғоқдан кузатувчи учун турлича кўринади. Сув кемасидаги кузатувчи учун сузувчи секин сузаётгандек, қирғоқдаги кузатувчи учун эса тез ҳаракатланаётгандек туюлади.

Одатда, жисмнинг бир ҳаракати турли равишда ҳаракат деб қабул қилинади. Жисмлар ушбу схемасига нисбатан жисмнинг бошқа ҳаракати устун туради. Биринчи тизим (система) (ёки ҳисоблаш бошлаш системаси) деб аталади. Иккинчи тизим эса мўлжалланган асосий тизим (система) деб аталади. Жисмлар ҳаракатланиши мўлжалланган турли тизим

(система)ларига нисбатан яхшироқ тушуниш учун механикада нисбий, кўчма ва абсолют ёки ҳаракатларни фарқ қиладилар. Тушунтириш учун бир неча мисоллардан фойдаланамиз.

Мускуллар ҳаракати ва асосий тизим (система)га мисоллар.

(1- жадвал)

Ҳаракатланувчи жисм	Мускуллар ҳаракати системаси	Дарё қирғоғи
Сузувчи йўловчи	Дарёда сув ҳаракатланаётган вагон	Темир йўл
Гимнастик	Ҳаракатланаётган машинадаги тўсиқлар	Йўл (ер)
Найза ушлагич қўл	Иргитувчи тана елка боғлаш	Югуриш учун йўлак
Югурувчи тавони	Югурувчи танаси(бел сон бўғинлари)	Югуриш йўлкаси

Мўлжал ҳаракатли тизим (система)га нисбатан жисм ҳаракати («бунга нисбатан ҳаракат») нисбатан ҳаракат деб аталади.

Мўлжал ҳаракатли тизим (система)нинг шунча асосий системасига нисбатан ҳаракатини («в га нисбатан б ҳаракатини») кўчирувчи ҳаракат деб аталади жисмнинг мўлжал асосий системасига нисбатан ҳаракати («в» нисбатан «а» ҳаракати) абсолют ёки натижали ҳаракат деб аталади. Натижали ҳаракатга эришиш учун нисбий ва кўчма ҳаракатларни қўшиш керак.

Мўлжал системасига мўлжал жисм, ҳисоблаш бошланиши ва йўналиши киради. Одатда, бундай ҳолларда тўғри бурчакли координаталар тизими (системаси)дан фойдаланилади: ҳисоб бошланиши деб, координаталар бошланиши, белгилаб олинади. Ҳисоблаш йўналиши эса координата ўқлари бўйлаб олинади.

2. Кинематика одамнинг ҳаракати барча жисмлар каби турли сабаблар билан фазода ва вақт давомида содир бўлади. Жисм ҳаракатланишини ўрганишга бошланганда, аввалига бу ҳаракатни келтириб чиқарадиган сабаблар тўғрисидаги саволларга эътибор қилмаслик мумкин.

Мисол учун перекладинада катта айланишни ўрганишимизда, аввал ҳаракатнинг ва хусусиятларини унинг йўналишини, йўли, давомийлиги, тезлигини таҳлил қилишимиз, бу ҳаракатнинг сабаби ҳисобланган мускуллар иши, оғирлик кучи ва бошқа ҳаракатларни келтириб чиқарувчи сабабларни аниқлашдан бошлаб, ҳаракат тасаввур этиладиган ва ўрганиладиган механиканинг бўлимини кинематика деб аталади.

Жисм ҳаракатланиши иккита оддий шакллари олдинга қараб ва айлана ҳаракатларни фарқ қиладилар.

Тўғри ва айлана ҳаракатлар бир вақтда бажаришганда мураккаб ҳаракатни ҳосил қилади. Ярми кўплаб ҳаракатлари мураккаб ҳаракатлардан иборат.

Тўғри ҳаракатланганда масофа катталигини тўғри чизикни биргаликда (сантиметр метр) аниқланади. Айланма ҳаракатда масофа айланиши билан аниқланади. Градусларда ифода этилиши ва айланиш сони билан кўрсатиш мумкин.

Оддий ҳаракат вақти кўрсаткичларни бутун машқнинг алоҳида қисмлари давомийлиги циклик машқларда такрорланадиган ҳаракат давомийлиги кўринишида берилиши мумкин. Машқни алоҳида қисмлари ёки даври давомийлиги ҳаракат ритмини ташкил этади.

Циклик машқларда такрорланадиган ҳаракатлар давомийлиги ҳаракатнинг суръати ёки методикаси кўрсатади. Ҳаракатнинг асосий кинематик жиҳатларини ўрганиш масалалари тезлик ва тезланиш ҳисобланади. Тезлик фазода жисмнинг ҳаракатланиши, тезланиш ифода этувчи бирликдир. У вақт ва фазони бирлаштиради ва босиб ўтган йўл унга сарфланган вақт нисбати билан аниқланади

II БОБ. “ҲАРАКАТНИНГ ДИНАМИК СИФАТИ”

Режа

1. Ҳаракатни сифат тушунчаси.
2. Куч сифатларининг биомеханик тавсифи.
3. Инсоннинг куч ҳаракати.
4. Куч сифатининг тушунчаси.
5. Инсоннинг куч ҳаракати ва мушаклар кучи.
6. Двигатель параметр топшириғига кучнинг тааллуқлиги.
7. Тананинг жойлашиши ва инсоннинг куч ҳаракати.
8. Тана жойлашувини куч машғулотида танлаш.
9. Топография кучи.
10. Махсус куч машғулотларига биомеханик талаблар.
11. Тезлик сифатининг биомеханик тавсифи.
12. Тезлик сифатлари ҳақида тушунча.
13. Тезлик динамикаси.
14. Кучнинг ўзгариш тезлиги.
15. Ҳаракат реакциясининг биомеханик аспектлари.

1. Ҳаракат сифати ҳақида тушунча

Ҳар бир инсоннинг ҳаракат имкониятлари ажратилган. Мисол: худди ўша юкни ҳар бир одам кўтариши мумкин.

Инсоннинг ҳаракат имкониятларини моторика деб атаймиз. Одам моторикаси ҳар хил, шу сабабли спортнинг бир тури ҳар хил одамларда ҳар хил бажарилади. “Двигатель сифати” тушунчаси (бир хил) ўхшаш ҳаракатда намоён этади ва худди ўша ўлчовга эга, мисол: тезлик, чидамлилик, куч, ҳаракат жараёнини ва ҳ.к. Ҳаракат топшириғи деб ҳаракатни спорт турининг кўйган шартни айтилади. Мисол: 200м га югуриш ёки оғирлиги 7257г ва 4000г бўлган ядрони итариш. Баъзи бир ҳаракатда спортчи ўз олдига яхши натижа кўрсатиш топшириғини қўяди. Мисол? Тепага сакраш ёки 100 мга югуриш, штанга кўтариш ва ҳ.к.

Куч сифатларининг биомеханик тавсифи

1. Инсоннинг куч ҳаракати.

Бу унинг ташқи жисмоний атрофга таъсири. У тананинг ички нукталари орқали тарқалади (ўтади). Мисол: таянчга кучнинг таъсири ва ҳ.к. инсоннинг куч ҳаракати вектор ўлчовида ва йўналиш орқали аниқланади, катталиги (скаляр) ва нукта иловаси орқали. Спортчининг куч ҳаракати ўша одамнинг аҳволидан ва унинг эркин тайёргарлиги, шунингдек, ташқи шароитларга боғлиқ.

2. Куч сифатининг тушунчаси.

Инсоннинг куч сифатлари куч ҳаракати ўлчовида максимал тавсифланади ($F \max ta$), буларни у ёки бу одам намоён этилиши мумкин.

Инсоннинг куч сифатлари 2 бўлимга бўлинади:

- 1) Ўзаро куч сифатлари – бу статистик жараён ва ҳаракат мулениyasi.
- 2) Куч – тезлиги сифатлари:
 - а) динамик куч – бу тез ҳаракатлар;
 - б) амортизациялаш кучи – бу ўзгарувчи ҳаракат.

3. Инсоннинг куч ҳаракати ва мушаклар кучи.

Инсоннинг ҳаракат кучи унинг мушаклари тортилиши кучига бевосита боғлиқ, бу алоҳидаги мушаклар суякнинг букиладиган қисмидаги куч билан тортилади. Деярли барча ҳаракат мушак гуруҳларининг кўп миқдорда қисқариш жараёнида пайдо бўлади. Ҳаракат кучини ўзгариши суяк мушагини бўғин бурчаги згаришида бўлади, асосан елка куч мушаклари тортилганда.

4. Ҳаракат параметри топшириғига кучнинг тааллуқлиги.

Куч ҳаракати шундан иборат:

- 1) ҳаракатдаги тана қисми тезлиги; 2) ҳаракатнинг йўналиши.
- 1) Алоқа “Куч ҳаракати - тезлик”. Агар турли оғирликда ядро (отиш) итарсак, учиш тезлигини ўлчашда ва намоён қилинган куч ҳаракати, ўша куч ва тезликнинг тескари-пропорционал кучига қарашли бўлади. Ядро оғир

бўлганида, уни жойидан силжитишни иложиси йўқ вақтда, бу тезлик нолга тенг бўлади.

2) Ҳаракатнинг йўналиши. Куч ҳаракати, мисол учун, катта баландликдан одамнинг ерга тушиши, ундан каттароқ, буни спортчи ютқизаётган шароитда намоён этиши унинг тезлигига боғлиқ.

5. Тананинг жойлашиши ва инсоннинг куч ҳаракати.

Инсоннинг куч ҳаракати унинг тана тузилишига боғлиқ:

1) Бўғин ўзгариш жараёнида мушаклар узунлиги ҳам ўзгаради.

Куч мушаклар узунлигига боғлиқ. Максимал куч, тахминан яратилувчи мушакнинг пропорционал квадрати унинг узунлигининг қисқаришига

$$F_{\max} \propto (l_1 - l_2)^2 \propto l_2$$

2. Айланиш ўқининг ўзгариши елканинг мушаклар тортилиш кучи ўзгаришига боғлиқ, мисол, шундай қилиб, бўғин бурчаги елка кучининг икки бўлимли мушак калласи узунлигига боғлиқ:

Бўғин бурчаги 180; 160; 140; 120; 100; 80; 60.

Елка кучи мушаклар тортилиши 11,5; 16,8; 26,9; 37,4; 43,5; 45,5; 39,2.

Кўриниб турибдики, елка кучи тахминан 4 маротаба ўзгаради. Демак, агар мушаклар тортилиши бир хил бўлса, бурчак ўзгаришида ҳаракат 4 маротабага кўпаяди ёки камаяди.

Мусобақа пайтида спортчи танасини қандай ҳолатда ҳаракат кучини ўзгаришини мураббий жуда яхши билиши керак, бусиз техника вариантини яхшироқ йўлини топиб бўлмайди.

6. Тана жойлашувини куч машғулотида танлаш.

Кучли машғулотларни шундай танлаш керак, ўша машакларни ҳаракатлантириш учун кераклигини танлаш керак. Шу ёдда тутиш керакки, озгина ўзгариш бошқа машак гуруҳларнинг ҳаракатга олиб келади. Шунинг учун, мушакларни электик ҳаракатини рўйхатга олишда, қайси мушак, қай даражада берилган вазифада қатнашиши аниқроқ аниқлаш мумкин. Ҳозирги вақтда мушаклар кўп спорт турларида “электромиографик карта” си яратилган. Кучнинг бир хил ҳаракатида ва турли катталиқдаги кучлар ва кучланиш ҳолати (жараёнлари) турлича бўлади. Нотўғри танланган ҳолатда

куч шунақанги кўпаядики, у жароҳат олишга олиб келади. Бундай ҳавли ҳолатлар жиддий деб аталади. Кўрилган техникаларда жддий ҳолатлар бўлмайди.

7. Топография кучи.

Топография кучи – бу максимал куч ҳаракатининг турли мушак гуруҳларига муносабати. қандайдир одамни топографик кучи ҳақида тўлиқ маълумот олиш учун, уни катта мушак гуруҳлари кучини ўлчаш керак.

Спорт билан шуғулланмайдиганларда оғриқ кучига қарши курашадиган ҳамма мушаклар ривожини яхшироқ. Масалан: югурувчиларнинг бели ва оёғи, улоқтирувчиларнинг қўллари.

Спортчилар кучининг топографияси спорт билан шуғулланишга боғлиқ бўлади. Спортнинг кўп турларида топография кучи кўрсаткичлари ва спорт натижалари ўртасида алоқадорлик борлиги аниқланган.

8. Бир - бирига боғлиқ бўлган таъсирлар.

Махсус машқлар техника ва двигатель сифатини ошириш учун амалга оширилади. Бу машқлар ўз қўлланмаси доирасида қуйидаги ҳолатларда ҳаракатга келтиради:

- а) амплитуда ва ҳаракат йўналиши;
- б) ишчи амплитуда ҳаракатининг акцентир қисмига;
- в) ҳаракат кучининг яхшиланиши;
- г) максимум ҳаракат кучининг тез суратларда ривожланиши;
- д) мушаклар иш фаолиятининг режими.

Замонавий спортда махсус куч талаб қилувчи мушаклар сифатида тез-тез асосий беллашув машқларидан фойдаланилади. Сунъий равишда қарама-қаршилиқни ривожлантириб борилади. Масалан: бир қатор куч ишлатиладиган улоқтириш, сакраш, югуриш ва қўшимча юк билан юриш. Бу каби метод бир-бирига боғлиқ бўлган таъсир деб ном олган.

Тезлик сифатига биохимик тавсиф

1. Тезлик сифати тушунчаси тўғрисида.

Агарда инсон оз вақт давомида кўп масофани босиб ўтса у одамнинг тезлиги яхши, бу билан машғулоти бажаришга кам вақт сарфлайди ва чарчоқ ҳосил бўлмайди.

Инсон тезлиги сифатида қуйидагиларга бўлинади:

- а) ягона ҳаракатдаги тезлик;
- б) ҳаракатланиш частотаси;
- в) реакциядаги яширин вақти.

Булар турли одамларда турли хилдир. Масалан: спорт билан шуғулланувчилар юқори реакцияга ҳамда секин ҳаракатга эга бўлишади.

Амалда спорт билан шуғулланувчиларнинг тезлик сифати мураккабдир.

Масалан: спринт югурувчилари натижаси унинг старт олиш вақтига ва қадамнинг частотасига боғлиқдир. Айлана ҳаракатда ҳаракат тезлиги V билан, ҳаракат частотаси ν билан белгиланади.

$$V = \nu L; \nu = 1 / T; V = L / T.$$

Масалан, конькида учишнинг асосий аҳамияти “қадам” узунлигининг кенгайишига боғлиқ бўлса, сузишда эса иккала компонентнинг тахмини тенглик асосига боғлиқ бўлади.

2. Тезлик динамикаси.

Ҳаракатланаётган жисмнинг тезлигининг ўзгариши тезлик динамикаси деб аталади. $V = f(t)$ ёки $V = f(L)$

Спортда максимал тезликни талаб қиладиган 2 та машқ бор:

- 1) Максимал катта тезликни кўрсатиш зарур. Масалан, сакрашда – итарилиб (туртилиб) кетиш пайти, ядрони отиш пайти.
- 2) Максимал масалан, спринтерга югуриш.

Кўп ҳаракатлар, яъни максимал тезлик билан ҳаракатланаётган ҳаракатлар 2 фарзда фарқланади: 1) тезликни ошиши; 2) тезликни барқарор бўлишига боғлиқлиги. Шундай қилиб, (эгри тезлик) спринтер югуришдаги

эгри (қийшиқ) тезлик тенглама кўринишида ёзилиши мумкин $V(t) = V_m (1 - e^{-kt})$,

бу ерда $V(t)$ – тезликни вақтга боғлиқлиги, V_m – k – индивидуал параметр, стартдаги тезликни ошишини бўлса, спортчи максимал тезликка шунчалик тезроқ эришади.

3. Кучни ўзгариш тезлиги (градиент куч).

Инсонни бир уринишда кўрсатган ҳаракат кучи узлуксиз (тўхтовсиз) ўзгаради. Градиент куч – бу кучнинг ўзгариш тезлигини зарурлигини кўрсатади.

Градиент куч асосан, “портлаш” - қисқа вақт ичида катта кучни кўрсатиши зарур бўлган ҳаракатни ўрганиш учун зарурдир.

F_{grad} қ dF / dt – градиент кучнинг математик ифодаси.

Бир танли “портлаш” ҳаракати эгри ўсувчи кучнинг қўйидаги тез кучланишга олиб келади.

F_{max} / t_{max} қ t_{gx} муносабати тезлик-кучи индекси деб номланади.

9. Двигатель реакциясининг биохимик жиҳати.

Двигатель реакция 2 қисмга бўлинади:

1) Оддий реакция – бу маълум ҳаракатни олдиндан маълум сигналга жавобидир. Масалан, пистолетдан соя (шарпа)гача бўлган отишма тезлиги, югуришдаги старт ва ҳ.к.

2) Мураккаб реакция – бу номаълум сигналга олдиндан жавоб бериш.

Двигатель реакциясида қўйидагилар фарқланади:

1) Сенсор фаза – сигнални пайдо бўлиш вақтидан то мушак фаолиятининг (белгисининг) биринчи белгисигача;

2.1.“Инсоннинг динамик ҳаракати. Ўз ўқи атрофида ҳаракатланиши”

РЕЖА:

1. Жисмнинг динамик характеристикаси.
2. Жисмдаги нуқталарнинг қисқариши.
3. Инертлик характеристикаси.
4. Инерция ҳақида тушунча.
5. Жисм оғирлиги.
6. Куч характеристикаси.
7. Куч таснифи.
8. Куч ва куч вақти.
9. Куч импульси – вақти.
10. Энергетика характеристикаси.
11. Иш кучи ва унинг тезлиги.
12. Жисм энергиясининг механикаси.

Динамика таснифи

Инсон ҳамма ҳаракатининг кучи таъсирида ўз катталигини ўзгартиради. Механизм ҳаракатини очиш учун, динамик таснифларни тадқиқ этиш лозим. Уларга инерцион, куч ва энергетик характеристика киради.

Инерцион характеристикалар

1. Жисмнинг инертлиги Ньютоннинг 1-қонунида берилган “ташқаридаги куч уни ўзгартирмагунча ҳар қандай жисм ўзининг тинч, бир текис ва тўғри ҳаракатини сақлайди”.

Ташқи куч таъсир этмагунча, ҳар қандай жисм ўзининг тезлигини ўзгартирмайди. Бу жисмнинг инерцияси деб аталади.

Ҳар хил жисм ўзининг тезлигини куч таъсири остида турлича ўзгартиради, бу инертлик деб аталади.

Инертлик – куч таъсири остида ўзининг тезлигини вақти – вақти билан ўзгартириб турадиган жисмоний тана.

2. Тана оғирлиги – навбатдаги ҳаракатнинг жисм инертлигининг кенглиги ҳисобланади. У ҳаракатнинг тезлигига боғлиқ бўлган узунлик бўйича ўлчанади.

$$m = F / a.$$

Тананинг оғирлиги айти берилган куч унинг ҳаракатини ўзгартиргандай тана сонига боғлиқ.

3. Тана инерциясининг вақти – бу тананинг ҳаракатда бўлган вақтидир. Тананинг инертлик вақти қилинган ҳаракатнинг ўқиға боғлиқ бўлади. Берилган формула бўйича.

$$J = \sum m_i l_i^2; [J] = Ml^2$$

Тана инерция радиуси – бу берилган тананинг бошқаларидан ажратиш кенглиги.

Куч характеристикалари

Куч ва вақт.

1. Куч – бу биринчи тананинг бошқасига нисбатан қилган ҳаракати.

$$F = m a \quad [F] = Ml T^{-2}$$

Куч ўлчаш ҳудди унинг солиштирма оғирлиги каби Ньютоннинг иккинчи қонунига асосланади. Куч ҳаракатга, ҳаракат ўзгаришига дахлдордир.

$$M = Fl \quad [M] = Ml T^{-2}$$

Куч вақти вектор узунлиги: унинг зиммасига юклатилганда, куч ўзининг айланма ҳаракатини жисмга йўналтиради.

Куч чизиғи айланма ўқ орқали ўтмаслиги керак.

Агар тирсак бўғини ўқи кучланган бўлса, бир хил ҳажмда ва тортиш кучига йўналтирилган эгилувчи елка олди F_m ва шунингдек, куч ҳаракатининг ҳолати ўзгармаслиги учун F_g ҳажми ва йўналиши қарама-қарши тенг бўлган нуқтага қўшамиз, ўша мушаклар тортилиш кучи F_m ва қўшилган куч F_g икки кучни ташкил қилиб, эгилувчи елка олди тирсак бўғинига, куч эса “ўтказилган” F_n тирсак бўғинини юқорига итаради.

2. Куч импульси ва кучнинг импульс жараёни.

Куч импульси – бу маълум вақт оралиғида кучнинг жисмга таъсири. У вақтнинг тугалланиш жараёнида элементар куч импульси аниқ интегралга тенг бўлади, у ерда бошланиш ва тугалланиш интеграл жараёни куч ҳаракатининг вақт оралиғидаги чегараси бўлади.

$$S = \int_{t_0}^t F dt; [S] = ML T^{-1}$$

Кучнинг айланиш ҳаракати жараёнида, аниқ вақт мобайнида ҳаракатланиб, кучнинг импульс жараёнини ташкил қилади. Кучнинг импульс жараёни – бу берилган вақт оралиғидаги кучнинг берилган ўққа таъсир жараёни.

$$S = \int_{t_0}^t M(F) dt; [S] = ML^2 T^{-1}$$

Ҳаракат миқдори – бу жисмнинг ҳаракатланиши, бошқа бир жисмга механик ҳаракат тури сифатида ўткази олиши тавсифланади.

Жисмнинг ҳаракат миқдори тезликда пайдо бўлган жисм оғирлигида ўлчанади.

$$K' = mV; [K] = MLT^{-1}$$

Кинетик жараён – бу жисмнинг айланиш ҳаракати, бошқа бир жисмга механик ҳаракат тури сифатида ўткази олиши билан тавсифланади. Кинетик жараён жисмнинг бурчак тезлиги ўқи атрофидаги яратган инерция жараёнига тенг.

Энергетик тавсиф

1. Ишнинг кучи ва унинг қуввати. Ишнинг кучи – бу танадаги ҳаракат кучининг ўлчови бўлиб, шу кучнинг бир қанча ҳаракатида ўзгаради.

$$A = \int_0^s F ds; [A] = ML^2 T^{-2}$$

Агар куч ҳаракат томонга йўналган бўлса, у нисбий ишни (бajarган бўлади) ҳаракатдаги тананинг энергиясини оширишга сарфланган бўлади. Агарда куч ҳаракатга қарама-қарши йўналган бўлса, унда ишнинг кучи манфий бўлади ва ҳаракатдаги тананинг энергияси камаяди. Ишнинг кучи жисм оғирлиги

$$A_{\text{оғир}} = Ph$$

Ишнинг қайишқоқлиги қайишқоқ жисм узунлигида каттиқлик коэффиценти билан ифодаланади.

$$A_{\text{кай}} = -caI^2 / 2$$

Ишнинг кучи босиш кучида ишқаланишда (ўртача босим кучи - N), энергия коэффициенти $KN \Delta S$

Айланма ҳаракатда ишнинг кучи бурчак ўзгариши вақтига боғлиқ бўлади.

2.2. Ўз ўқи атрофида ҳаракатланиш.

Тана ҳаракатини сақланиши ва ўзгариши

РЕЖА:

1. Ҳаракатнинг динамик айланиши.
2. Механизм ва айланма ҳаракатнинг ўзгариши.
3. Ўз ўқи атрофида айланишни бошқариш.
4. Ўзгаришлари ва сақланишнинг вақти билан кучнинг ўз ўқи атрофида ҳаракат бошқаруви.
5. Таянчли ва таянчсиз айланиш вазифалари.

Ўқ атрофида айланиш

Ҳаракатнинг динамик айланиши

1. Айланиш ҳаракатининг механизми._Тана қисмининг ўқ атрофидаги ҳаракати марказга йўналтирилган тезлашиш орқали юзага келади.

Эгри чизик ҳаракатида тезликнинг бошқа тананинг ҳаракати орқали мавжуд бўлган марказ томонига йўналтирилган тезликнинг ўзгариши, эгри чизик траекторияларни таърифлашга мажбур қилади. Шунинг учун у тўхтатиш танаси деб аталади. Пай ва бўғин аппарати марказга йўналтирилган куч бўлиб хизмат қилади. Марказдан қочирма куч сифатида айланиш қисми акс таъсир реакциясини келтириб чиқади. У марказга йўналтирилган кучга қарама қарши йўналтирилган ва у унинг миқдорига ва тўхтатиш қисмига тенг.

Марказга йўналтирилган тезликнинг миқдори тезлик ва ўқ атрофида айланиш масофасига боғлиқ.

Марказга интилган куч чизик тезлигининг қисм нуқталарининг йўналишига перпендекуляр, шунинг учун уларнинг миқдорини ўзгариши

ижобий ва салбий тангенционал тезлиги орқали келиб чиқади. Уни фақат радиусга перпендекуляр куч келтириб чиқариши мумкин.

Радиус томонига йўналтирилган куч траекториясини эгри қилади, лекин радиусга перпендекуляр бўлган куч айланишнинг тезлигини оширади ва камайтиради.

2. Айланиш ҳаракат қисмини ўзгариши. Айланиш ҳаракат қисми вақт кучи орқали ўзгаради. Тортиш кучи натижасида ҳар доим ҳар бир жисмга тўхтатиш кучи таъсир қилади. Ҳаракатнинг ўзгариши пайт тўхтатгич куч айримаси орқали вужудга келади.

Ташқи кучлар пайти халқага ўзаро бирлаштирилиб, ўқайланишига қараб инерция халқаси қарама-қарши пропорционал пайтда бурчак тезлашишига олиб келади.

M (F) – ташқи куч пайти, J – инерция пайти, E – халқанинг бурчак қисқариши. Халқанинг ташқи кучи бўлиб оғирлик кучи, унга бирлаштирилган реакция қўшни халқаси ва унга қўшилган куч инсон танаси учун ташқи кўриниш бўлиши мумкин.

Куч импульси халқанинг бурчак тезлигини ўзгаришига олиб келади. Қаттиқ халқанинг инерция пайти доимийдир, шунинг учун берилган тезлик ҳаракатда бўладиган ва тўхтайдиган куч ва улар учун кетадиган вақтнинг ўзгаришига олиб келади.

3. Айланувчи ҳаракат, халқа тизимининг ўзгариши

Ташқи ва ички кучнинг импульс ҳаракати оқибатида халқа тизимининг ўзгаришига олиб келади. Агар гимнастикачи ўзининг ҳолатини сақлаб қолса, унинг мураббийи айланма ҳаракатнинг бурчак тезлигини ошириши мумкин. Шундай қилиб, гимнастикачининг эркин ҳаракати, пастга ҳаракат қилганда, ўққа тааллуқли тана оғирлигининг кучи ҳаракатни кучайтиради. Тепага ҳаракат қилганда оғирлик кучи унга рўбарў келганда ҳаракат камаяди.

Оғирлик кучи бўлмаганда тўхташ ҳаракатини ифодаловчи куч қўлнинг ҳаракати ва ҳавонинг қаршилиги бўлганда тебраниш ўзгаришсиз давом этади. Тўхташ кучларининг ҳаракати нафас олишнинг қийналишига олиб келади. Тананинг тепа ҳолатдан пастга тушишида потенциал энергия кинетик

энергияга айланади, ҳар юқорига кўтарилганда кинетик энергия яна потенциал энергияга айланади. Механик энергиянинг бир қисми тўхтатувчи кучларга қарши бўлган ишга сарфланади ва йўқолиб кетади. Ҳар иккиланишда энергияни олиб бориб, яна шу иккиланишга олиб келади. Биз гимнастикачи танасининг айланма ҳаракати жисм қисмларининг қўшилишини тасаввур қилдик (оёқнинг букилиши) радиус узунасининг ўқ айланиши томонига. Бу ҳолатда тана қисмининг чизик тезлиги, ўқга яқинлашганда камаяди, улар айланиш томонига йўналтирилган салбий тезликка эга. Бу ерда Кориолиснинг инерция кучлари вужудга келади.

Кориолис кучи фақат ҳаракат жисмларига таъсир кўрсатади ва унинг ҳаракат тезлигига боғлиқ. Бу куч ҳар доим айланиш системасининг тана тезлигига перпендекуляр йўналтирилган.

Бир хил ҳолатларда маълумки, агар пайт ташқи кучларнинг миқдори жисмга йўналтирилган ҳолда нольга тенг бўлса, жисмнинг кинетик пайти ўзгармайди.

Жисм системасининг қисмларини ўқ айланишига яқинлаштириб радиус инерциясини камайтириш мумкин, ва кейин шу билан бирга пайт инерциясини ҳам. Агар пайт кинематикаси ўзгармаса, бурчак тезлиги шунча камаяди. Жисм ҳаракатининг айланиши ташқи ва ички куч орқали ўзгариши мумкин.

Ўқ атрофидаги ҳаракатнинг бошқарилиши

Ўқ атрофидаги ҳаракатнинг бошқарилиши икки гуруҳга бўлинади:

1) Пайт кинетик системасининг ўзгариши билан ўқ атрофидаги ҳаракатнинг бошқарилиши.

Пайт кинетик биомеханик системасининг ўзгариши билан ўқ атрофидаги ҳаракатни бошқариш учун, танага ташқи кучни йўналтириш керак. Масалан: мураббий гимнастнинг танасини ғайратлантиришда перекладина осмасида ёки уни сальто охирида оғоҳлантириб ўзининг кучи билан айланишни кўпайтиради ёки камайтиради. Гимнаст ўзи эса пайларнинг зўриқиши билан пассив ҳолатда сақлаб қолади. Агар гимнаст перекладида машқлар бажарган бўлса, унинг танасининг оғирлиги мятник сингари

ижобий ишни бажаради (пастга ҳаракат қилса). Жисмнинг механик энергиясини кўпайтириш учун ишни ижобийдан камроқ бажариш керак. Бунинг учун тепага кўтарилаётганда пайт оғирлик кучини камайтириш керак. Гимнаст преладинага тортилиб, маятникни камайтиради ва шу билан бирга оғирлик кучини камайтиради. Шу билан бир қаторда оғирлик кучининг тўхтатиш таъсири камаяди. пастга ҳаракат бўлганда оғирлик кучи кўпаяди ва гимнаст оғирлик кучи пайтини кўпайтиради. Пайтнинг чўзилиши билан унинг энергия пайти кўпайса, инерция масофасига пропорционал ҳолатда кўпаяди. Маятникнинг узунлигини камайтириш билан вақт камаяди ва тебраниш тезлиги кўпаяди.

Пайт кинетик системасини ўзгартилиши билан ўқ атрофидаги ҳаракатнинг бошқарилиши:

- 1) Ташқи кучнинг таъсири орқали – позани сақлаган ҳолда бутун тананинг айланиши тезлашиши ва сустлашиши.
- 2) Спортчи маятникнинг узунлигининг ўзгариши – позани сақламаган ҳолда бутун танани айланишини тезлаштиради ёки сусайтиради.

2. Пайт кинетик системасини ўзгармасдан ўқ атрофидаги ҳаракатнинг бошқарилиши. Пайт кинетик биомеханик системасининг ўзгармасдан ўқ атрофидаги ҳаракатнинг бошқарилиши ички куч таъсирида юзага келади. Бу бошқариш йўллари иккига бўлиш мумкин.

- 1) Ўқ атрофидаги оддий айланиш – бу подоль ўқ атрофидаги жисмнинг буралиши ва очилиши. Масалан: копток отганда, баскетболда сакрашда, қўл тўпи ўйнаганда.
- 2) Бир неча ўқ атрофида мураккаб айланишлар – бу эркин жисмнинг ўсаётганда айланиши. Масалан: ўқининг ўқ атрофида айланиши, унинг ўқи бошқа ўқнинг эгри чизиғини таърифлайди.

(Жараёнлар) булар атрофидаги бурчак ўзгаради. Бу ўқлар гоҳ яқинлашади, гоҳ узоқлашади (мутация) одамнинг ўсиш жараёнида мураккаб айланиш ҳаракатларида юқорида кўрсатилган ҳолатлар сақланиб қолинади.

Пайт кинетик системасининг ўзгармасдан ўқ атрофидаги ҳаракати.

- 1) Подол ўқ атрофидаги жисмнинг буралиши ва очилиши - бўшлиқда жисм қисмларининг ориентациясини ўзгариши.
- 2) Тезликнинг гуруҳларга ва гуруҳ-гуруҳ қилиш ва бутун жисмнинг айланишини сустлаштириш.
- 3) Жисмнинг букилиши ва оёқларнинг айлана ҳаракатлари – бир неча ўқлар атрофида бутун жисмнинг мураккаб бурилишини вужудга келтириш.

Тирговучсиз айланиш машқлари.

Агар жисм бўш ўқ атрофида айланса, бунда ташки тўхтатиш кучи (Р ташқари) мавжуд бўлмайди. Шунинг учун бутун жисмнинг ўқи атрофида айланиши ЦМ жисми орқали ўзгармайди. Масалан; сувга ярим метрдан сакраш, пружинасимон тирговучдан сакраш, жисм ўқи атрофидаги бошланғич айланишга эга бўлади. Кейин тананинг букилиши орқали айланиш юзага келади, бу орқали қўлларнинг ҳаракатсизлиги тананинг ориентацияси ўзгариб сувга тушади.

Тирговучдаги айланиш машқлари.

Гимнастнинг тирговуч билан боғлиқлиги унга айланиш ҳаракатини бошқаришга имкон беради. Тўхтатиш жисмнинг тирговуч реакцияси марказга интилувчи куч сифатида хизмат қилади. Масалан: переладинадаги эгилиб кўтарилиши. Бу машқ оғирлик ҳолатидан таяниш ҳолатига ўтиш. Силкинишнинг охирида гимнаст тос суяги суставларида ўқ айланиш томонига эгилади. Ва бу ҳолат пайт инерциясини узайтиради ва тезлик ошади. Бир хил ҳолатдаги ҳаракатларда радиус айланишининг ўзгариши ишлатилади ва бу Кориолиз кучини келтириб чиқаради, силкиниш ҳаракатини кўпайишини таъминлайди.

III БОБ. ИНСОН ҲАРАКАТ АППАРАТИ БИОМЕХАНИКАСИ

3.1. МУСКУЛЛАРНИНГ КУЧИ ВА ИШИ

Мускулнинг иши. Мускуллар томонидан бажарадиган ишининг негизида қисқариш хусусияти ётади. Мускул қисқарганда унинг бир учига иккинчи учи яқинлашади. Турли ҳаракатлар бажариш жараёнида мускулнинг ҳаракат қилувчи ва қимирламай турувчи учлари алмашиб туриши мумкин. Қисқариш натижасида мускуллар томонидан маълум тортишув кучлар пайдо бўлади ва турли жисмларни бир жойдан иккинчи жойга сурилиши натижасида механик иш бажарилади. Бу иш килограммометрлар билан ўлчаниб, мускул кучи билан жисмни сурилган масофа орасидаги кўпайтмасига тенг. Демак, мускулларнинг қисқариши натижасида механик иш бажарилади. Мускулнинг қисқариш жараёни бўшашиш ва таранглашиш ҳолатларидан ташкил топган. Мускулнинг бўшашиши мускулнинг чўзилиши билан таърифланади. Масалан, пастга туширилган қўлни мускуллари чўзилган, лекин таранглашмаган бўлади. Мускулнинг таранглашиш ҳолатида мускулнинг узунлиги икки хилда ўзгаради: баъзи вазиятда чўзилиши, бошқа бир ҳолатларда калталаниши мумкин. Масалан, гавда орқага ташланганда қорин мускуллари таранглашади ва чўзилади. Қўл панжасини қаттиқ қисиб, елка олди елка томон букилганда, икки бошли мускул таранглашади ва қисқаради. Демак, қисқариш жараёнининг ҳолатларида мускулнинг узунлиги ўзгаради ва мускуллар ҳар хил режимда ишлаши мумкин. Мускулларни иши 3 хил – изометрик, изотоник ва ауксотоник режимларида ўтиши мумкин.

1. Изометрик иш режими – мускулнинг тонуси ўзгариб, узунлиги ўзгармайди.

2. Изотоник иш режими - мускулнинг узунлиги ўзгариб, тонуси ўзгармайди.

3. Ауксотоник иш режими – мускулнинг узунлиги ўзгариши билан тонуси ҳам ўзгаради. Амалиётда алоҳида ҳолда бундай режимлар учрамайди, кўрсатилган режимларнинг бири устун туриши мумкин.

Мускуллар статик ва динамик ишни бажариши мумкин. Статик иш бажарилганда мускулларнинг иши туфайли тана ҳаракатсиз бўлиб, маълум бир ҳолатни сақлайди.

Статик иш бажарилганда қуйидаги иш турлари бажарилади:

а) *қаршиликни ушлаб туриш* – мускулнинг қисқариш кучи қаршилик кучи билан тенглашади ва тананинг маълум вазияти сақланиб туради.

б) *мустаҳкамлаб берувчи иш* – мускулнинг иши оғирлик кучини енгишга йўналган.

в) *қотириб турувчи ёки фиксацияловчи иш* – мускулнинг кучи антогонист мускулларни кучини енгишга йўналтирилган.

Динамик иш бажарилганда мускуллар томонидан 3 хил иш бажарилади:

а) қаршиликни енгиш иши – мускулнинг иши тананинг муайян қисми оғирлигини ёки маълум бир қаршиликни енгади.

б) *қаршилик кучига бардош бера олмаслик иши* – мускулнинг таранглашган ҳолдан қарши кучлар таъсирида аста-секин бўшашади ва қаршилик кучларга бардош бера олмайди.

в) *баллистик иш* – жуда қисқа вақт ичида мускуллар томонидан қаршиликни енгиш ишини бажариш. Баллистик иш турида мускуллар қисқа муддат давомида катта кучни намоён этади ва бу иш $A=F \cdot t$ формуласи билан ифодаланади. (A – иш, F – куч, t – вақт).

Релаксация бу – мускул томонидан қаршилик кучига бардош бера олмаслик иш тури бўлиб, мускул толалари бўшашган ва чузилган ҳолда бўлади.

Ҳаракат жараёни бажарилишида бир қанча алоҳида мускуллар ҳамкорлик билан иш бажаришда иштирок этади. Функционал жиҳатдан мускуллар антогонист ва синергистларга бўлинади. Синергист мускуллар дейилганда турли гуруҳларга кирувчи мускулларнинг ҳамкорликда бир хил ҳаракатни бажаришида иштирок этишига айтилади.

Масалан, трапециясимон мускул билан олдинги тишсимон мускули куракни пастки бурчагини ташқарига томон айланишида иштирок этадилар.

Антогонист мускуллар алоҳида мускуллар ёки турли мускул гуруҳлари қарама-қарши ҳаракатда иштирок этишига айтилади. Масалан, тирсак бўғимида елка олдини букувчи мускуллардан елка мускули мисол бўлса, унинг доимий антогонисти бўлган елкани орқа гуруҳида жойлашган уч бошли мускул елка олдини ёзишда иштирок этади. Мускулларнинг қарама қарши ва ҳамкор ишлаши турли кўринишларда бўлиши мумкин. Бир ҳаракатда **синергист** бўлган мускуллар, иккинчи ҳаракатда бир-бирига нисбатан антогонист бўлади. Масалан, панжани букишда тирсакни ва билакни букувчи мускуллар синергист ҳолда ишлашса, панжани олиб қочиш ва олиб келиш ҳаракатларида ҳар бир мускул алоҳида функцияни бажаради. Панжани букувчи тирсак мускули панжани олиб келишда, билак мускули эса панжани олиб қочишда иштирок этади. Антогонист ва синергист мускулларини ҳамкор ва координацияли қисқаришларини бажарилиши нерв система томонидан идора этилади.

Мускулнинг кучи кўзғолиш натижасида мускулда максимал даражада таранглашишни ривожланиши билан ифодаланади. Мускул кучини намоён этилиши анатомик, физиологик ва механик шарт-шароитлари билан боғлиқ.

1. Анатомик факторлардан мускулнинг кучига унинг таркибига кирувчи толаларнинг миқдори, узунлиги, йўналиши, суякка бирикиш сатҳларнинг юзаси, ишни бажараётган мускулни анатомик ва физиологик кўндаланг кесимини ҳисобга олиш лозим:

а) Мускул таркибида қанчалик толалар миқдори кўп бўлса, мускул шунчалик кучли бўлади. Бажарилган ишнинг кучи шу ишни бажараётган мускулнинг кўндаланг кесимига боғлиқ. Мускул кўндаланг кесимининг ўлчови анатомик кўндаланг кесими дейилади, бунда 1 см сатҳида мускул толалар миқдори ҳисобланади.

Мускулнинг физиологик кўндаланг кесими мускулнинг ҳажмини, толалар ўртача узунлигига бўлиш орқали аниқланади. Мускулларнинг анатомик кўндаланг кесими см билан, физиологик кўндаланг кесими кг билан ўлчанади. Мускулнинг иш бажариш қувватини юк кўтариш кучи дейилади. Толалари параллел ҳолда жойлашган мускулларнинг анатомик ва

физиологик кўндаланг кесими бир ҳил бўлади. Кўп патли муқкулларнинг кўндаланг кесимининг юзаси, узун муқкулларнинг кўндаланг юзасидан катта бўлганидан сабабли, уларнинг физиологик кўндаланг кесимини курсаткичи юқори бўлади. Шу боисда, бу муқкулнинг қисқариш кучи каттароқ бўлади. 1 см кўндаланг кесимига эга бўлган муқкул ўрта ҳисобда 10 кг юк кўтара олиши аниқланган.

б) Муқкулларнинг кучи уларнинг суякка бирикиш сатҳининг катталигига ҳам боғлиқ. Муқкулнинг суякка бирикиш сатҳи қанчалик катта бўлса, муқкул шунчалик кучли бўлади. Масалан, дельтасимон ва катта думба муқкуллари таҳлил қилинса, дельтасимон муқкулда муқкул тутамлари учбурчак шаклда ўрнашган бир учбурчак ичида жойлашаган муқкул толалари, иккинчисига нисбатан қарама қарши жойлашади – бир учбурчакнинг учи иккинчи учбурчакнинг асоси билан ёнма-ён жойлашади. Ҳамма учбурчакларнинг асослари ўлчаниб қўшилгандан сўнг, анатомик ва физиологик кўндаланг кесими катта чиқади. Демак, бу муқкулда куч белгиси яхши ифодаланган. Дельтасимон муқкулнинг пайли учлари ингичка бўлади ва суякка бирикиш сатҳлари кичик юзани эгаллайди. Маълумки, кичик сатҳ орқали суякка бириккан муқкулларда чакқонлик белгиси намоён этилади. Демак, дельтасимон муқкулда куч, ҳамда чакқонлик хусусиятлари яхши ривожланган. Шу сабабли, организмда дельтасимон муқкул энг ҳаракатчан муқкул бўлиб, энг ҳаракатчан елка бўғимини ҳамма ҳаракатларини бажарилишини таъминлайди. Катта думба муқкулида эса, толалари параллел ҳолда жойлашган, думғаза суякка бирикиш сатҳи катта бўлади.

Шунинг учун, бу муқкулда факат куч сифати яхши ривожланган бўлиб, тананинг тик туриш ҳолатини таъминлаб берувчи асосий кучли муқкуллардан бири ҳисобланади.

в) Муқкулларнинг кучи муқкул толаларининг узунлиги билан боғлиқ. Муқкулнинг энг кучли қисқариш қобилияти толалари узунлигининг квадратига тўғри пропорционал бўлади.

2) Муқкулнинг кучига физиологик факторлар ўз таъсирини кўрсатади, муқкуллар таркибида мотонейронларнинг сони қанчалик кўп бўлса,

шунчалик мускулларга тез импульслар етиб келади. Бир вақтда бир қанча мускул толалари қўзғалади, мускул катта юклагани иш бажаришга тайёр бўлади.

3) Механик факторлардан мускулнинг қисқариш кучининг катталиги ва тезлиги унинг суякка бириккан қисмидан таянч нуқтасигача бўлган масофага боғлиқ бўлади. Бу масофа қанчалик катта бўлса, мускулнинг ҳаракат кучи шунчалик катта бўлади. Масофа қанчалик кичик бўлса, ҳаракат тезлиги шунчалик катта бўлади. Демак, мускул кучдан ютканда, у масофа ва тезликдан ютказди ва аксинча – мускул тезликдан ва масофадан ютканда, кучдан ютказди. Мускул кучига бўғим бурчагини ўзгариши ҳам ҳисобга олинади. Бўғим бурчаги ўзгариб бориши билан бир вақтда мускул кучининг айланма моменти ўзгариб боради. Бўғим бурчаги қанчалик катта бўлса, мускулнинг қисқариш айланма моменти шунчалик кичик бўлади. Ҳаракат жараёнида бўғим бурчаги кичраиб борган сари, мускулнинг тортишув кучининг елкаси ортиб боради.

2-жадвал

Бўғим бурчаги	180 ⁰	140 ⁰	100 ⁰	80 ⁰
Мускул тортишув кучининг елкаси (мм)	11,5	26,9	43,5	45,5

Спорт амалиётида турли ҳаракатлар бажарилганда, қайси мускул ва қандай даражада ҳаракатда иштирок этишни аниқлашда электромиография усули қўлланилади. Мускулларнинг электр активлиги аниқлангандан сўнг электромиографик карталар тузилади. Куч талаб этувчи ҳаракатлар бажарилганда актив мускуллар гуруҳларнинг зўриқиши уларнинг турли узунликда бўлишини талаб этади. Куч белгиларини ривожлантириш учун машқлар жараёнини бошлашдан олдин, тайёргарлик даврида жисмоний машқларни чўзилган ва бўшашган ҳолдаги мускулларда олиб борилиши лозим. Шунда куч кўрсаткичларининг ўсиш даражаси юқори бўлади.

Айнан мускулларнинг қисқариш айланма моментининг катталиги шу мускулларни ҳаракатлантирувчи бўғимларнинг ёки тананинг ҳолатига боғлиқ. Куч ишлатиш вақтида бўғимларнинг ёки тананинг шу ҳаракатини амалга ошириш учун номувофиқ ҳолатда бўлиши, куч моментининг самарасиз ёки нотўғри йўналишда ишлатилишига олиб келади ва кўп ҳолларда спортчиларда травмаларга (лат ейишга) сабабчи бўлади. Шу сабабли, спортчилар ҳаракат техникасини аниқ бажаришга ва травмага олиб келувчи критик ҳолатларни чеклаб ўтишга ҳаракат қиладилар.

3.2. Мускуллар ва суяк ричаглари орасидаги муносабатларнинг биомеханик асослари

Одам танасининг ҳаракатлантирувчи тизимлари ишини одатда механиканинг умумий қонуниятлари асосида изҳор қилинади. Биомеханика қонуниятларига биноан таянч-ҳаракат тузилмалари ишлаши ричаглар тизими иши сифатида баҳоланади. Ричаг деганда ўз ўқи атрофида ҳаракат қилиш имкониятига эга бўлган, елкаларига эса бир вақтда икки қарама-қарши куч: ҳаракатлантирувчи куч (мускуллар қисқариши) ва қаршилик кучи таъсир этувчи тана тушунилади. Ҳаракатлантирувчи ва қаршилик кучларининг катта-кичиклигига мос равишда ричагда мувозанат ҳолати ёки ҳаракатланиш содир бўлади. Ричагдаги мувозанат ҳолати ёки ҳаракатланишни тўғри англаш учун ричаг елкаси ва кучнинг айланиш моменти тушунчаларига эга бўлиш зарур.

Ричаг елкаси деганда айланиш ўқи нуқтаси (O)дан куч таъсир этаётган нуқта (A ёки B) гача бўлган масофа (OA ёки OB) назарда тутилади (1-расм). Кучнинг елкаси деганда эса айланиш ўқи нуқтасидан куч векторига (ёки унинг давомига) ўтказилган перпендикуляр билан белгиланувчи энг қисқа оралик масофа (OB₁ ёки OB₂) тушунилади. Ҳар бир мускулнинг ҳаракат бажаришдаги иштироки даражаси бир вақтда унинг қисқариш кучи ва бу куч таъсир этаётган елканинг узунлиги билан, яъни бир атама билан айтганда куч моменти билан белгиланади. Куч моменти (F) деб куч кўрсаткичи ва елка узунлигининг кўпайтмасига айтилади. F₁ куч моменти f₁; OA₁ ёки f₁ SinOA

кўпайтмаларига; F_2 куч momenti эса $f_2 \cdot OB_1$ ёки $f_2 \cdot \sin OB$ кўпайтмаларига тенг бўлади.

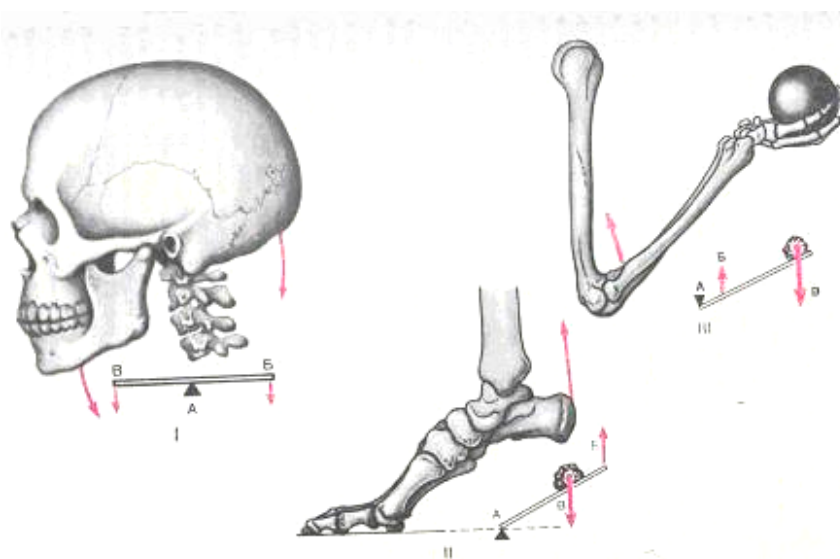
Шундай қилиб, ричагда мувозанат ҳолати содир бўлиши учун айланиш ўқининг турли елкаларига таъсир этаётган қарама-қарши йўналишга кучлар моментлари ўзаро кўрсаткичларга эга бўлиши (яъни қарама-қарши йўналишга эга бўлган кучлар моментлари йиғиндиси нолга тенг бўлиши) асосий шартдир. Куч моментларининг тенглиги бузилган ҳолда эса ричаг куч momenti каттароқ бўлган томонга ҳаракатланади. Бўғим ҳосил қилувчи суякларга бириккан мускулларнинг таъсир кучи моментлари доимий катталиққа эга бўлмайди: айнан мускулнинг таъсир кучи momenti бўғим ҳосил қилувчи суякларнинг бир-бирига нисбатан ҳолатига боғлиқ бўлиб, уларнинг ўзаро ҳолатининг ўзгариши билан мускулнинг таъсир кучи momenti ҳам ўзгаради. Буқувчи мускуллар қисқариб бориши жараёнида мускул пайининг суякка бирикиш бурчаги ва у билан бир вақтда елка узунлиги ҳам ортиб бориши оқибатида куч momenti ҳам ортиб боради. Бунинг натижасида мускулнинг кўтариш кучи кескин ортади. Кўп мускуллар суякларга бўғимга яқин ерда ва ўткир бурчак остида бирикадилар. Бундай ҳолларда куч елкаси қаршилиқ елкасидан калта бўлади ва мускулларнинг иш бажариш хусусияти жиҳатидан ютказилади.

Ҳаракат-таянч тизимида мускулларнинг таъсир елкасини узайтириб берувчи ва шу туфайли уларнинг куч momentини орттириб берувчи тузилмалар мавжуд. Бундай тузилмалар қаторига сесамасимон суяклар, блоклар, суяклардаги ўсимталар ва ғадир-будирликлар, нотекикликлар киради. Бу тузилмалар туфайли мускулларнинг куч моментлари ортади. Демак, мускулларнинг қисқариш кучи нафақат мускул толаларининг сонига, балки куч елкасига ҳам ниҳоятда боғлиқдир.

Ричагларнинг турлари. Ҳаракатлантирувчи (мускул қисқаришининг) ва қаршилиқ кучларининг айланиш (ҳаракат) ўқига нисбатан жойланишига қараб ричагларнинг бирламчи, иккиламчи ва учламчи турлари тафовут қилинади (Расм №1).

Бирламчи турдаги ричаг икки елкага эга. Ҳаракатлантирувчи ва қаршилик кучлари бир йўналишга эга бўлиб, айланиш ўқи эса улар оралигида жойлашади. Бирламчи турдаги ричаглар мувозанат ричаглари деб аталади. Бунга атлант-энса бирикмаси ва тос-болдир бўғими мисол бўла олади. Бирламчи ричагларнинг айланиш ўқи марказда жойлашган бўлиб, ўқнинг икки томонида эса ричагнинг елкалари жойлашади.

Иккиламчи турдаги ричаглар – бир елкали ричаглар бўлиб, қарама-қарши кучлар бир елкага таъсир этади, аммо улар қарама-қарши йўналишга эга бўлади.



1-расм. Суюкли ричагларга мускулларни таъсири.

I - мувозанат ричаги, II – куч ричаги, III – тезлик ричаги. А – таянч нуқтаси, Б – куч таъсир этаётган нуқта, В – қаршилик нуқтаси.

Бунда ҳаракатлантирувчи кучнинг елкаси узунроқ, қаршилик кучининг елкаси эса қисқароқ бўлади. Бундай ричагларга болдир билан оёқ кафти бирикмаси кириб, унга таъсир этувчи бир куч юқорига йўналган бўлса, иккинчи куч пастга йўналган. Ричаг ўқига бўлган босим катталиги икки таъсир кучларининг фарқига тенг бўлади. Иккиламчи турдаги ричагнинг конструктив хусусиятига биноан иш бажариш учун мускулдан катта куч билан қисқариш талаб қилинади. Шунга кўра бундай ричагларни яна куч ричаги деб аталади.

Учламчи турдаги ричаглар ҳам бир елкали бўлсада, иккиламчи ричаглардан фаркли, уларда ҳаракатлантирувчи куч қисқароқ елкага, қаршилик кучи эса узунроқ елкага эга бўлади. Учламчи турдаги ричагларни тезкорлик ричаги деса ҳам бўлади. Масалан, тирсакни букиш ҳаракатини амалга ошириш жараёнида қаршилик кучи таъсир этаётган узунроқ елка билан суягининг ўсимтасидаги эгриликка бириккан ҳаракатлантирувчи калта елкали кучга нисбатан каттароқ масофани ўтади. Шундай қилиб, қисқа елкага таъсир этаётган ҳаракатлантирувчи куч (мускул қисқариши) ҳаракат тезлигида ютиб, кучдан эса ютқзади.

Одам ҳаракатларини амалга оширишнинг биомеханик хусусиятлари шундан иборатки, ҳар бир ҳаракат жараёнида максимал даражада энергия тежалиши учун ричагларнинг ишининг ўзаро узлуксиз алмашиниши, ажратилиши ва бирлаштирилиши кузатилади.

Кинематик занжирлар ва эркинлик даражалари.

Юқорида кўриб чиқилган бирламчи, иккиламчи ва учламчи турдаги ричаглар тизими ишини фақатгина айрим шартлар бўлгандагина механик тушунчалар асосида таърифлаш мумкин. Очиқ ва ёпик кинематик занжирлар ва эркинлик даражаси бўлиши бундай шартлардан бирини ташкил қилади. Бўғимлар орқали бириккан тананинг бир қанча звенолари кинематик занжирлар дейилади. Ёпик кинематик занжирда тананинг бирон қисмининг иккала учи турли таянчга бириккан бўлади. Масалан, қовурғаларнинг ҳам олдинги, ҳам орқа учларининг бирикиши ёки одамнинг тик ҳолатида оёқнинг таянчлари мисол бўла олади. Очиқ кинематик занжирда фақат бир учи маълум бир нуқтага бириктилган бўлади. Масалан, горизонтал ҳолда ёзилган қўлнинг бошлангич нуқтаси қовурғага бириккан, дистал учи эркин ҳолда бўлади.

Ҳаракат бажарилишида ҳаракат аппаратининг бир нечта звенолардан ташкил топган занжири иштирок этади.

Ҳаракат эркинлиги чекланмаган тана ўзаро кўндаланг бўлган уч ўлчамли йўналишда ҳаракатни ошириш имкониятига эга бўлади, лекин

ҳаракатларнинг эркинлиги турлича бўлади ва 6 та даражада намоён бўлиши мумкин.

Уч ўлчамли йўналишдаги ҳаракатлар юқоридан пастга, олдиндан орқага, ундан чапга ва айланма ҳаракат йўналишларига эга бўлиши мумкин.

Бир занжирнинг иккинчи занжирга ўзаро бирикиш даражаси ортиб бориши билан бир қаторда ҳаракат эркинлиги даражаси чекланиб боради.

Тананинг 2 та бут қисмларининг ҳаракатини шарсимон бўғим мисолида таҳлил қилинганда улар бир нуктада бирикиши ва ўзаро 5 йўналишда ҳаракат қилиши мумкинлигини кўрамиз, яъни бу бўғимда ҳаракат эркинлиги назарий жиҳатдан 5 та даражага эга ҳисобланади. Амалда эса бундай бўғимлардаги ҳаракат эркинлиги 3 даражали бўлади. Ҳаракат назарий эркинлик даражасининг амалда чекланишга бўғим атрофидаги капсуласи, боғламлари ва мускуллар сабабчи бўлади.

Уч даражали ҳаракат эркинлиги шарсимон ва ёнғоқсимон бўғимларга хос бўлса (елка бўғими, тос-сон бўғими), 2 даражалиси – эллипсоид, бўртиқли (тизза ва тирсак) бўғимларига, 1 даражали ҳаракат эркинлиги эса цилиндрсимон ва ғалтаксимон (фалангалараро) бўғимларга хосдир.

3.3 Тана массасини белгиловчи тузилмаларни аниқлаш

Дарснинг мақсади: Аналитик усул билан гавдадаги ёғ миқдорини, мушак ва суяк массаларини аниқлашни ўрганиш. Шундай қилиб, талабаларга тўғри ўлчаш малакаларини ва ҳисоблаб чиқаришни ўргатиш. Текширилувчи талабаларнинг ўзидан танланади.

Каракли жиҳозлар: Гавданинг ёғ массасини аниқлаш учун – антропометр, тарози, тана ситланишини ўлчайдиган циркуль, тоз ўлчов сантиметрли чизғич, калиперлар керак. Гавданинг мускул массасини аниқлаш учун антропометр, сантиметрли чизғич, тарози керак. Гавданинг суяк массасини аниқлаш ва уни солиштириш оғирлигини аниқлаш учун – антропометр, сирғанувчи ёки штангенциркуль ҳамда маълум ҳолатда тирувчи талаба керак бўлади.

Текшириш усули:

1. Гавданинг юзасини ва уни ёғ массасини аниқлаш
2. Гавданинг мушак массасини аниқлаш
3. Гавданинг суяк массасини аниқлаш.

Дарснинг мазмуни:

Ҳозирги замон адабиётида, шу жумладан тиб илмига оид адабиётларда ҳам «конституция» сўзи одатда тана тузилишининг ўзига хос хусусиятларини белгиловчи термин сифатида ишлатилади. Айни вақтда биз «организм» тушунчасини ишлатмаймиз, чунки бу сўз гавда тузилишининг ўзига хос бўлган хусусиятларини ўз ичига олмайди, бинобарин, бу ерда тўғри келмайди. Лекин шу вақтгача умумий қабул қилинган «конституция тушунчасини» йўқлигини таъкидлаб ўтиш лозим. Гавда тузилиши билан конституцияни бир хил тушуниб бўлмайди.

Конституция – гавда тузилмаларини ҳамда уни метаболизм хусусиятларини ва реактивлигини уз ичига олувчи кенг маънодаги тушунча, шунга қарамасдан кўпчилик муаллифлар конституцион тилларни классификация қилишда гавданинг турли морфологик белгиларини асос қилиб олганлар.

Ҳозирги вақтда конституция деб ирсий бўлган ташқи муҳит омиллари таъсирида юзага чиққан организмнинг морфологик ва функционал белгиларнинг тўпламига айтилади. Организмнинг ҳамма намоён бўлган хусусиятлари ва белгилар йиғиндиси шахснинг индивидуал таракқиёт (онтогенез) темпини, ташқи муҳит таъсиротларига нисбатан реактивлигини ифодалайди. Конституцияни морфологик акси соматотип дейилади. Соматотип текширилганда асосан тотал ва парциал размерларни ўлчаш ва тана массасини ташкил этувчи асосий компонентларни аниқлаш зарур. Тана ўлчовларидан тотал ва парциал ўлчовлар фарқланади. Тотал ўлчовларга тананинг бўйи ёки узунлиги, массаси ва кўкрак қафасининг айланма ўлчовлари киради.

Парциал ўлчовларга – танани ташкил этувчи маълум қисмлар ва занжирлар ўлчанади. Бунда тана қисмларининг узунлигига, кўндалангига ва айланма размерлари ўлчанади.

Тана тузилмалари деганда эса гавданинг тузилишида иштирок этувчи турли метаболик ёки кам актив бўлган тўқималарнинг процент ёки килограммда белгиланадиган миқдори ёки баллда ўлчанадиган сифатий ўлчов муносабатлари тушунилади.

Тана юзасини аниқлаш

Тана юзаси антропометрик кўрсаткичлар асосида эмперик ёки назарий йўл билан аниқланади. Масалан, тана юзасини қуйидаги формула асосида аниқлаш мумкин:

$$1. A = \frac{W + \Delta H}{100}$$

Бунда: A - тана юзаси, m^2

W - тана вазни, kg да

ΔH - тана узунлигининг қабул қилинган ўртача % 160 cm дан фарқи.

2. Тана юзасини, унинг оғирлигига ва узунлигига асосланган ҳолда монограмма ёрдамида ҳам соддалаштириб ҳисоблаш мумкин. Бунда тана юзаси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$S = f(P) \cdot f(L),$$

бунда:

S – тана юзаси;

$f(P)$ – вазн ёки оғирлик фактори,

$f(L)$ – тана узунлиги фактори.

Гавданинг бўйига қараб (L) ва вазнига қараб (P) тана юзасини аниқлаш учун

Бойд жадвалидан фойдаланиш мумкин.

Бунда

$f(P)$ – вазн фактори;

$f(L)$ – узунлик фактори.

Бойд жадвали (узунлик фактори $f(L)$)

см L	f(L)	L см	f(L)	L см	f(L)	L см	f(L)	L см	f(L)
103	4,02	123	4,24	143	4,43	163	4,61	183	4,77
104	4,03	124	4,25	144	4,44	164	4,62	184	4,78
105	4,04	125	4,26	145	4,45	165	4,63	185	4,79
106	4,05	126	4,27	146	4,46	166	4,64	186	4,80
107	4,06	127	4,28	147	4,47	167	4,64	187	4,80
108	4,07	128	4,29	148	4,48	168	4,65	188	4,81
109	4,09	129	4,30	149	4,49	169	4,66	189	4,82
110	4,10	130	4,31	150	4,50	170	4,67	190	4,83
111	4,11	131	4,32	151	4,51	171	4,68	191	4,83
112	4,12	132	4,33	152	4,51	172	4,69	192	4,84
113	4,13	133	4,34	153	4,52	173	4,69	193	4,85
114	4,14	134	4,35	154	4,53	174	4,70	194	4,86
115	4,15	135	4,36	155	4,54	175	4,71	195	4,86
116	4,16	136	4,37	156	4,55	176	4,72	196	4,87
117	4,17	137	4,38	157	4,56	177	4,73	197	4,88
118	4,18	138	4,39	158	4,57	178	4,73	198	4,89
119	4,20	139	4,39	159	4,58	179	4,74	199	4,89
120	4,21	140	4,40	160	4,58	180	4,75	200	4,90
121	4,22	141	4,41	161	4,59	181	4,76		
122	4,23	142	4,42	162	4,60	182	4,76		

Бойд жадвали (вазн фактори f (P))

P, кг	f(P)	P, кг	f(P)	P, кг	f(P)	P, кг	f(P)	P, кг	f(P)
18,5	1,867	30	2,452	53	3,363	76	4,097	100	4,754
19,0	1,896	31	2,498	54	3,398	77	4,126	102	4,805
19,5	2,924	32	2,542	55	3,432	78	4,155	104	4,856
20,0	1,952	33	2,587	56	3,467	79	4,184	106	4,906
20,5	1,979	34	2,630	57	3,500	80	4,213	108	4,956
21,0	2,006	35	2,673	58	3,534	81	4,241	110	5,005
21,5	2,033	36	2,715	59	3,567	82	4,270	112	5,054
22,0	2,060	37	2,757	60	3,600	83	4,298	114	5,102

4-жадвалнинг давоми

22,5	2,086	38	2,798	61	3,633	84	4,326	116	5,150
23,0	2,112	39	2,839	62	3,666	85	4,354	118	5,197
23,5	2,138	40	2,879	63	3,698	86	4,381	120	5,245
24,0	2,164	41	2,918	64	3,730	87	4,409	122	5,291
24,5	2,189	42	2,958	65	3,762	88	4,436	124	5,338
25,0	2,214	43	2,997	66	3,793	89	4,464	126	5,384
25,5	2,239	44	3,035	67	3,825	90	4,491	128	5,429
26,0	2,263	45	3,073	68	3,856	91	4,518	130	5,495
26,5	2,288	46	3,110	69	3,887	92	4,545	132	5,519
27,0	2,312	47	3,148	70	3,917	93	4,571	134	5,564
27,5	2,336	48	3,184	71	3,948	94	4,598	136	5,608
28,0	2,359	49	3,221	72	3,978	95	4,624		
28,5	2,383	50	3,257	73	4,008	96	4,650		
29,0	2,406	51	3,293	74	4,038	97	4,676		
29,5	2,429	52	3,328	75	4,067	98	4,703		

3.4. Тананинг ёғ массасини аниқлаш

Ёғ тўқимаси кўшувчи тўқиманинг бир тури бўлиб, тери остида, чарвида, ичак деворларида, нерв системасида ҳамда суяк иликларида бўлади.

Гавдадаги ҳамма ёғ миқдорини кг да аниқлаш учун кенг тарқалган Матейка формуласидан фойдаланиш мумкин:

$$D = K_1 \cdot dS_1;$$

бунда D – гавдадаги ҳамма ёғнинг абсолют оғирлиги, кг,

d – тери остидаги ёғ қаватининг ўртача қалинлиги, мм,

K – 1,3 га тенг бўлган константа.

S – тана юзаси, m^2 да.

Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, тана юзасининг ҳосиласи бўлиш тери остидаги ёғнинг қалинлиги ва уни солиштирма оғирлиги топилади. Сўнгра уни 1,3 га кўпайтириб, гавданинг умумий ёғ миқдори аниқланади.

Калипер – тери – ёғ бурмачаларининг қалинлигини ўлчаш учун хизмат қилади. Бу асбобни махсус куч ўлчовига эга бўлган пружинаси бўлиб, ҳар бир конкрет ҳолатда тери – ёғ бурмачаларининг ҳар бир mm^2 юзасига 10 кг босим беради. Шу асбоб билан ўлчанган тери – ёғ бурмачалари ҳар хил катталиқда бўлиши мумкин, чунки ёғ енгил қисилади, бинобарин кўп нарса шу асбобнинг оёқчаларидан юзага келадиган босимга боғлиқ. Тери – ёғ бурмачалар қалинли-гини аниқлаш учун, бармоқлар билан қисиладиган терининг юзаси 20-40 mm^2 дан кам бўлмаслиги керак, ўлчовни ҳам терининг аниқ кўрсатилган ерларидан ўтказиш керак. Одатда 8 та ёки кўндаланг тери – ёғ бурмаси ўлчанади.

Иш тартиби

1. Тарози ва бўй ўлчагич билан тана вазнини (P) ва тана узунлигини (L) топиб, жадвалга киритинг.
2. Бойд жадвалидан вазн векторини (P) ва тана узунлиги (L) факторларини топинг ва жадвалга киритинг.
3. Тана юзасини қуйидаги формула бўйича аниқланг:

$$S = f(P) \cdot f(L)$$

4. Калипер ёрдамида кўрсатилган нуқталарда ёғ қатламлари қалинлигини ўлчаб чиқинг. Ўлчовлар тананинг ўнг томонида ўтказилсин.

- а) куракнинг пастки бурчак қисмида,
- б) кўкрак соҳасида,
- в) қорин томонда, киндакнинг ўнг томонига яқин жойда,
- г) елкани олд томонидан, елканинг икки бошли мускулининг устки қисмидан (тахминан елканинг ўртасида),
- д) елканинг орқа томонида, елканинг уч бошли мускули устидан (тахминан елканинг ўрта қисмида),
- е) биладан,
- ж) оёқнинг олд томонида, соннинг тўғри мускулини устидан,
- з) тиззанинг орқа қисмида, болдир мускулининг чекка қисмидан.

5. Ўртача ёғ қатламини ҳисоблаш учун 8 та ёғ қатламларидан олинган кўрсаткичлар йиғиндиси иккига бўлинади.

6. Ёғ компонентини аниқловчи формулага кўрсаткич-ларни киритиб, ёғ миқдори аниқланади.

5-жадвал

Тананинг ёғ массасини аниқлаш учун керакли маълумотлар

Ўлчо в-лар сони	P , к г	L см 2	f (P) 3	f(P) Н (L), см ² 4	S , м ² 5	d ₁ м м 6	f (L) 7	d 2 8	d 3 9	d 4 10	d 5 11	d 6 12	d 7 13	d 8 14	ε, м м 15	Д , к г 16	d, м м 17	Д 1 18
1																		
ўлчов																		
2																		
ўлчов																		

3.5. Тананинг мускуллар массасини аниқлаш

Ёғсизлантирилган масса умумий тушунчадан иккита компонентни ажратиш лозим: мушак ва суяк. Мушак тўқимасини абсолют массасини сақлаш учун суткалик сийдикда креатинин миқдорини аниқлаш, сўнгра номограм-мага қараб мускул массасини аниқлашга асосланган биохимик усулдан фойдаланиш мумкин. Статистик усул тананинг айрим қисмларини мушак массасини корреляцион боғлиқлигига асосланган. Бизлар бунинг учун Матейка формуласидан фойдаланамиз. Бу усул елка, биллак, сон ва болдир, яъни мускул тўқимаси яхши ривожланган 4 қисм-нинг радиусидан (r) ўртачасини топишга асосланган бўлиб:

$$M = K r^2 L$$

Бунда M = мускул массасининг абсолют миқдори, кг,

r – ўртача радиус,

L – тана узунлиги,

K – константа 6,5 тажриба йўли билан топилган, радиусларни (r) елка, биллак, сон ва болдирларни айлана узунлигини мускуллар ниҳоятда ривожланган қисмларни ўлчаб топилади.

Иш тартиби

Қуйидаги ўлчовларни ўтказинг, олинган маълумот-ларни жадвалга киритинг.

1. Антропометр билан тана узунлигини аниқланг.
2. Сантиметрли лента билан бўшашган ҳолатда елкани, биллакни, сонни ва болдирни айланма ўлчовларини аниқланг ва олинган курсаткичлар асосида ўртача радиусини ҳисоблаб чиқинг.
3. Елка, биллак, сон ва болдирнинг ёғ қатламларини ўлчанг ва курсаткичларини жадвалга киритинг.
4. Елка, биллак, сон ва болдир айланма ўлчовларининг йиғиндиси, елка, биллак, сон ва болдирнинг ёғ қатлами ўлчовларининг йиғиндиси, елка, биллак,

сон ва болдирнинг ёғ қатлами ўлчовларининг йиғиндиси ва елка, биллак, сон ва болдирнинг ўртача радиуси ҳисоблаб чиқилсин. Кўрсаткичлар формулага киритилсин.

Матейка усулининг камчилиги шуки, унда стабил константалар ишлатилади, бу эса анчагина хатоларга йўл қўяди. Лекин хатолар доимий бўлгани учун ўзаро таққослаш мумкин бўлган имкониятлар яратилади.

Рентгенологик усул ёғсиз мушак ва суякларни ҳақиқий қалинлигини ўлчаш имконини беради ва нисбатан аниқ ҳисобланади. Спортчилар танасининг айрим қисмларида мускулларнинг ривожланганини ва унинг хусусиятларини аниқлаш турли спорт мутахассисларида солиштириш имкониятини яратади.

6-жадвал

Мускул массасини (М) аниқлашга керак бўлган маълумотлар

Текши- риш сони												
1 ўлчов												
2 ўлчов												

3.6. Тананинг суяк массасини аниқлаш

Елка, билак, сон ва болдирларнинг дистал қисмини диаметрларни ўлчаш асосида тананинг суяк массасини аниқлаш учун Матейка қуйидаги формулани таклиф қилган:

$$O = K o^2 L$$

Бунда: O – суяклар абсолют массасининг миқдори, кг,

o^2 – елка, билак, сон ва болдирлар дистал қисмининг ўртача диаметри,

K – константа – 1,2, тажриба асосидан топилган,

L – тана узунлиги.

Матейка формуласининг камчилиги шундаки, ундаги K – 1,2 доимий кўрсаткич суякларнинг минерал билан тўйин-ганини, турли кишиларнинг ёши, жинсини ҳисобга олмайди.

**Матейка бўйича суяк массасини аниқлаш
ишнинг тартиби:**

1. Антропометр билан тана узунлигини аниқланг.
2. Сирғанувчи циркуль ёки штангенциркуль билан елка суягини (кенглигини) диаметрни аниқлаш o_1 бу латерал ва медиал дўнгчаларнинг ораси, билак суяklarининг кенглигини o_2 (бигизсимон ўсимталарининг орасидаги фарқ), соннинг кенглиги – o_3 латерал ва медиал (дўнглар орасидаги масофа), болдир суяklarининг кенглиги – o_4 (болдир тўпиқлари орасидаги масофа)ни ўлчанг. Елка ва сон суяklar диаметрини билак ва тизза бўкилган ҳолатида ўлчаш лозим.
3. Формула бўйича суяklar диаметрини ўртача кўрсаткичини аниқланг.
4. Формула бўйича абсолют (O) ва нисбий (O_1) суяк тўқимасининг масса оғирлигини аниқланг. Олинган маълумотларни жадвалга киритинг.

7-жадвал

Суяк массасини оғирлигини аниқлаш учун керакли маълумотлар /O/

текшириш сони									
1 ўлчов									
2 ўлчов									

Ҳар қандай фаннинг вазифаси инсон кўлига бирор ходисанинг қай тарзда юз беришини олдиндан билишга имкон яратадиган тадқиқот методларини беришдан иборат. Ҳар қандай ходиса тўғрисида сўз борар экан, биз хамиша унинг қайирдадир ва қачондир бўлгани ҳақида гапирамиз. Хамма воқеалар фазода ва вақтда юз беради. Бизни қўршаб олган оламда юз берадиган барча ходисалардан бизга энг яхши таниш бўлгани механикавий ҳаракатдир. Механикавий ҳаракат физика ва техникага асос қилиниб олинган. Ҳар бир жисм исталган бир пайтда фазода бошқа жисмларга нисбатан муаян бир вазиятни эгаллайди.

Физиканинг механикавий ҳаракат ходисасини ўрганадиган бир қисми механика деб аталади.

Вақт ўтиши билан жисмнинг фазодаги вазиятининг бошқа жисмларга нисбатан ўзгариши жисмнинг механикавий ҳаракати дейилади.

Жисмларнинг ҳаракатига алоқадор бўлган ҳар қандай саволга механика фани жавоб беради. Шундай экан физиканинг “Кинематика бўлими”: ҳаракат тўғрисида умумий маълумотларни келтириб ўтамиз.

IV БОБ. ТАЯНЧ ТАЪЛИМОТ.

4.1. Жисмларнинг илгариланма ҳаракати Моддий нуқта

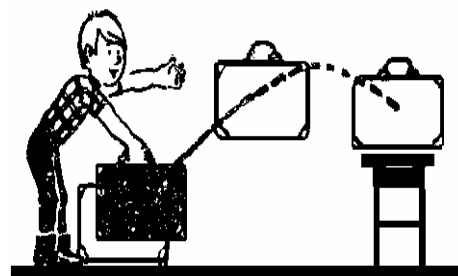
Жисмнинг ҳаракатини, яъни унинг фазодаги вазиятининг ўзгаришини ўрганиш учун аввало бу вазиятнинг ўзини аниқлай билиш керак лекин бу ерда баъзи қийинчиликлар юз беради. Ҳар бир жисмнинг маълум ўлчамлари бўлади, бинобарин, унинг ҳар хил қисмлари, унинг ҳар хил нуқталари фазонинг турли жойларида бўлади. Унда бутун жисмнинг вазияти қандай қилиб аниқланади?

Умумий ҳолда буни аниқлаш қийин. лекин кўп ҳолларда ҳаракатланаётган жисмнинг ҳар бир нуқтасининг вазиятини кўрсатишга зарурат қолмас экан.

Жисмнинг ҳамма нуқталари бир хил ҳаракат қилган ҳолларда унинг ҳар бир нуқтаси вазиятини кўрсатмаса ҳам бўлади.

Масалан, бола тепаликка судраб чиқиб бораётган чананинг ҳамма нуқталари ҳаракати бир-биридан ҳеч фарқ қилмаса, чананинг ҳар бир нуқтаси ҳаракатини тавсифлашнинг нима кераги бор?

Дарёда сузиб кетаётган баржанинг, биз полдан кўтараётган чамадоннинг ва ҳоказоларнинг ҳамма нуқталари бир хил ҳаракат қилади.



2-расм

Жисмнинг ҳамма нуқталари бир хил ҳаракат қиладиганги ҳаракати илгариланма ҳаракат деб аталади.

Илгариланган ҳаракатда жисмда фаразанд ўтказилган ҳар қандай тўғри чизик ўз-ўзига параллеллигича қолади.

Бундан буён биз, асосан, илгарилама ҳаракатни қараб чиқамиз.

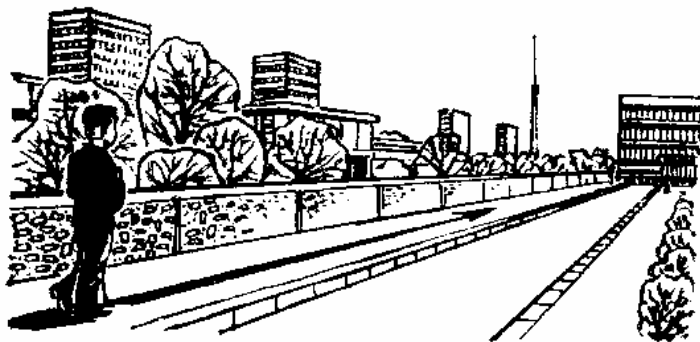
Жисмнинг ўлчамлари шу жисм босиб ўтадиган масофага қараганда ёки бу жисмдан бошқа жисмларгача бўлган масофаларни ўраганилганда жуда кичик бўлган ҳолларда ҳам жисмнинг ҳар бир нуқтасининг ҳаракатини тавсифламаса бўлади.

Бунда ҳолларда жисмнинг ўлчамлари эътиборга олмаса ҳам бўлади. Масалан, океанда юрадиган кема ўлчамлари кема борадиган манзилгача бўлган масофадан жуда кичик шунинг учун кеманинг океанда қиладиган ҳаракатини тавсифлашда кемани нуқта деб ҳисоблайдилар. Астрономияда осмон жисмларининг ҳаракати ўрганишда ҳам шундан қилинади. Планеталар, юлдузлар, Қуёш кичкина жисмлар эмас, албатта, лекин Ер радиуси, масалан, Ердан Қуёшгача бўлган масофадан ≈ 24000 марта кичик. Шунинг учун Ерни бошқа бир нуқта - Қуёш маркази атрофида ҳаракатланадиган нуқта деб ҳисоблаш мумкин.

Бу ва бунга ўхшаган ҳолларнинг ҳаммасида жисмларни нуқта деб ҳисоблаш мумкин. Бундан буён жисмнинг ҳаракати тўғрисида гап борганда биз ҳақиқатда шу жисмнинг бирор нуқтасишг ҳаракатини назарда тутамиз. Лекин бунда бу нуқтанинг моддий нуқта эканлигини, яъни бу нуқта одатдаги жисмлардан фақат ўлчамларга эга бўлмаслиги билангина фарқ қилишини унутмаслик керак

Ҳаракатининг муайян шароитида ўлчамларини эътиборга олмаса бўладиган жисм моддий нуқта деб аталади.

«Муайян шароитда» деган ибора айнан бир жисмни унинг бир ҳаракатида моддий нуқта деб ҳисоблаш мумкинлигини, унинг бошқа бир ҳаракатида



3- расм.

моддий нуқта деб ҳисоблаш мумкин эмаслигини билдиради. Масалан, бола мактабга бораётганида уйдан бошлаб 1 км масофа (2- расм) босиб ўтса, бу ҳаракатда болани моддий нуқта деб ҳисоблаш мумкин, чунки боланинг ўлчамлари у босиб ўтадиган масофадан жуда кичик. Лекин ўша боланинг ўзи эрталабки гимнастика машқларини бажараётганда (2-расм) унн моддий нуқта деб ҳисоблаб бўлмайди.

Қуйидаги ҳолларнинг қайси бирида жисмларни моддий нуқта деб ҳисоблаш мумкин?

1. Станокда спорт дискаси ясаляпти. Спортчи ирғитган ўша диск 55 м масофага бориб тушади.

2. Пассажир самолёти Москвадан Тошкентга учи кетяпти. Самолёт ўз учи атрофида айланиб, олий пилотаж фигураларини («штоптор») бажаряпти.

3. Конькичи ўзоқ маррага чошиб кетяпти. Фигурачи-конькичи ихтиёрий программа машқларини бажаряпти.

4. Космик кеманинг ҳаракати Ердаги бошқарув марказидан кузатилмоқда. Шу кемани космосда у билан стиковка қилаётган космонавт кузатяпти,

Жисм нуқталарининг фазодаги вазияти

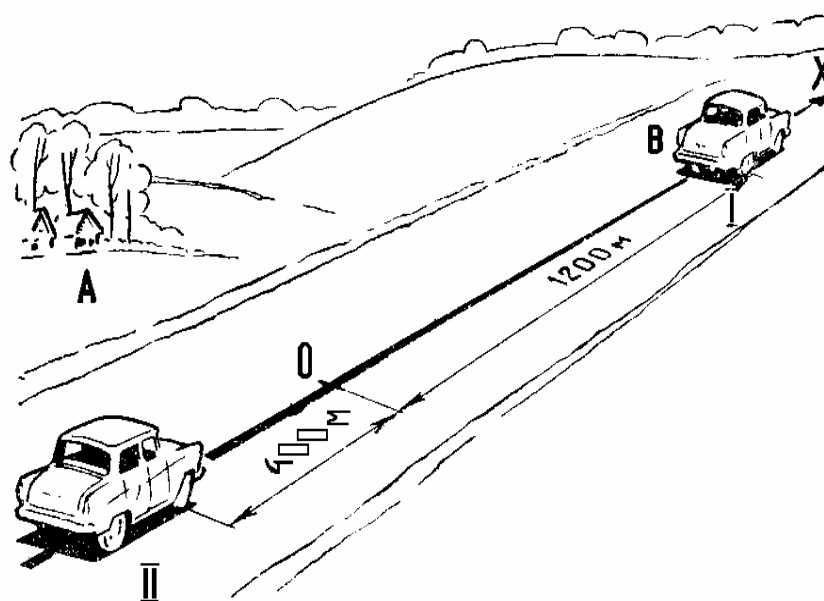
Жисмнинг вазияти қандай қилиб аниқланади? Эрамининг бошларига тааллуқли бир қадимий ҳужжатда бир хазинанинг кўмилган жойи қуйидагича кўрсатилган экан: «Қишлоқдаги энг четки уянинг шарқни бурчагида шимолга 1 қараб туриб, 120 қадам бос, шарққа бурилиб яна 200 қадам юр.

Шу жойда чуқурлиги 10 тирсак келадиган чўкур қазисак, 100 талант олтин топасан». Агар ҳужжатда кўрсатилгаи уй ва қишлоқ шу чоққача сақланб қолганида эди, хазинани топиб олиш қийин бўлмас эди. Лекин маълум сабабларга кўра, зикр қилинган қишлоқ ва уйдан номнишон қолмаган, шунинг учун хазинани топиб олиш қийин. Бу мисол жисм ёки нуқтанинг вазиятини санок жисми деб аталадиган бошқа бирор жисмга нисбатан аниқлаш мумкин эканлигини кўрсатади.

Санок жисмини мутлақо ихтиёрий равишда танлаб олиш мумкин, Масалан, биз яшаб турган уй, биз кетаётгаи поезд вағони ва умуман исталган бир бошқа жисм санок жисми бўла олади. Ер, Қуёш, юлдузлар ҳам санок жисми бўла олади. Биз Ерда яшаймиз, шунинг учун бизга жисмнинг вазиятини Ерга нисбатан кўрсатиш қулай. Лекин астрономлар санокни юлдузларга нисбатан юритишни маъқул кўрадилар.

Агар санок жисми танлаб олинган бўлса, унинг бирор нуқталари орқали координата ўқлари ўтказилади жисмнинг ихтиёрий нуқтасининг вазияти унинг координаталари орқали аниқланади. Бунинг қандай қилиб аниқланишини сиз математикаси курсидан биласиз.

Масалан, йўлдаги автомобилларнинг вазиятини аниқлайлик (3-расм).



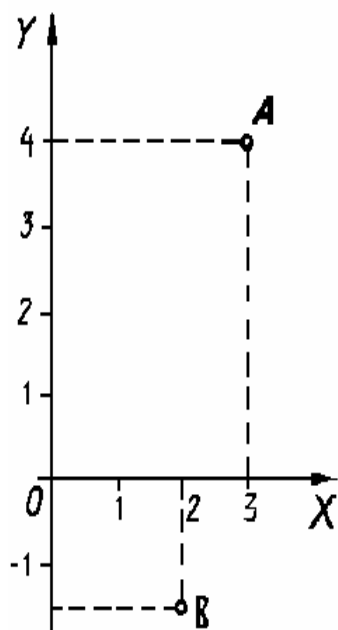
4- расм

Санок жисми деб йўл бўйидаги А қишлоқни оламиз. Йўл бўйлаб ОХ координата ўқини ўтказамиз, унинг санок боши (координаталар боши) О нуқтада бўлсин. О нуқтадан уннг томонга қараб ҳисоб қилинадиган координаталарни мусбат координаталар деб, чап томонга қараб ҳисоб қилинадиганларини манфий координаталар деб ҳисоблаймиз. Унда I автомобилнинг вазияти уннг $X_1 = 0$ В координатаси билан аниқланади. 3-расмда масштаб шундай танлаб олинганки, бунда $x=1=200$ м. II автомобилнинг координатаси 400 м сони билан нфодаланади, бироқ бу координатани санок бошидан чап томонга қараб ҳисоблашга тўғри келган учун $X_n = -400$ м бўлади.

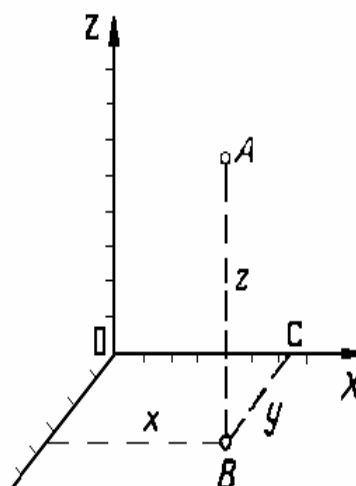
Шундан қилиб, Тўғри чизикдаги жисмнинг вазияти битта координата билан аниқланади.

Агар жисм бирор текисликда ҳаракатлана олса (масалан, кўлдаги қайиқ), у ҳолда санок жисмида танлаб олинган нуқталар орқали икки координата ўқини: ОХ ва ОҮ ўқлар ўтказилади. Текисликдаги нуқтанинг вазияти x ва y координаталар билан аниқланади. Масалан, А нуқтанинг координаталари бундай (4- расм): $x=3$, $y=4$; В нуқтанинг координаталари: $x=2$, $y=-1,5$.

Ниҳоят, жисмнинг фазодаги вазиятини (масалан, самолётнинг ҳаводаги вазиятини) аниқлаш учун санок жисми орқали ўзаро перпендикуляр бўлган учта координаталар ўқини: ОХ, ОҮ ва ОZ ўқлар ўтказиш керак (5-расм).



5-расм



6-расм

Шунга мувофиқ равишда жисмнинг (нуқтанинг) фазодаги вазияти x , y ва z координаталар билан аниқланади.

Шу параграфнинг бошида тилга олинган хазина тўғрисидаги ҳужжатда худди мана шундай координаталар системаси қўлланилган. Хазинани топиш учун санок жисми қаерда эканлигини билиш керак холос.

Шундай қилиб, *нуқтанинг чизиқдаги, текисликдаги ва фазодаги вазияти мос равишда битта, иккита ва учта сон билан, яъни координаталар билан аниқланади.* Биз яшаб турган фазо уч улчовли фазодир.

Бундай буён биз, асосан, жисмларнинг тайинли чизиқ ёки тайинли текисликларда қиладиган ҳаракати билан иш кўраимиз. Шунинг учун бизга ё битта, ёки иккита координатадан фойдаланишга тўғри келади.

Механика жисмнинг ихтиёрий пайтдаги вазиятини қандай қилиб аниқлаш тўғрисидаги фан эканини айтиб ўтган эдик, жисмнинг вазияти унинг нуқталари координаталари билан аниқлангани учун механиканинг бош масаласи *жисм нуқталарининг исталган пайтдаги координаталарини ҳисоблаб топа билишдан иборат.*

Санок жисми, y билан боғланган координаталар системаси ва вақт саноғи бошининг кўрсатилиши ҳаммаси биргаликда жисмнинг ҳаракати ўрганиладиган санок ситемасини ташкил этади.

Жисм ҳаракатланаётганда унинг нуқталарининг координаталари ўзгаради. Масалан, жисмнинг X ўқ бўйлаб ҳисобланган координатаси бирор бошланғич пайтда x_0 бўлиб, t вақт ўтгандан кейин у x га тенг бўлиб қолса, координата $x-x_0$ миқдорда ўзгарган бўлади.

Механика масаласини ечиш учун жисмнинг координаталари вақт ўтиши билан қандай ўзгаришини билиш керак, лекин буни қандай қилиб биламиз? Бунинг учун қандай маълумотларга эга бўлишимиз керак? Олдиндан нима маълум бўлиши керак?

Бу саволларга механиканинг кинематика деб аталадиган бўлими жавоб беради. Унда биз ҳаракатнинг турли хиллари билан, ҳар хил ҳолларда жисмнинг ихтиёрий пайтдаги вазиятини қандай қилиб *аниқлаш* билан танишамиз.

4.2. Кўчиш

Агар жисм (моддий нуқта) тайинли бир чизиқ бўйлаб текис ҳаракатланаётган бўлса, унинг бу чизиқдаги ихтиёрий пайтдаги вазияти осон топилади.

Физика курсидан маълумки, жисмнинг V тезлигини бизни қизиқтираётган пайтгача ўтган вақтга кўпайтирсак босиб ўтилган йўлнинг узунлигини топамиз

Агар бошланғич пайтда жисм тургаи нуқтага маълум бўлса, у ҳолда босиб ўтилган йўлни жисм ҳаракатланаётган чизиқ бўйлаб бу нуқтадан бошлаб қуйиб чиқсак t пайтда жисм етиб келадиган нуқтани топамиз.

Лекин жисм ҳаракатланадиган чизиқ, яъни жисм ҳаракатининг траекторияси маълум бўлган ҳолдагина масала ана шундай осон ечилади. Масалан, поезднинг траекторияси — темир йўл, автомобилники — шоссе бўлади ва ҳоказо.

Жисмнинг ҳаракат траекторияси маълум бўлмаган ҳолларда унинг бошланғич вазияти ва босиб ўтган йўлнинг узунлиги маълум бўлганда ҳам унинг йўл охиридаги вазиятини, яъни координаталарини топиб бўлмайди.

Масалан, биз кеманинг бошланғич вазиятини ва босиб ўтган йўли узунлигини билганимиз Билан кеманинг бу йўл охиридаги координаталари ни ҳисоблаб чиқара олмаймиз: кема бу йўлни исталган йўналишда ва исталган траектория бўйлаб босиб ўтиши мумкин.

Бу ҳолда ҳам жисмнинг вазиятини топиш учун босиб ўтилган йўлни эмас, балки жисмнинг кўчиши деб аталадиган бутунлай бошқа бир характеристикасини билиш керак.

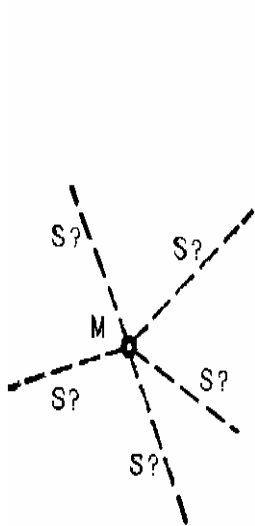
Хўш, бу ўзи нима экан?

Ҳаракатланаётган жисм (нуқта) бирор бошланғич пайтда M_1 вазиятни (6- расм) эгаллаган бўлсин, бирор вақт ўтгандан кейин, у бошланғич вазиятидан S масофадаги бошқа бир вазиятга келиб қолган бўлсин, деб фарз қилайлик Жисмнинг бу янги вазиятини қандай қилиб топамиз? Равшанки, бунинг учун S масофани билиш етарли эмас, чунки M_2 нуқтадан мана шу масофача ўзоқда чексиз кўп нуқталар бор (6- расм).

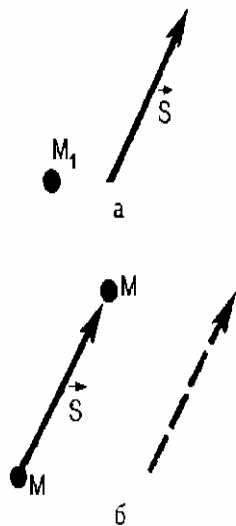
Жисмнинг вазиятини топиш учун унинг бошланғич вазиятини кейинги вазияти билан бирлаштирувчи кесманинг йўналишини ҳам билиш керак йўналишга эга бўлган бу тўғри чизиқ кесмаси жисмнинг кўчишидир. Кўрғазмали бўлиши учун кўчишни тасвирлайдиган кесманинг учига стрелка кўйилади (7- а расм). Бу кесмани M_k нуқтага қуйсақ стрелканинг учи жисмнинг янги I_2 вазиятнинг кўрсатади (7- б расм).

Жисмнинг (моддий нуқтанинг) бошланғич вазияти билан кейинги вазиятини туташтирувчи йўналишли тўғри чизиқ кесмаси жисмнинг кўчиши деб аталади.

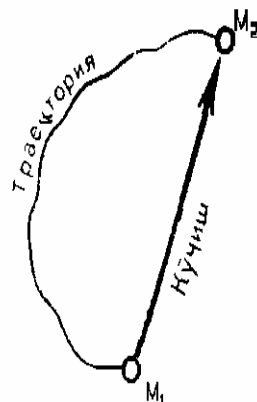
Маълумки, нуқтанинг кўчиши **вектор** билан ифодаланади; бу вектор кўчиш вектори деб аталади.



7- расм.



8- расм.

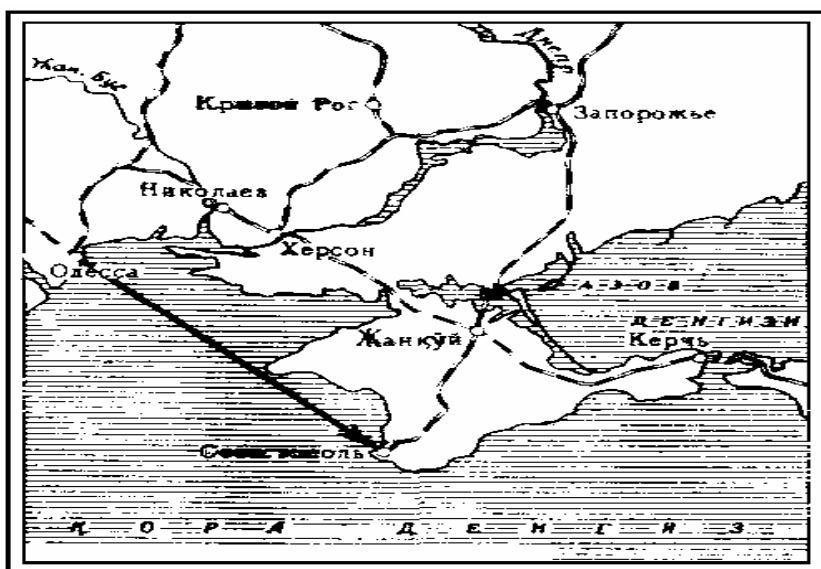


9-расм

Векторлар устига стрелка қуйилган харфлар билан белгиланади. Масалан, s - кўчиш вектори. Кўчиш векторининг модули (ёки узунлиги) кўчишнинг қанча узунлик бирлигига (метр, километр ва хоказога) тенг эканлигини кўрсатадиган сондир. Векторнинг модули Сиз векторнинг ўзини ифодаладиган стрелкали уша харф билан белгилаб, фақат бу харф олдига ва орқасига вертикал чизикчалар қуямиз. Масалан, $|s|$ — s кўчиш векторининг модули. Виктор ўзининг модули ва йўналишн билан аниқланади.

Шундай қилиб, жисмнинг ихтиёрий пайтдаги вазиятини топиш учун унинг бошланғич вазиятини ва шу пайтгача ўтган вақт давомидаги кўчишини билиш керак.

Жисмнинг кўчишини унинг ҳаракат траекториясидан фарқ қилиш керак. Жисм M_1 нуқтадан M_2 нуқтага (8- расм) кўчгани ва унинг кўчиш узунлиги M_1M_2 кесма узунлигига тенг эканлигига қараб жисм $M_1 M_2$ тўғри чизик бўйича ҳаракатланган, деган хулоса чиқариб бўлмайди. Жисмнинг ҳаракат траекторияси яъни жисм ҳақиқатда ҳаракатланган чизик бу тўғри чизик будан устма-уст тушмаслиги мумкин. Қўйидаги мисол буни тушунтириб беради.



10- расмда

Қора денгиз соҳилининг географик картаси тасвирланган. Одесса билан Севастополь орасидаги масофа тўғри чизик бўйича ҳисобланганда 270 км га тенг. Одессадан Севастополга бориш учун тахминан жануби-шарққа қараб йўналган ва сон жиҳатдан 270 км га тенг кўчиш керак. Агар биз теплоходда сафарга чиққан бўлсак, теплоход ҳақиқатда кўчиш билан бир хил бўлган чизик бўйича ҳаракат қилиши мумкин. Лекин Одессадан Севастополга поездда ҳам бориш мумкин. Темир йўл Николаев, Херсон, Жанқўй ва Севастополь орқали ўтади. Унинг узунлиги 660 км. Темир йўл бўйлаб саёҳат қилганда ҳаракат траекторияси кўчиш билан устма-уст тушмайди.

Равшанки, агар бизни поезднинг Одессага нисбатан охириги вазияти қизиқтираётган бўлса, бу вазият Одесса-Севастополь орасидаги кўчиш билан аниқланади. Агар кўчиш Одесса-Севастополь тўғри чизиги бўйлаб йўналган ва 270 км эканлигини билсак бу маълумотлар поезднинг қаерда эканлигини билиш учун етарлидир, Лекин бизга поезд 660 км йўл юрди деб айтилган бўлса, бу маълумот унинг қаерда эканини аниқлаш учун бизга ёрдам бера олмади: поезд Одессадан Москва, Киев, Харьков ёки бошқа бир шаҳарга қараб кетиши мумкин.

1. Футболчиларнинг ҳаракатини кузатиш шу нарсани кўрсатдики, хужумчи бир ўйин давомида тахминан 12 км югуради. Бу катталиқни кўчиш деса бўладими ёки йўл узунлиги деса бўладми?

2. Штурман эрталаб кеманинг вазиятини аниқлаётганида бундан олдинги куни кечкурун турган жойидан шимолга томон 100 мм масофадаги нуқтада эканлигини аниқлади. Бу сон кўчишнинг абсолют қийматини билдирадими ёки босиб ўтилган йўлними?

3. Гаражда турган навбатчи ишини битириб келган шофёрдан автомашинани қабул қилаётганида счётчигининг кўрсатиши 300 км ортганини ёзиб қўйди. Бу ёзув нимани билдиради: босиб ўтилган йўлними ёки кўчишнинг абсолют қийматиними?

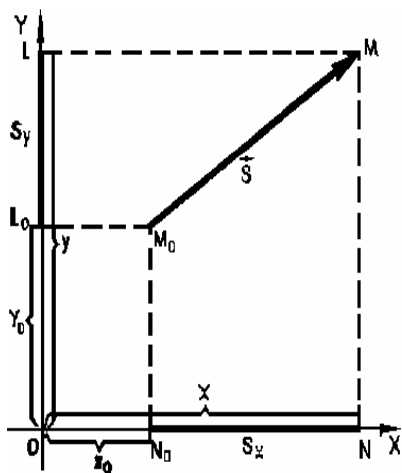
Характланаётган жисм нуқтаси кўчишнинг вектори ва нуқта координаталарининг ўзгариши

Юқорида айтиб ўтганимиздек жисм кўчишнинг S вектори (жисм моддий нуқта деб ҳисобланяпти) ва жисмнинг бошланғич вазиятининг координаталари маълум бўлса, унинг кейинги вазиятининг координаталарини топиш мумкин. Буни жисмнинг текисликда қиладиган ҳаракати мисолида кўрсатамиз.

ХОҲ координаталар системасини тасвирлаймиз (10-расм.) Жисмнинг бошланғич M_0 вазияти x_0 ва y_0 координаталар билан аниқланади, деб фараз қилайлик M_a нуқтага жисм кучишнинг s векторини қуямиз. Жисмнинг кейинги вазиятининг (M нуқтанинг) x ва y координаталарини қандай қилиб топамиз?

S векторнинг M_n бошидан ва M охиридан X ўққа M_0 ва MN перпендикуляр, Y ўққа M_0L_0 ва ML перпендикуляр туширамиз. N_0 нуқта - s вектор бошининг (M_0 нуқтанинг) X ўқдаги проекцияси, N нуқта - s вектор охирининг (M нуқтанинг) X ўқдаги проекцияси. L_0 ва L нуқталар - мос равишда уша M ва M_0 нуқталарнинг Y ўқдаги проекциялари.

10-расмдан куришиб турибдики, M нуқтанинг x координатасини топиш учун бошланғич x_0 координатага N_0N кесма узунлиги керак:



11- расм.

$$X = X_0$$

с кўчиш вектори 10-расмда кўрсатилгандан бошқача йўналган бўлиши мумкин (11-расм). Бу ҳолда s вектор охирининг x координатаси x_0 билан N_0N нинг айирмасига тенг эканлиги 11-расмдан кўриниб турибди:

$$x = x_0 - N_0N.$$

Векторнинг боши ва охирининг ўқдаги проекцияларн орасидаги N_0N кесманинг « + » ёки « — » ишора билан олинган узунлиги s векторнинг X ўқдаги проекцияси деб аталади.

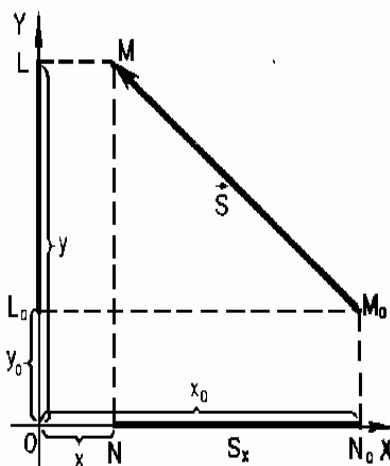
Агар вектор бошининг проекциясидан охирининг проекциясига ўқ йўналишида юриб ўтиладиган бўлса, проекция мусбат, бунга тескари йўналишда юриб ўтиладиган бўлса, проекция манфий ҳисобланади.

10-расмдаги s векторнинг X ўқдаги проекцияси мусбат бўлиб, $+ N_0N$ га тенг, 11-расмдаги s векторнинг проекцияси манфий бўлиб N_0N га тенг. Бинобарин, ҳамма ҳолларда x координатани топиш учун бошланғич x_0 координатага s векторнинг X ўқдаги проекциясини қушиш керак

Векторнинг проекциясини векторнинг ўзи белгиланган харф билан белгилаймиз, лекин стрелкаси булмай, проекциясининг қайси ўқдаги проекция эканини кўрсатадиган индекси бўлади: s_x — s векторнинг X ўқдаги проекцияси, s_y — уша векторнинг Y ўқдаги проекцияси.

Бу белгилардан фойдаланиб, жисмнинг x координатасн формуласини

$$x = x_0 + s_x \quad (1)$$



12- расм.

кўринишда ёзиш мумкин. Худди шунингдек

$$Y = U + Sy \quad (2)$$

(1) ва (2) формула, 10 ва 11-расмлардан кўришиб турибдики, кўчиш векторининг X ёки Y координата ўқидаги проекцияси нукта координаталарининг айирмасига тенг:

$$s_x = x - x_0; \quad (3)$$

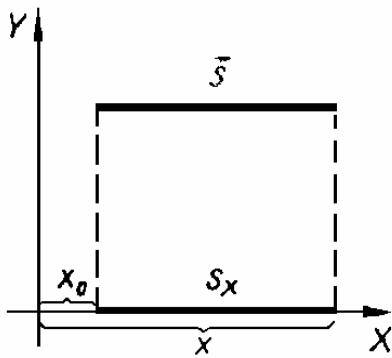
$$s_y = y - y_0. \quad (4)$$

Бирор катталиқнинг кейинги ва бошланғич қийматлари орасидаги айирма бу катталиқнинг ўзгариши деб аталади.

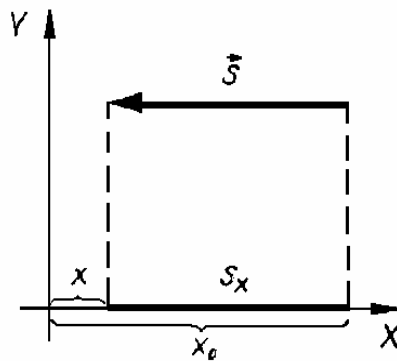
Бинобарин, s кўчиш векторининг X ёки Y ўқидаги проекцияси жисмнинг тегишли координатасининг ўзгаришига тенг. Равшанки, агар вақт ўтиши билан жисмнинг координатаси ортса, u ҳолда координатанинг ўзгариши ва, бинобарин, векторнинг ўқидаги проекцияси мусбат бўлади. Агар координата камайса, унинг ўзгариши ва векторнинг проекцияси манфий қийматга эга бўлади.

10-расмда жисмнинг шундай кўчиши кўрсатилганки, бунда ҳаркат давомида иккала x ва y координата ортади. Шунинг учун s векторнинг иккала s_x ва s_y проекцияси мусбатдир. 11-расмдаги s вектор шундайки, ҳаракатланаётган жисмнинг x координатаси камаяди, y координатаси ортади, оқибатда s_x проекция манфий, s_y проекция мусбат.

Агар кўчиш вектори координата ўқларидан бирига параллел бўлса (ёки ўқида ётса), u ҳолда вектор проекциясининг ва векторнинг ўзининг абсолют қийматлари тенг бўлади. Проекциянинг ишораси осонгина аниқланади: агар вектор ўқ билан бир хил йўналган бўлса (12- расм), векторнинг проекцияси мусбат, агар вектор ўқида қарши йўналган бўлса (13- расм), проекция манфий бўлади, Равшанки, бу векторнинг бошқа ўққа туширилган проекциялари нолга тенг, бундай ҳаракатда фақат битта координата ўзгаради.



13- расм.



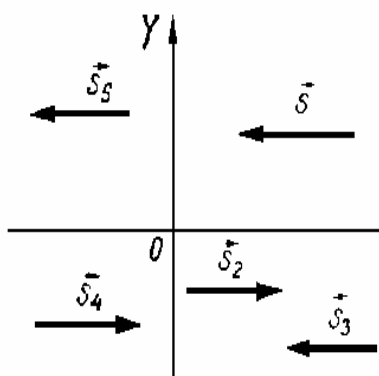
14- расм.

Бунга ўхшаган ҳолларда вектор проекцияси белгисига индекс қўйиш шарт эмас. Масалан, 12- расмда кўсатилган деб ёзиш мумкин.

Агар масаланинг шартига кўра ҳаракатни тавсифлаш учун битта ўқ (координаталар ўқи) етарли бўлса, одатда, биз векторнинг бу ўқдаги проекциясига индекс ёзмаймиз.

Кўчиш вектори, ва унинг проекциялари тўғрисида айтилган гаплар ҳар қандай векторга ҳам тегишлидир. Фақат проекциянинг узунлиги векторнинг ўзи ифодаланган бирликларда ва векторнинг ўзи ифодаланган масштабда ифодаланиши кераклигини унутмаслик керак.

1. Векторнинг ўқдаги проекцияси деб нимага айтилади?
2. Жисм кўчишининг вектори билан жисмнинг координаталари орасидаги муносабат қандай?
3. Агар кўчиш вектори координата ўқларидан бирига параллел йўналган бўлса, унинг проекциясининг модули ва ишораси қандай бўлади?



15-расм

4. 14-расмда тасвирланган кучиш векторларининг X ўқдаги проекцияларнинг ишорасини аниқланг. Кўчиш бундай бўлганда жисмнинг координаталари қандай ўзгаради?

5. Бошланғич пайтда жисм

координаталари $x=-2$ м ва $y=4$ м бўлган нуктада турган. Жисмнинг координаталари $x=-2$ м ва $y=1$ м бўлган нуктага кўчди.

Кўчиш векторининг X ва Y ўқдаги проекцияларини топинг. Жисм кўчишининг векторини чизинг.

6. Координаталари $x=-3$ м ва $y=1$ м бўлган бошланғич нуктадан чиқиб жисм бирор йўл босиб ўтдики, бунда кўчиш векторининг X ўқдаги проекцияси $5,2$ м, Y ўқдаги проекцияси 3 м бўлди, Жисмнинг охириги вазиятининг координаталарини топинг. Кўчиш векторини чизинг. Унинг модули нимага тенг?

Векторлар устида ва уларнинг проекциялари устида бажариладиган амаллар

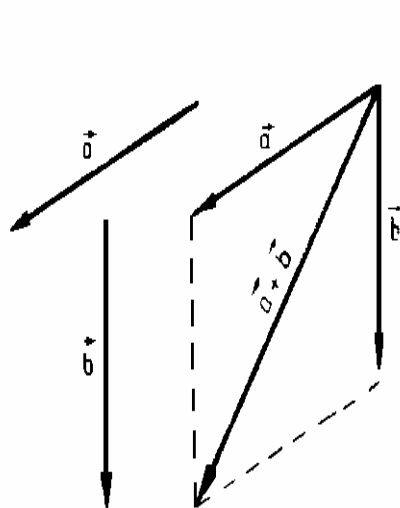
Кўчиш - алоҳида катталиқдир. Алоҳидалиги шундаки, кўчиш ҳар қандай вектор каби, маълум бир сон билангина эмас, балки йўналиши билан ҳам аниқланади. Физикада бундай катталиқлар кўп.

Вектор катталиқлар, 7-а ва б расмларда кўрсатилгандек стрелкали турли чизиқ кесмалари билан тасвирланишини эслатиб ўтамиз. Кесманинг узунлиги маълум масштабда векторнинг абсолют қийматини (модулини), стрелка эса векторнинг йўналишини кўрсатади.

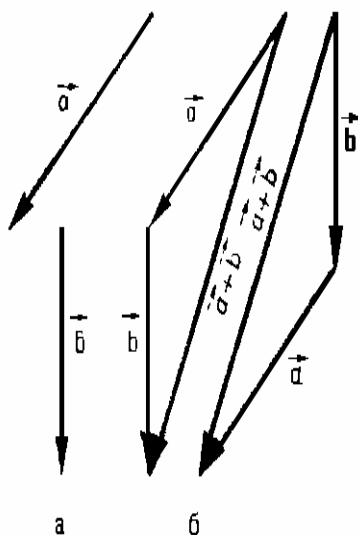
Агар икки векторнинг модуллари тенг бўлиб, ўзлари бир хил йўналган бўлса, бу векторлар тенг деб ҳисобланади.

Ҳарчи номи бўлса ҳам фазода йўналишга эга бўлмаган катталиқлар, яъни сонлар скаляр катталиқлар ёки содда қилиб, скалярлар деб аталади. Масалан, вақт, ҳажм, температура ва шу кабилар скаляр катталиқлардир.

Сизга математика курсидан маълумки, векторлар устида бажариладиган амаллар одатдаги сонлар устида бажариладиган амалларга



16-расм

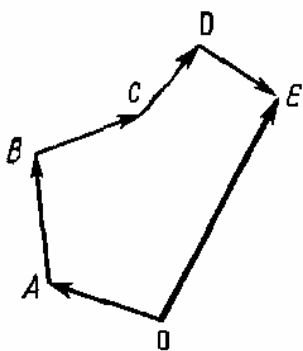


17-расм

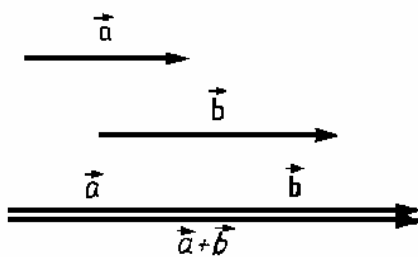
бўйсундиган қоидаларга ўхшамаган махсус қоидаларга бўйсунди, Бу қоидаларни эслатиб ўтамыз.

1. Векторларни қўшиш. Векторлар *геометрик* равишда қўшилади. Икки a ва b векторни қўшиш учун, улар бир нуқтадан чиқадиган қилиб 15-расмда кўрсатилгандек жойлаштирилади. Сўнгра бундай жойлашган векторларни параллелограммнинг икки томони деб ҳисоблаб, параллелограмм ясалади ва иккала векторнинг боши қуйилган нуқтадан диагонал ўтказилади. Бу диагонал векторларнинг йиғиндиси ёки натижаловчи вектордир.

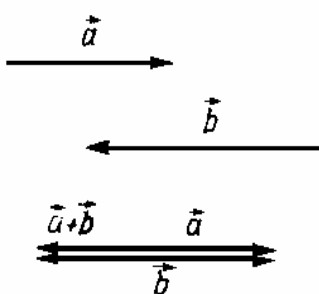
Икки вектори қўшишнинг бошқа усули бундай: қушилувчи a ва b векторлар шундай жойлаштириладики, бунда улардан бири охири иккинчисининг бошига тақалиб туради. Иккала векторнинг йиғиндиси биринчи векторнинг бошидан иккинчисининг охирига йўналган вектор бўлади (16- a , b расм). Иккитадан ортиқ векторлар ҳам мана шу усул билан қўшилади. Қўшилувчи ҳамма векторлар шундай жойлаштириладики, бунда биринчи векторнинг охири иккинчи векторнинг бошига, иккинчисининг охири учинчи векторнинг бошига тақалади ва ҳоказо. Ҳамма векторларнинг йиғиндиси, яъни натижаловчи вектор биринчи векторнинг бошидан охири векторнинг охирига томон йўналган вектордир (17- расм)



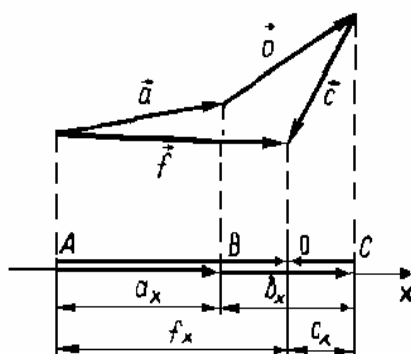
18-расм.



19-расм.



20- расм.



21- расм.

Бир тури чизик бўйлаб йўналган векторлар (коллинеар векторлар) ҳам ўша қоидага биноан қўшилади. Айни бир томонга йўналган ва қарама - қарши томонларга йўналган коллинеар векторларнинг қандай қўшилиши 18 ва 19- расмларда кўрсатилган. Агар йўналишлардан бирининг ишорасини «+» деб, унга тескарисининг ишорасини «—» деб олсак бу расмлардан коллинеар векторлар алгебраик катталиклар каби қўшилиши кўринади,

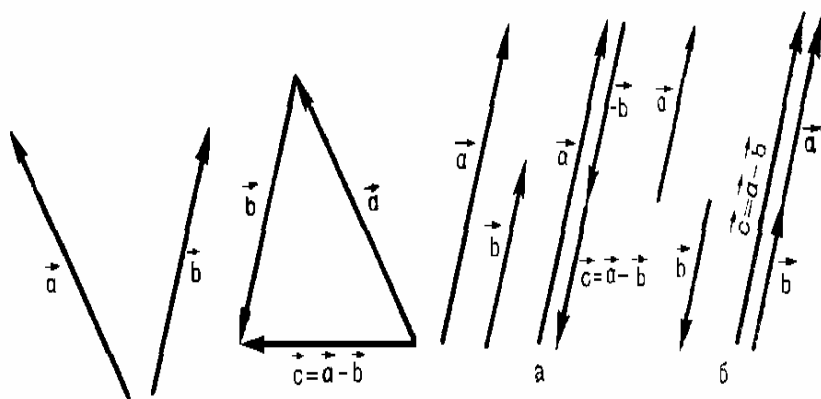
Бир неча векторнинг йиғиндиси бўлмиш векторнинг проекцияси қандаи қилиб топилади? 20-расмда a , ва c векторлар ҳамда уларнинг йиғиндисига тенг бўлган натижаловчи вектор кўрсатилган:

Бу расмда a ва b векторларнинг X ўқдаги проекциялари мусбат, c векторнинг ўша ўқдаги проекцияси манфий эканлиги кўриниб турибди. Агар қўшилаётган учала векторнинг проекцияларини алгебраик равишда қўшсак яъни c вектор проекциясишиг ишораси манфий эканини ҳисобга олиб қўшсак натижаловчи f векторнинг проекцияси ҳосил бўлиши ҳам ўша расмдан кўриниб турибди. Бинобарин, *векторлар йиғиндисининг тайинли*

бир ўқдаги проекцияси қўшилувчи векторларнинг уша ўқдаги проекцияларининг алгебраик йиғиндисига тенг. Шунинг учун векторлар йиғиндисининг проекциясини топиш учун натижаловчи векторни топишга ва унинг проекциясини аниқлашга эҳтиёж йўқ. Ҳамма векторларнинг проекцияларини ишорасини эътиборга олиб қўшиб чиқиш керак холос.

2. Векторларни айириш. a ва b векторларнинг айирмасига тенг бўлган c векторни топиш учун a ва $(-b)$ векторларни қўшиш керак (21-расм):

$(-b)$ вектор b векторга модули жиҳатидан тенг бўлиб, унга қарама-қарши йўналган.



22- расм.

23- расм

Коллинеар векторлар ҳам ана шу коидага асосан айрилади (22-а, б расм).

Агар биз a ва b векторлар айирмасининг проекциясини топмоқчи бўлсак у холда векторларни қўшиш ҳолидагидек: натижаловчи векторни топишга зарурат йўқ. *Векторлар айирмасининг ўқдаги проекцияси векторларнинг ўша ўқдаги проекцияларининг алгебраик айирмасига тенг эканига шионч ҳосил қилиш қийин эмас.*

3. Векторни скалярга кўпайтириш. k скалярга кўпайтирилган a вектор шундай бир векторки, унинг модули вектор модули билан скаляр модули кўпайтмасига тенг;

$$|k \cdot a| = |k| |a|$$

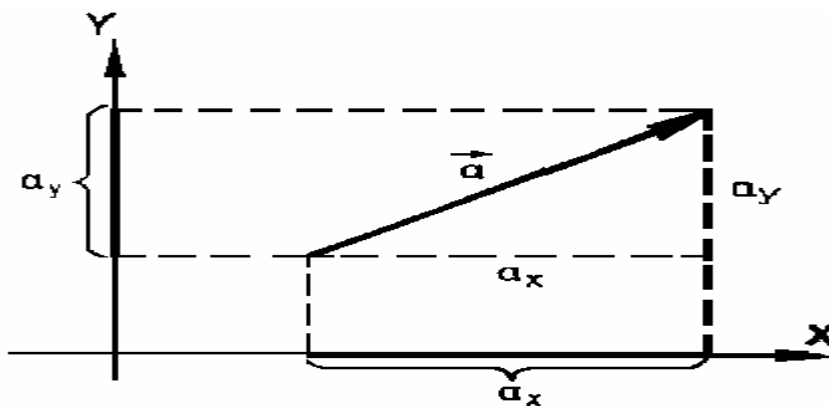
Агар k нинг ишораси мусбат бўлса, ka вектор a вектор билан бир хил йўналган бўлади. Агар k нинг ишораси манфий бўлса, ka вектор a векторга тескари томонга йўналади.

$b = ka$ векторнинг ўқидаги проекцияси a векторнинг ўша ўқдаги проекциясининг k га купайтмасига тенг:

$$b_x = ka_x.$$

Шундай қилиб: векторлар устида бажариладиган амаллар геометрия қоидаларига буйсунади. Векторларнинг проекциялари устида бажариладиган амаллар алгебранинг одатдаги қоидаларига буйсунади.

Агар a векторнинг координата ўқларидаги a_x ва a_y проекцияларн маълум бўлса (23-расм) векторнинг абсолют қиймати қуйидагича бўлади:



24 расм.

(Пифагор теоремаси).

6. Тўғри чизикли текис ҳаракатда жисмнинг (нуктанинг) кўчиши

Биз энди жисмнинг бирор пайтдагн вазиятини топиш учун кўчиш векторини билиш керак эканлигини биламиз, чунки айти ўша кўчиш вектори ҳаракатланаётган жисм координаталарининг ўзгаришига боғлиқ. Нукта кучиши векторининг координаталар ўқларидаги проекцияларн нукта координаталарининг ўзгаришига тенг.

Кўчиш векторини қандай қилиб топамиз? Бунинг учун нималарни билиш керак? Бу саволга бериладиган жалоб жисмнинг қандай ҳаракат қилишига боғлиқ.

Аввало ҳаракатнинг энг оддий тури бўлган тўғри чизиқли текис ҳаракатни кўриб чиқамиз.

Тўғри чизиқли текис ҳаракат деб шундай ҳаракатга айтиладики, бунда жисм ҳар қандай тенг вақт оралиқлари ичида бир хил кўчади.

Жисм тўғри чизиқ бўйлаб бир йўналишда ҳаракат қилганида унинг кўчиши муттасил ортиб боради. t вақт ичидаги кучишни топиш учун унинг қандай жадаллик билан ортиб боришини билиш керак. Бу ўсиш жадаллиги кўчишнинг шу кучиш юз берган t оралиғи қийматига нисбати билан аниқланади. Бу нисбат тезлиги деб аталади ва v ҳарфи билан белгиланади.

Кўчиш - вектор катталиқ вақт эса скаляр катталиқ бўлгани учун, тезлик ҳам вектор катталиқ бўлади:

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Жисмнинг тўғри чизиқли текис ҳаракатнинг тезлиги деб жисм кўчишининг шу кўчиш юз берган вақт оралиғига нисбатига тенг бўлган катталиқка айтилади.

Шундай қилиб, тезлик вақт бирлиги ичида жисм қанча кўчишини билдиради.

Бинобарин, жисмнинг тайинли t вақт ичидаги кўчишини топиш учун унинг v тезлигини билиш керак. Бунда жисмнинг кўчишини

$$s = vt \quad (2)$$

формуладан ҳисоблаб топиш мумкин.

Вектор шаклида ёзилган формулаларни ҳисоб ишида қўлланиб бўлмайди. Чунки вектор катталиқ фақат сон қийматга эмас, балки йўналишга ҳам эга. Ҳисоблашда векторлар эмас, балки бу векторларнинг координата ўқларидаги проекциялари қатнашган формулалардан фойдаланиш қулай, чунки проекциялар устида алгебраик амаллар бажариш мумкин.

Тўғри чизиқли ҳаракатда траектория тўғри чизиқ бўлади. Шунинг учун координаталар ўқини мана шу тўғри чизиқ бўйлаб йўналтириш табиий. Агар бу ўқни X билан белгиласакбу ҳолда жисмнинг ҳаракати давомида фақат

битта координата, масалан, x координата ўзгаради. Жисм тезлигининг вектори ҳам, кўчишининг вектори ҳам мана шу ўқ бўйлаб йўналади.

ва vt векторлар тенг бўлгани сабабли уларнинг X ўқдаги проекциялари ҳам тенг бўлади, яъни

$$s_x = v_x t$$

Биз X координаталар ўқини u жисм ҳаракатланаётган тўғри чизик бўйлаб йўналган қилиб танлаб олдик. Юқорида шартлашиб олганимиздек кўчиш ва тезлик векторларининг проекцияларига бу ҳолда индекс қўймаса ҳам бўлади: s_x ва v_x ўрнига s ва v ёзиш мумкин.

Бунда

$$s = vt \quad (3)$$

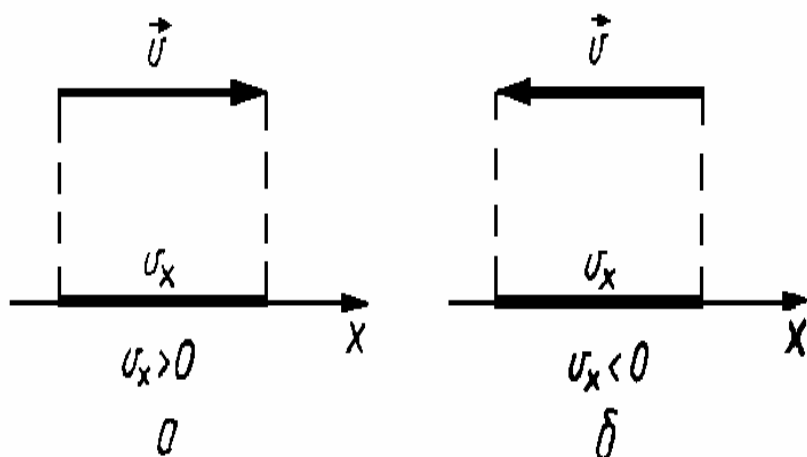
Энди жисмнинг ихтиёрий пайтдаги x координатасини ҳисоблаш формуласини топиш мумкин. Биз биламизки (4-§),

$$x = x_0 + s_x$$

бинобарин,

$$x = x_0 + vt. \quad (4)$$

(4) формуладаги v — тезлик векторининг проекцияси эканини эсда тутиш зарур. Бу проекция эса векторнинг ҳар қандай проекцияси каби мусбат бўлиши ҳам, манфий бўлиши ҳам мумкин. Агар тезлик вектори X ўқ билан бир хил йўналган бўлса (24-а расм), унинг X ўқдаги проекцияси мусбат бўлади. Агар тезлик вектори X ўқда қарама-қарши йўналган бўлса (24- б расм), унинг ўша ўқдаги проекцияси манфий бўлади.



25- расм.

Жисмнинг бошланғич вазиятининг координатаси ҳам мусбат ва манфий бўлиши: бошланғич пайтда жисм саноқ бошидан бир томонда ва бошқа (нариги) томонда бўлиши мумкин.

Тўғри чизиқ бўйлаб текис ҳаракат қилаётган жисм (моддий нукта) нинг ихтиёрий пайтдаги вазияти (4) формула билан топилади. Бунинг учун жисмнинг (нуктанинг) бошланғич x_0 координатасини ва тезлик векторининг жисм ҳаракат қилаётган ўқдаги проекциясини билиш керак (демак тезлик векторини билиш керак!). Бу формула «тезлик» деган катталиқнинг маъноси нима эканлигини билдиради.

Агар жисм (нукта) X ўқ бўйлаб ҳаракат қилаётган бўлса, тезлик векторининг бу ўқдаги проекцияси $\frac{x-x_0}{t}$ га тенг. Бироқ $(x-x_0)$ айирма x координатанинг ўзгариши, t — бу ўзгариш юз бергунча ўтган вақт. Бинобарин, тўғри чизиқни текис ҳаракатда жисм тенглигининг координаталар ўқидаги проекцияси жисм координатасининг вақт бирлиги ичидаги ўзгаришига тенг. Тезлик координатанинг ўзгариш тезлигини кўрсатади, дейиш мумкин.

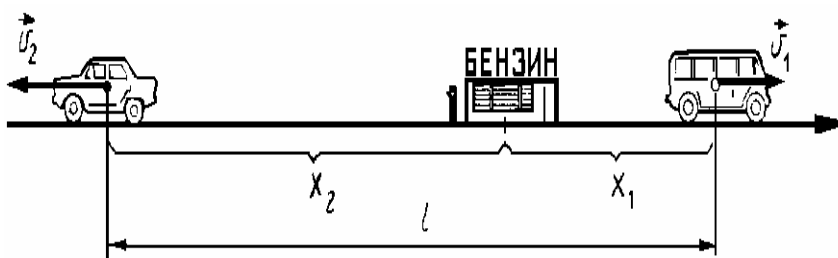
Жисм ўқ бўйлаб ҳаракат қилганда унинг тезлигининг бу ўқдаги проекцияси қийматига қараб тезлик векторининг ўзини топиш мумкин. Чунки уларнинг абсолют қийматлари бир хил бўлиб, проекциянинг ишораси тезлик йўналишини аниқлайди.

Шунинг учун ***бундам буён бундай ҳолларда кўпинча тезликнинг ўқдаги проекцияси қийматини қисқача қилиб тезлик кучишининг проекциясини кучиши деб атаймиз.***

Механика масаласини ечиш учун тезликнинг модулини эмас, балки тезлик векторини билиш керак эканлигини яна бир марта таъкидлаб ўтаемиз. Автомобиллардаги спидометрлар тезликнинг айни ўша модулини кўрсатади. Спидометр автомобилнинг каёққа ҳаракат қилаётганини курсата олмайди.

Шунинг учун спидометр кўрсатишларига қараб автомобилнинг на ҳаракат йўналишини, на унинг ихтиёрий пайтдаги вазиятини аниқлаб бўлмайди.

1-масала. Йўлда икки автомобиль бир-бирига қараб ҳаракат қиляпти: бирининг тезлиги 60 км/соат, иккинчисининг тезлиги 90 км/соат. Бензин берадиган станцияда иккала автомобиль учрашиб, сўнгра яна ўз йўлида давом этди. Автомобиллар учрашгандан кейин 30 мин ўтгач, ҳар бири қаерда бўлишини ва шу пайтда улар орасидаги масофа қанча бўлишини аниқланг (25- расм).



26- расм.

Ечилиши. Бензин станциясини координаталар боши деб, автомобиллар учрашган пайтни вақт саноғи боши деб оламиз. У ҳарфи билан белгиланадиган координаталар ўқини чапдан ўнгга томон йўналтирамиз. У ҳолда автомобилларнинг учрашгандан кейин 0,5 соат ўтган пайтдаги координаталарини қуйидаги формулалар билан ҳисоблаб чиқариш мумкин:

$$x_1 = x_{01} + v_1 t \text{ ва } x_2 = x_{02} + v_2 t.$$

Иккала автомобилнинг x_{01} ва x_{02} бошланғич координаталарип нолга тенг. Шунинг учун

$$x_1 = v_1 t \text{ ва } x_2 = v_2 t$$

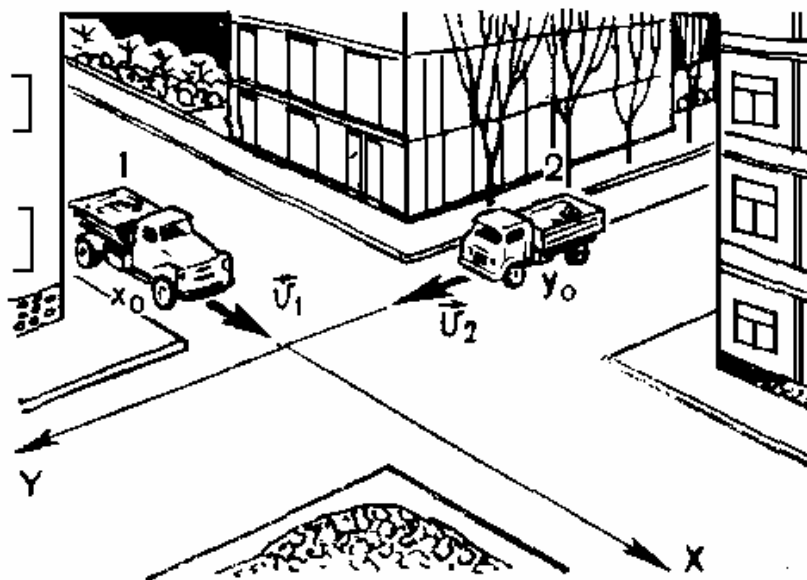
Биринчи автомобиль тезлигининг v_1 проекцияси мусбат, чунки унинг тезлиги вектори X ўқ билан бир хил йўналган. Бу проекция + 60 км/соат га тенг. Иккинчи автомобиль тезлигининг v_2 проекцияси манфий, чунки унинг тезлиги вектори X ўқнинг мусбат йўналишига қарама-қарши йўналган, шунинг учун $v_2 = -90$ км/соат. Бинобарин,

$$x_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{соат}} \cdot 0.5 \text{ соат} = 30 \text{ км}$$

$$x_1 = 90 \frac{\text{км}}{\text{соат}} \cdot 0.5 \text{ соат} = -45 \text{ км}$$

Автомобиллар орасидаги l масофа улар координаталарининг айирмасига тенг: $l = x_1 - x_2 = 30 \text{ км} - (-45 \text{ км}) = 75 \text{ км}$.

2- масала. Бир-бирига перпендикуляр бўлган икки йўлда икки автомобиль бу йўллар кесишган чорраҳага томон йўналншда ҳаракат қиляпти. $v_1=40 \text{ км/соат}$ тезлик билан ҳаракат қилаётган биринчи автомобиль бирор пайтда чорраҳадан 400 м масофада эди. Худди уша пайтда иккинчи автомобиль чорраҳадан 700 м масофада эди. Агар иккала автомобиль чорраҳага бир пайтда етиб келса, иккинчи автомобиль қандай тезлик билан ҳаракат қилган?



27-расм

Ечилиши. Чорраҳани координаталар боши деб олиб, координата ўқларини йўллар бўйлаб йўналтирамиз (26- расм). Биринчи автомобиль X ўқ бўйлаб, иккин-чиси Y ўқ бўйлаб ҳаракат қилади. Шунинг учун биринчи автомобиль ҳаракатланганда унинг фақат x координатаси ўзгаради:

$$x = x_0 + v_1 t,$$

иккинчи автомобиль ҳаракатланганда унинг фақат y координатаси ўзгаради:

$$y = y_0 + v_2 t$$

Автомобиллар учрашган пайтга мос келадиган $t = t_0$ пайтда уларнинг координаталари нолга тенг. Бинобарин,

$$0 = x_0 + v_1 t_0,$$

$$0 = y_0 + v_2 t_0$$

Биринчи тенгламадан t_0 ни топамиз:

$$t_0 = -\frac{x_0}{v_1}$$

энди унинг бу қийматини иккинчи тенгламага қўямиз. У ҳолда

$$0 = y_0 - \frac{v_2}{v_1} x_0$$

тенглама ҳосил бўлади. Бундан

$$v_2 = v_1 \frac{y_0}{x_0}$$

Биринчи автомобилнинг бошланғич координатаси манфий: $x_0 = -400$ м, унинг тезлигининг X ўқдаги проекцияси мусбат $v_1 = +40$ км/соат. Иккинчи автомобилнинг бошланғич y_0 координатаси мусбат бўлиб, $+700$ м га тенг. Бинобарин.

$$v_2 = -40 \frac{\text{км}}{\text{соат}} \cdot \frac{700 \text{ м}}{400 \text{ м}} = -70 \frac{\text{км}}{\text{соат}}$$

«Минус» ишора иккинчи автомобилнинг Y ўқ йўналишига тескари йўналишда ҳаракат қилаётганини билдиради.

- 1-масалада ҳисоблаб топилган l миқдорни вектор деб бўладими?
2. Тўғри чизиқли ҳаракатдаги кўчиш билан босиб ўтилган йўл орасидаги фарқ нимада?

3. $v = \frac{s}{t}$ ва $\rho = \frac{p}{t}$ ифодалар билан аниқланадиган катталиклар орасидаги фарқни ва умумийлигини тушунтириб беринг.

4. Жисмнинг тезлиги билан унинг фазодаги вазиятининг ўзгариши орасида қандай боғланиш бор?

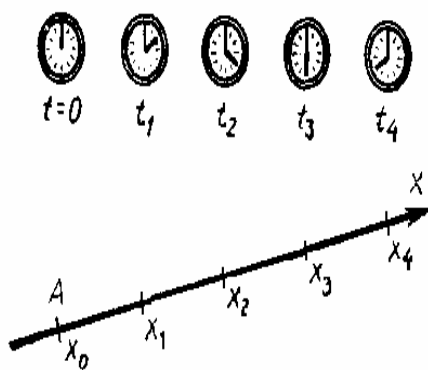
5. Бир группа саёҳатчилар абсолют қиймати ўзгармас бўлган 5 км/соат тезлик билан аввал 1 соат давомида шимолга қараб юриб, сўнгра $0,5$ соат

давомида шарққа қараб (шимолга томон кетган йўналишга 90° бурчак остида) юради ва ниҳоят, 1 соат 30 мин давомида жанубга қараб (180° бурчак остида) юради. Йўлнинг бу учала қисмини ўтиб бўлганда саёхатчилар қаерга бориб қолади? Саёхатчилар бошланғич жойига тўғри чизик бўйлаб қайтиб келишлари учун қанча вақт керак?

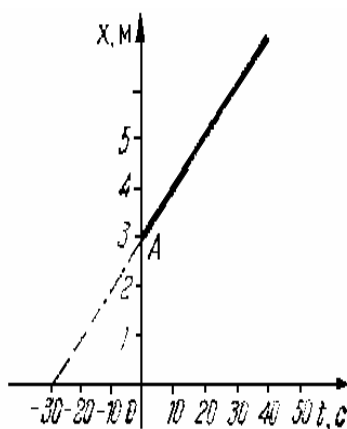
6. Автомобиль ҳайдовчи 30 км/соат тезлик билан юриб, манзилгача бўлган йўлнинг ярмини 2 соат ичида ўтди. Шундай вақт ичида манзилга етиб бориши ва орқага қайтиб келиши учун у ҳаракатини қандай тезлик билан давом эттириши керак?

4.3. Ҳаракатни график равишда тасвирлаш

Яққолроқ бўлиши учун ҳаракатни графиклар ёрдамида тавсифлаш мумкин. Агар горизонтал ўқ (абсциссалар ўқи) бўйлаб маълум масштабда вақт синови бошидан буён ўтган вақтни, вертикал ўқ (ординаталар ўқи) бўйлаб тегишли масштабда жисм координата-



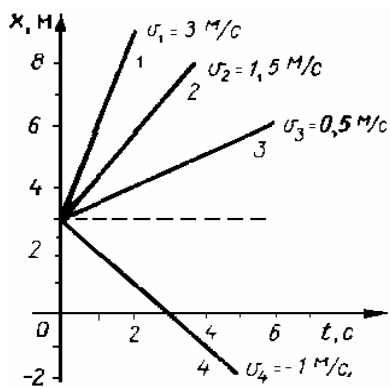
28- расм.



29- расм.

тасининг қийматларн қўйилса, ҳосил бўлган график жисм координатаси билан вақт орасидаги муносабатни ифодалайди (бу муносабат ҳаракат графиги деб ҳам аталади).

Жисм X ўқ бўйлаб (27- расм) текис ҳаракат қилаётгани бўлсин, деб фараз қилайлик. Демак жисмнинг x координатасигина ўзгаради. $t=0, t_1 = 10$ с, $t_2 = 20$ с, $t_3=30$ с ва хоказо пайтларда жисм



30- расм

ган тўғри чизикдан иборат. Бу эса координатанинг вақтга *чизиқли* равишда боғлиқ эканлигини билдиради.

Жисм координатаси билан вақт орасидаги муносабат графигини (28-расм) жисм ҳаракатининг траекторияси билан, яъни ўз ҳаракати давомида ҳамма нуқталарини жисм босиб ўтган тўғри чизик билан (27-расм) чалкаштириб юбориш ярамайди.

Жисм тўғри чизиқли ҳаракат қилган ҳолда ҳаракат графиклари механика масаласининг тўлиқ ечимини беради, чунки улар жисмнинг исталган пайтдаги вазиятини, шу жумладан, бошланғич пайтдан олдинги пайтлардаги (жисм вақт саноғи бошланишидан олдин ҳам ўша тезлик билан ҳаракатланаётган эди, деб фараз қилинганда) вазиятини ҳам топишга имкон беради. 28- расмда тасвирланган графикни вақт ўқининг мусбат йўналишига қарши бўлган томонга давом эттириб, биз, масалан, жисм *A* тага келишдан 30 с олдин координатанинг саноқ бошида ($x=0$) бўлганини топамиз.

Координатанинг вақтга боғланиш графикларининг кўринишига қараб ҳаракат тезлиги тўғрисида ҳам фикр юритиш мумкин. Равшанки, график қанча тик бўлса, яъни график билан вақтлар ўқи орасидаги бурчак қанча катта бўлса, тезлик шунча катта бўлади (бу бурчак қанча катта бўлса, координата айти бир вақт ичида шунча кўп ўзгаради).

29- расмда тезликлари ҳар хил бўлган ҳаракатларнинг бир нечта графиги кўрсатилган. 1, 2 ва 3 графиклар жисмларнинг X ўқ бўйлаб мусбат йўналишда ҳаракат қилишини кўрсатади. Ҳаракатининг графиги 4 тўғри чизик билан тасвирланган жисм X ўқнинг йўналишига қарама-қарши

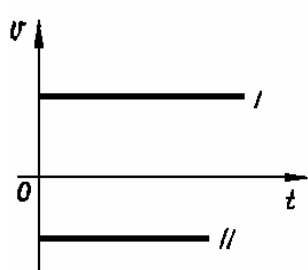
Кординаталари $x_0 = 3$ м (*A* нуқта), $x_1 = 4$ м, $x_2 = 5$ м ва ҳоказо бўлган нуқталарда бўлади.

Жисмнинг ҳаракат графигини ҳосил қилиш учун x нинг қийматларини вертикал ўқ бўйлаб, вақтнинг қийматларини горизонтал ўқ бўйлаб кўямиз. Бу ҳаракат графиги 28 - расмда кўрсатил-

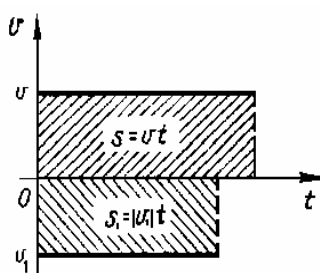
йўналишда ҳаракат қилади. Ҳаракат графикларидан ҳаракатланаётган жисмнинг исталган вақт ичидаги кўчишни ҳам топиш мумкин.

Масалан, 3 жисм 1 с билан 5 с орасидаги вақт ичида мусбат йўналишда абсолют қиймати 2 м га тенг бўлган миқдорда кучган, 4 жисм эса ўша вақт ичида манфий йўналишда абсолют қиймати 4 м га тенг бўлган миқдорда кучган.

Кўпинча ҳаракат графиклари билан бир қаторда тезлик графикларидан ҳам фойдаланилади. Тезлик графигини ҳосил қилиш учун координаталар ўқиға жисм тезлигининг проекцияси,



31- расм.



32- расм.

абедиссалар ўқиға аввалгича вақт қуйилади. Бундай графиклар вақт ўтиши билан тезликнинг қандай ўзгаришини, яъни тезликнинг вақтга қандай боғлиқ бўлишини кўрсатади. Тўғри чизиқли текис ҳаракатда бу «боғланиш» шундан иборат бўладики, тезлик вақт ўтиши билан ўзгармайди. Шунинг учун бу ҳолда тезлик графиги вақт ўқиға параллел бўлган тўғри чизиқдан иборат бўлади (30-расм). Бу расмдаги I график жисмнинг X ўқнинг мусбат йўналиши томонга ҳаракат қилишига тегишлидир. II график жисмнинг аввалгича қарама-қарши йўналишда ҳаракат қилишига тегишлидир (тезлик проекцияси манфий).

Тезлик графигига қараб ҳам жисмнинг маълум вақт ичидаги кўчишининг абсолют қийматини билиш мумкин. Кўчишининг абсолют қиймати штрихлаб қуйилган тўғри туртбурчакнинг юзига сон жиҳатдан тенг (32- расм): агар жисм мусбат йўналишда ҳаракат қилса, юқориги тўғри туртбурчакнинг юзига тенг, тескари йўналишда ҳаракат қилганда пастки тўғри туртбурчакнинг юзига тенг. Дарҳақиқат, тўғри туртбурчакнинг юзи

унинг томонлари кўпайтмасига тенг. Лекин томонлардан бири маълум масштабда i вақтга, иккинчиси эса v тезликка тенг. Уларнинг vt кўпайтмаси эса жисм кўчишининг абсолют қийматига роппа-роса тенг.

1. 29 - расмда пунктир билан тасвирланган график қандай ҳаракатга тегишли?

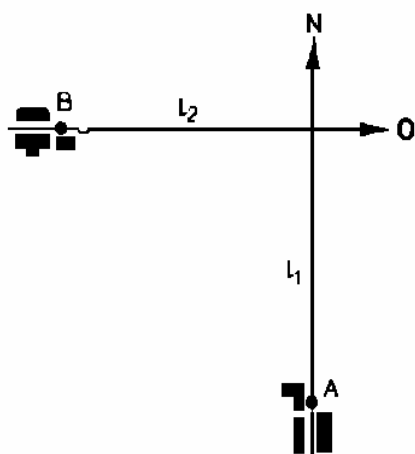
2. Графиклардан фойдаланиб (қ. 29-расм), $t = 3$ с бўлган пайтда 2 ва 4 жисмлар орасидаги масофани топинг.

3. 28- расмда тасвирланган графикдан жисм тезлигининг модули ва йўналишини аниқланг.

4.4. Ҳаракатнинг нисбийлиги

Биз кўрдикки, жисмнинг (нуқтанинг) фазодаги вазияти ҳамيشа санок жисми деб танлаб олинган қандайдир бир бошқа жисмга нисбатан берилади. Бунинг учун санок жисми орқали координата ўқлари ўтказилади. Бу санок жисмига координаталар системаси боғланган деб гапириш қабул қилинган.

Лекин санок жисми деб биз ҳар қандай жисмни олишимиз ва уларнинг ҳар бири билан ҳар хил координаталар системасини боғлашимиз мумкин. У ҳолда биз айна бир жисмнинг вазиятини



33-расм

бир вақтда турли хил координата системаларига нисбатан кўриб чиқишимиз мумкин. Равшанки, айна бир жисмнинг турли хил координата системаларидаги турли санок жисмларига нисбатан координаталари мутлақо ҳар хил бўлиши мумкин. Масалан, йўлдаги автомобилнинг вазиятини бу автомобиль аҳоли яшайди-

ган A пунктдан (32-расм) шимол томонда l_1 масофада турибди, деб кўрсатиб аниқлашимиз мумкин. Лекин автомобиль аҳоли яшайдиган B пунктдан шарқда l_2 масофада жойлашган, деб айтиш ҳам мумкин. Бу эса *жисмнинг вазияти нисбий* эканлигини билдиради: *жисмнинг вазияти турли санок жисмларига ва улар билан боғланган турли координата системаларига нисбатан турличадир.*

Лекин жисмнинг вазиятигина нисбий бўлиб қолмай, *унинг ҳаракати ҳам нисбийдир.* Ҳаракатнинг нисбийлиги нимадан иборат?

Дарёдан муз кучаётган вақтда умрида биринчи марта дарё соҳилига келиб қолган бола соҳилда туриб «Биз ниманинг устида кетяпмиз?» деб сўраб қолди. Равшанки, бу бола дарёда оқиб кетаётган муз парчасини санок жисми деб «олди». Соҳилга боғланган санок системасига нисбатан тинч туриб, бола ўзи «танлаб олган» санок системасига, яъни оқиб кетаётган муз парчасига нисбатан соҳил билан бирга ҳаракат қилди.

Амалда айтилган бир жисмнинг ҳаракатини *ўзлари бир-бирига нисбатан ҳаракат қилувчи* турли хил санок жисмларига нисбатан текширишга кўп тўғри келади. Масалан, артиллериячи снаряднинг замбарак қимирламай турган ерга нисбатан қандай ҳаракат қилишинигина эмас, балки у ўққа тутаётган ва Ерга нисбатан ҳаракатланаётган танкка нисбатан ҳам қандай ҳаракат қилишини билиши муҳимдир; учувчи самолётнинг Ерга нисбатан ҳаракати билан ҳам, ўзи ҳаракатланадиган ҳавога нисбатан ҳаракати билан ҳам қизиқади ва хоказо.

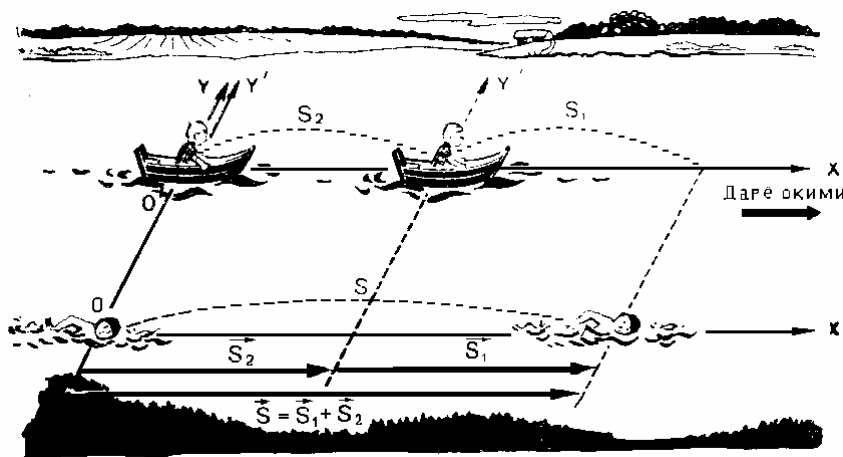
Айтилган бир жисмнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланувчи турли санок жисмларига нисбатан қиладиган ҳаракатлари бир-биридан кўп фарқ қилиши мумкин. Бу жисмнинг траекториялари ҳам, ҳаракат тезликлари ҳам турлича бўлиши мумкин.

Айтилган бир жисмнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланувчи иккита санок жисмига нисбатан қиладиган ҳаракатларини кўриб чиқамиз. Содда бўлсин

учун санок жисмнннг бири қимирламайди, иккинчиси эса биринчисига нисбатан тўғри чизикли текис ҳаракат қилади, деб ҳисоблаймиз.

Оддийгина бир мисол. Бир киши қўл ва оёқларини қимирлатиб бирор ўзгармас тезлик билан дарёнинг оқими йўналишида сузиб кетаётир (агар қўл ва оёқларини қимирлатмаганида эди у сувда ётган ва сувга нисбатан тинч ҳолатда булар эди). Кўзғалмас санок жисми деб соҳилни, ҳаракатланувчи санок жисми деб дарё сувини оламиз.

Сузувчи соҳилга нисбатан ва сувга нисбатан қандай ҳаракат қилади? Сузувчининг ҳаракатини икки киши кўзатиб турибди, деб фараз қилайлик: кузатувчилардан бири соҳилда, иккинчиси эса дарё оқими томон эшқаксиз сузиб кетаётган қайиқда турибди. Қайиқ сувга нисбатан тинч туради, соҳилга нисбатан эса дарё сувининг тезлигига тенг тезлик билан текис илгариланма ҳаракат қилади.



34- расм.

Соҳилдаги кузатувчи турган O нуқта орқали фикран X ва Y координата ўқларини ўтказамиз, бунда X ўқни дарё оқими бўйлаб йўналтирамиз (33-расм). Қайиққа (сувга) ҳам биз $X'O'Y'$ координаталар системасини боғлаймиз, унинг X' ва Y' ўқларн X ва Y ўқларга параллел.

Сузувчининг айна бир t вақт ичида бу икки санок системасига нисбатан кўчишини топамиз.

Қайиқдаги кузатувчи t вақт ўтганда сузувчининг унга нисбатан s , миқдорда кўчганини қайд қилади. Бу кўчишни вақтга бўлиб, у сузувчининг v_1 тезлигини топади:

$$v_1 = \frac{s_1}{t}$$

(v_1 - сузувчининг сувга (қайиққа) нисбатан тезлиги, яъни ҳаракатланувчи $X'O'U$ координаталар системасидаги тезлиги). Соҳилда турган кузатувчи ўша t вақт ичида сузувчининг кучиши s га тенг бўлганини, қайиқнинг соҳилга нисбатан кўчиши эса S_2 га тенг эканини қайд қилади. 33-расмдан кўриниб турибдики, сузувчининг соҳилга нисбатан кўчиши, яъни XOY координаталар системасидаги s кўчиши иккала кўчишнинг йиғиндисига тенг:

$$s = s_1 + s_2$$

Соҳилда турган кузатувчи s ни t га бўлиб, сузувчининг соҳилга нисбатан v тезлигини топади:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2}{t} = \frac{s_1}{t} + \frac{s_2}{t}$$

$\frac{s_1}{t}$ биринчи кўшилувчи - сузувчининг ҳаракатланувчи координаталар системасига (сувга ёки қайиқда) нисбатан тезлигидир. $\frac{s_2}{t}$ кўшилувчи эса қайиқнинг (дарё сувининг) кўзгалмас координаталар системасига (соҳилга) нисбатан тезлиги эканлиги равшандир.

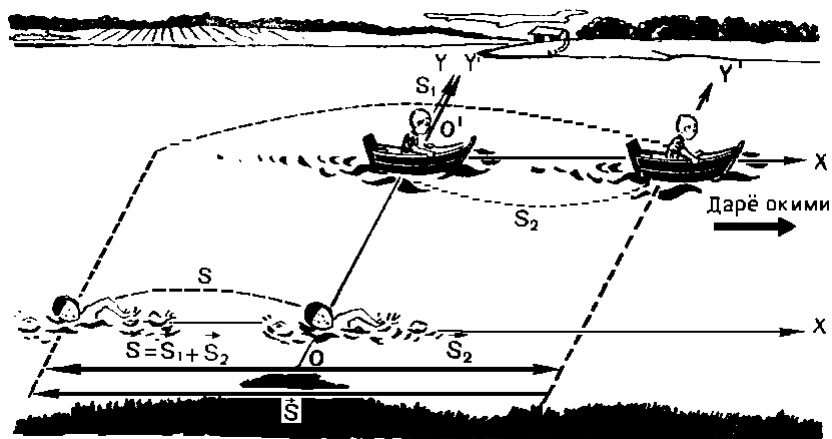
Бу тезликни v_2 билан белгилаймиз. Демак v_2 - ҳаракатланувчи координаталар системасининг кўзгалмас (тинч турган) координаталар системасига нисбатан тезлиги.

Бинобарин,

$$v = v_1 + v_2 \quad (1)$$

Бу формула тезликларни қўшиш формуласи деб аталади.

Сузувчи дарё оқимиға қарши сўзганда ҳам (34- расм) биз тезликларни қўшишнинг худди мана шундай формуласини ҳосил қилган булар эдик.



35- расм

Жисмнинг қўзғалмас координаталар системасига нисбатан қиладиган ҳаракати тезлиги иккита тезликнинг: жисмнинг ҳаракатланувчи координаталар системасига нисбатан тезлиги билан ҳаракатланувчи системанинг қўзғалмас системага нисбатан тезлигининг геометрик йиғиндисига тенг.

Жисмнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланувчи турли санок системаларига нисбатан тезликлари ҳар хил бўлишини кўриб турибмиз. Ҳаракатнинг нисбийлиги мана шу орқали намоён бўлади.

Биз кўриб ўтган мисолда ҳаракатланувчи жисм (сузувчи) ва ҳаракатланувчи координаталар системаси (қайиқ ёки сув) бир тўғри чизик, яъни X ўқ бўйлаб ҳаракатланади. Шунинг учун v , v_1 ва v_2 векторлар ўрнига биз уларнинг l ўқдаги проекцияларидан фойдаланамиз. У ҳолда тезликларни кушиш формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$v = v_1 + v_2. \quad (2)$$

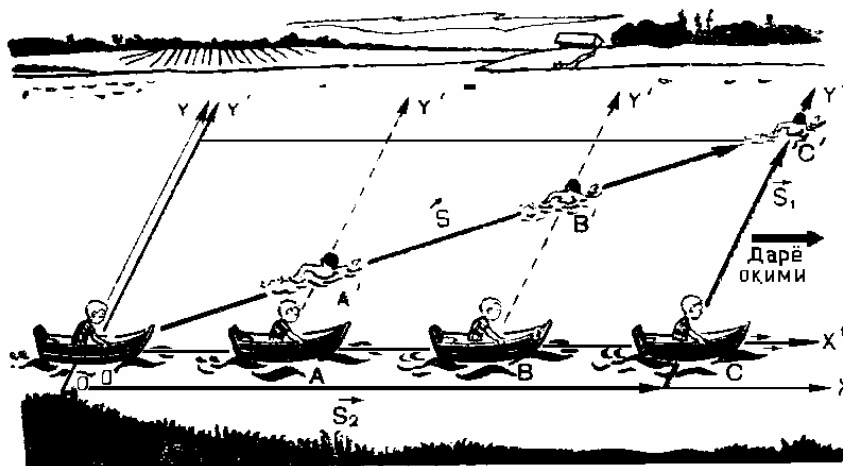
Бу формуладаги v , v_x ва v_2 катталиклар v , v_x ва v_2 векторларнинг X ўққа нисбатан йўналишлари қандай бўлишига қараб, мусбат бўлиши ҳам, манфий бўлиши ҳам мумкин.

Бир координаталар системасида ҳаракатланаётган жисм бошқа системага нисбатан тинч турадиган ҳол ҳам бўлиши мумкин. Агар ўша сузувчи қўл ва оёқларини қимирлатишни тухтатиб қуйиб, сувда қимирламай ётса, бу сузувчи қайиқа нисбатан тинч турган булар, соҳилга нисбатан эса дарё оқимининг тезлиги билан ҳаракат қилган булар эди. Аксинча, агар

сузувчи оқим тезлигига тенг тезлик билан оқимга қарши йўналишда сузганда эди, у соҳилга нисбатан тинч турган, сувга нисбатан эса $v_1 = -v_2$ тезлик билан ҳаракат қилган булар эди. Бинобарин, ҳаракатгина эмас, балки тинчлик ҳам нисбийдир. Агар жисм бирор координаталар системасига нисбатан тинч турса, у ҳолда ҳамيشа шундай координаталар системаларини топиш мумкинки, жисм уларга нисбатан ҳаракат қилади. Бу эса абсолют тинч турадиган жисмлар йўқ эканлигини билдиради. Ҳаракат ҳамма жисмларга ва умуман, табиатда мавжуд бўлган ҳамма нарсага, яъни бутун моддий оламга хосдир.

Ҳаракатланувчи жисмнинг ва ҳаракатланувчи координаталар системасининг тезликлари бундан олдинги параграфда кўриб ўтилган мисолдаги каби грамм вақт ҳам айна бир тўғри чизиқ бўйлаб йўналган бўлавермайди.

Ўша сузувчи дарёнинг бир соҳилидан иккинчи соҳилига сузиб ўтмоқчи бўлсин, бунда у ҳамма вақт оқимга, яъни X ўққа перпендикуляр йўналишда ҳаракатланиши керак (35- расм). Сузувчини аввалгича текис ҳаракат қилади деб ҳисоблаймиз.



36- расм.

Бу ҳаракат қайиқдаги кузатувчига (ҳаракатланувчи $X'O'Y'$ координаталар системасига нисбатан) қандай кўринади ва соҳилдаги кузатувчига (қўзғалмас XOY координаталар системасига нисбатан) қандай кўринади?

Қайикдаги кузатувчи сузувчининг U ўқ бўйлаб ҳаракатланиб ўзидан хашиша ўзоқлашаётганини кўради. Қайикдаги кузатувчи A нуқтада бўлганида ҳам, B нуқтада бўлганида ҳам ва ҳар қандай бошқа нуқтада бўлганида ҳам шу ҳолни кўради. Қайик C нуқтага келгунча ўтган t вақтдан кейин сузувчи $\vec{s}_1 = \vec{v}C'$ га кўчиб, нариги соҳилдаги C' нуқтага бориб қолади (қ 35- расм), Қайикдаги кезатувчи \vec{s}_2 кўчиши t вақтга бўлиб, сузувчининг ҳаракатланувчи $X'O'U$ координаталар системасига нисбатан \vec{v}_1 тезлигини топади:

$$\vec{v}_1 = \frac{\vec{s}_1}{t}$$

Бу тезлик U' ўқ бўйлаб йўналган.

Дарёни сузиб ўтаётган сузувчининг ҳаракати соҳилда турган кузатувчига бутунлай бошқача кўринадн. Бу кузатувчи учун U ўқ ҳам кучади. Соҳилда турган кўзатувчининг координаталар системасида сузувчининг ўша t вақт ичидаги кўчиши йўналишли $\vec{O'C'} = \vec{s}$ кесма билан, қайикнинг кўчиши эоа $\vec{OC} = \vec{s}_2$ кесма (35-расм) билан тасвирланади. Сузувчини дарё оқим бўйича пастга суриб кетди. 35- расмдан кўриниб турибдики, \vec{s} кўчиш сузувчининг ҳаракатланувчи $X'O'U$ координаталар системасига нисбатан s , кўчиши билан $X'O'U$ системанинг кўзғалмас XOY системага нисбатан \vec{s}_2 кўчишининг геометрик йиғиндисига тенг. Бинобарин, ҳозир ҳам олдинги параграфда кўриб ўтилган мисолдагидек, $\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$

Сузувчининг XOY системага нисбатан \vec{v} тезлиги қуйидагнга тенг:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1 + \vec{s}_2}{t} = \frac{\vec{s}_1}{t} + \frac{\vec{s}_2}{t}$$

яъни

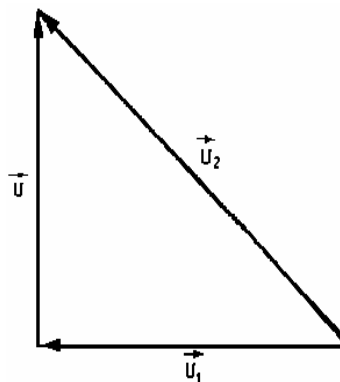
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2,$$

Тезликларни қўшиш қойдаси аввалгича қолганлигнни кўриб турибмиз. Лекин бу ерда тезликларни алгебраик равишда қўшиш тўғри эмас, чунки v_x ва v_y векторлар бир-бирига параллел эмас.

Биз кўриб ўтган мисолда турли координата системаларида сузувчининг ҳаракат тезликларигина эмас, балки траекториялари ҳам турличадир. Агар

кайикдаги кузатувчига сузувчининг ҳаракат траекторияси *дарё оқимига перпендикуляр бўлган тўғри чизиқ* бўлиб кўринса, соҳилда турган кузатувчига сузувчининг траекторияси *оқим йўналишига бирор бурчакка (90° га тенг бўлмаган) оғман бўлган тўғри чизиқ* бўлиб кўринади. Бу ҳам ҳаракатнинг нисбийлигининг намоён бўлишидир: бир-бирига нисбатан ҳаракатланувчи

турли хил координата системаларида ҳаракат траекториялари ҳам турлича бўлади. Масалан. Сузувчи дарёни соҳилга (оқимга эмас!) перпендикуляр равишда сузиб ўтган. Оқим тезлиги 2 км/соат, дарёнинг эни 100 м. Агар сузувчи дарёни 4 мин ичида сузиб ўтган



37-расм

бўлса, у сувга нисбатан қандай тезлик билан сузган?

Е ч и л и ш и. Сузувчининг соадога нисбатан v тезлиги оқимнинг тезлиги билан сузувчининг сувга нисбатан тезлигининг геометрик йиғиндисига тенг (36- расм), \vec{v} векторнинг абсалют қиймати қуйидагига тенг:

$$\frac{100}{4} \frac{м}{мин} = 25 \frac{м}{мин} = 1,5 \frac{км}{соат}$$

Расмдан кўриниб турибдики,

$$v_2^2 = v_1^2 + v^2$$

Биобарин,

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + v^2}$$

$$v_2 = \sqrt{1,5^2 + 2^2} \frac{км}{соат} = 2,5 \frac{км}{соат}$$

1. Ҳаракатнинг нисбийлиги нимадан иборат?
2. Сузувчи тўғрисидаги мисолда дарё суви ва соҳил сузувчига нисбатан қандай ҳаракат қилади?
3. Самолёт двигатели унга ҳавога нисбатан 900 км/соат тезлик юради. Ҳаракат йўналишида 50 км/соат тезлик билан шамол эсганда самолёт Ерга

нисбатан қандай тезлик билан ҳаракат қилади? Худди шундай шамол ҳаракатга қарши йўналишда эсганда-чи?

4. Ўзаро перпендикуляр бўлган икки тош йўлда тезликлари мос сакрашда 54 км/соат ва 72 км/соат бўлган юк автомашинаси ва вития автомашина текис ҳаракат қилмоқда. Автомобиллар чорраҳада учрашганидан кейин 10 мин ўтганда бир-биридан қандай масофада бўлади?

5. Дарёнинг оқими дарёдан сузиб ўтишга ёрдам қиладими ёки ҳалақит берадими? Оқим дарёни энг қисқа йул билан сузиб ўтишга, ёрдам қиладими ёки ҳалақит берадими?

6. Самолёт Москвадан кутарилиб, компасга қараб шимолга томон 8 км баландликда $u = 720$ км/соат тезлик билан учиб боряпти. Агар учиш давомида 10 м/с тезликда ғарбий шамол эсиб турган бўлса, учганига 2 соат бўлганда самолётнинг аэропортга нисбатан координаталари нимага тенг бўлади?

10. Узунлик ва вақтнинг ўлчов бирликлари. Бирликлар системаси тўғрисида тушунча ҳаракат тўғрисида шу чокқача берилган маълумотлардан ҳаракатни ўрганишда энг камида икки катталиқни: кўчиш ва вақтни аниқлаш керак эканлиги тушунарли бўлиб қолади.

Кўчиш узунликлари, вақт оралиқлари каби бирор сонлар билан ифодаланади. Бу сонлар ўлчаш натижасида топилади.

Катталиқни ўлчаш - уни ўлчов бирлиги сифатида шартли равишда қабул қилинган ва u билан бир жинсли бўлган катталиқка бирор усул билан таққослаш демакдир.

Масалан, мактаб коридорининг узунлигини қадам узунлиги билан солиштириб ўлчаш мумкии. Коридор узунлиш неча қадам чиқишини санаб чиқиб, биз коридорнинг узунлиги қадам узунлигидан қанча марта катта эканлигини билиб оламиз. Бу сон (неча марта катта эканлигини кўрсатадиган сон) коридор узунлигини қадам ҳисобида ифодалайди.

Бинобарин, энг аввал улчанаётган катталиқнинг бирлигини танлаб олиш зарур. Бу бирликни мутлақо ихтиёрий равишда танлаб олиш мумкин.

Масалан, узунликни ўлчаш учун ҳар хил замонларда турли мамлакатларда жуда хилма-хил birlikлар ишлатилган. Қадам узунлиги ҳам, киши оёғининг узунлиги ҳам, тирсакдан ўртанча бармоқ учигача бўлган масофа ҳам, пиёда кишининг бир кунда юрадиган йўли ва шу қабилар узунлик бирлиги сифатида ишлатилган. Биз А.С. Грибоедовнинг «Ақллилик балоси» комедиясидаги

Пойтахтларга бу жанобларнинг бир снаряд йўлича яқин келишлари» тақиқлардим сатрларни ўқиганимизда комедиядаги Фамусов бу ерда узунлик бирлиги сифатида тупдан отилган снаряд учиб борадиган масофадан фойдаланганлигини тушунамиз: қадим замонларда ҳарбий кишилар узунликнинг бундай ўзига хос бирлигини ишлатишни яхши кўришган.

Ҳозирги вақтда узунликнинг ҳамма мамлакатлар учун ягона бўлган бирлиги - метр (м) қабул қилинган.

1 метр - платина ва иридий қотишмасидан махсус шаклда тайёрланган аперженга чизилган иккичи чизиқча ўртасидаги масофадир.

Узунлик эталони деб аталувчи бу метр Францияда ўлчов ва тарозиларнинг халқаро бюросида сақланади. Бошқа мамлакатларда бу эталоннинг жуда аниқ қилиб ясалган нусхалари бор. Одатда, узунлик ўлчанадиган чизғич шаклидаги сон-саноксиз метрларнинг узунлиги ўша нусхаларга қараб аниқланади.

Узунликнинг асосий бирлиги бўлмиш метрдан ташқари, ундан 10, 100, 1000 ва хоказо марта катта ёки кичик бўлган birlikлар (километр, сантиметр, миллиметр, микрометр) кенг қўлланилади.

Вақт бирлигини ҳам ихтиёрий равишда танлаб олиш мумкин. Лекин вақт эталонини бирор буюм кўринишида, масалан, чизғич шаклидаги метр кўринишида яшаш мумкин эмаслиги тушунарлидир. *Мунтазам равишда такрорланувчи бирор процесснинг давом этиш вақти қатъий доимий бўлса, у вақт эталони бўлиб хизмат қилиши керак* ҳозирги вақтда бундай процесс сифатида Ернинг 1 Қуёш атрофидаги ҳаракати танлаб олинган: Ер Қуёш атрофида бир йилда бир марта айланиб чиқади. Лекин вақт бирлиги қилиб

Йил эмас, балки бу вақт оралиғининг маълум бир қисми — секунд (с) қабул қилинади: 1 йил = 31556925,9747 с (жуда тахминий ҳисоблар учун 1 йил = л · 10⁷ с деб ҳисоблаш мумкин).

Турмушда ва техникада кўпинча вақтнинг минут (мин) ва соат деб аталадиган бошқа бирликларн ишлатилади: 1 мин=60с ва 1 соат=3600 с.

Биз узунлик ва вақтдан ташқари, тезлик деб аталувчп яна бир катталиқ билан иш кўрдик. Унинг учун ҳам махсус бирлик танлаш керакми?

Бунинг учун махсус бирлик танламаса ҳам булар экан, чунки бизга маълум бўлишича, тезлик узунлик ва вақтга қуйидаги формула билан боғланган:

$$v = \frac{s}{t}$$

Бу формуладан кўришиб турибдики, агар бирор жисм 1 с ичида 1 м га кучса, жисмнинг тезлиги бир бирликка (1-1 тенг бўлиб қолади. Бундай ҳаракатшшг тезлигини тезлик бирлиги қилиб олиш мумкин.

Тезлик бирлиги қилиб шундай тўғри чизиқли текис ҳаракатнинг тезлиги қабул қилинадикки» бу ҳаракатда жисм 1 с ичида 1 м га кучади.

Масалан, ҳажмни ўлчашда ҳам махсус бирлик танланмайди, чунки ҳажм узунликка боғлиқ ва ҳажмий куб метр ҳисобида ўлчаш мумкин. Қандай ҳолларда махсус улчов бирлиги танлаш керак қандай ҳолларда керак эмас?

Физикавий катталиқлар орасида маълум бир боғланишлар булади, чунки табиатдаги барча ходисалар бир-бирига бирор тарзда боғлиқ. Катталиқлар орасидаги боғланишлар математикавий формулалар тарзида ифодаланади. Уша формулаларнинг ўзи физикавий катталиқларнинг ўлчов бирликларини ҳам бир-бирига боғлайди. Шунинг учун бир катталиқнинг ўлчов бирлигини бошқа катталиқларнинг ўлчов бирликлари орқали ифодалаш мумкин.

Бир нечтагина катталиқ танлаболиш (улар асосий катталиқлар дейилади) ва улар учун улчов бирликларини ихтиёрий равишда белгилаш мумкин. Қолган барча катталиқларнинг (ҳосилавий катталиқларнинг)

бирликларини бу катталикларни асосий катталикларга боғловчи математикавий формулаларга қараб аниқлаш мумкин.

Барча физикавий катталиклар учун шу тариқа аниқланган бирликлар тўплами бирликлар системаси деб аталади.

Бирликлар системалари турли хил бўлиши мумкин. Улар асосий катталиклар сифатида қандай физикавий катталиклар танланганига, асосий катталикларнинг ўлчов бирликлари қандай ҳам боғлиқ бўлади.

Ҳозирги вақтда Халқаро бирликлар системаси қилинган (қисқача СИ билан белгиланади - русча Система Интернациональная сўзларидан олинган). Бу система етита асосий катталик асосида тузилган бўлиб, булар жумласига узунлик ва вақт киради. СИ системасида узунлик бирлиги - метр, вақт бирлиги - секунд. СИ системасига асос қилиб олинган асосий катталикларнинг қолганлари билан, уларининг ўлчов бирликлари билан биз кейинчалик танишамиз.

Физикада СИ системасидан ташқари, бирликларнинг қисқача СГС (сантиметр, грамм, секунд) билан белгиланадиган бошқа системасидан ҳам фойдаланилади. Бирликларнинг бу системасида ҳам узунлик ва вақт асосий катталиклар жумласига киради. Лекин бунда узунлик бирлиги қилиб метр эмас, балки сантиметр қилинган (Узунлик ва вақт бирликлари тўғрисидаги мукамал маълумотни муқованинг ички томонидан қараб олинг.)

Биз юқорида берган тезлик бирлигининг таърифи (1 м/с), равшанки, СИ системасига тегишлидир. СГС системасида тезлик бирлиги 1 см/с бўлади.

4.5. Бобнинг асосий мазмуни

Жисмларнинг (моддий нуқталарнинг) механикавий ҳаракати жисмнинг бошқа, жисмларга нисбатан тутган вазияти, координатаси вақт ўтиши билан ўзгаришидан иборат.

Жисмнинг исталган пайтдаги координаталарини топиш учун унинг бошланғич координаталарини ва кўчиш векторини билиш керак. Жисм координатасининг ўзгариши кўчиш векторнинг координаталар ўқидаги проекциясига тенг.

Ҳаракатнинг энг оддий тури - тўғри чизиqli текис ҳаракатдир. Бундай ҳаракатда фақат битта координатами аниқлаш керак чунки координаталар ўқини жисм ҳаракат қилаётгани томонга йўналтириш мумкин. Жисмнинг (моддий нуқтанинг) исталган t пайтдаги x координатасини

$$x = x_0 + vt$$

формула билан ҳисоблаб чиқариш мумкин, бу ерда x_0 - жисмнинг бошланғич координатаси, v - унинг тезлиги векторининг X ўқдаги проекцияси. Бу формулага қараб ҳисоб қилшида унга кирган катталикларнинг ишораси масаланинг шарти билан аниқланади.

Ҳар қандаи ҳаракат нисбийдир. Демак жисмнинг бир-бирига нисбатан ҳаракат қилувчи координата системаларига нисбатан кучиши ва тезлиги турлича бўлади.

Тинчлик ҳам нисбийдир. Агар жисм бирор координаталар системасига нисбатан тинч турса, бошқа санок системаларига нисбатан ҳаракат қилади.

Исаак Ньютоннинг яратган қонунлари ҳам биомеханика фанининг ривожланишига катта ҳисса қўшди. Олимнинг олиб борган амалий тажрибалари асосида инсоннинг ҳаракатлари билан таққосланиб ундаги куч, тезланиш, тезлик, ҳаракатларни юкори даражаларини ҳисоблаб аниқлашда жуда қўл келади.

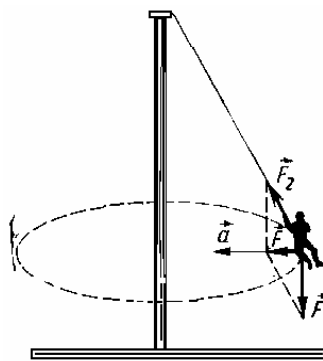
Шу муносабат билан ушбу асосий қонунларни келтириб ўтамиз.

4.6. Ньютоннинг иккинчи қонуни

Ньютоннинг иккинчи қонунидан жисмга таъсир этувчи кучлар унинг тезланишини белгилаши, яъни жисм ҳаракатининг тезлигини эмас, балки тезлигининг ўзгаришини белгилаши келиб чиқади. Буни тушуниб олиш жуда муҳим. Шунинг учун тезланиш йўналиши таъсир этувчи куч йўналиши билан ҳамиша бир хил бўлади. Тезлик йўналиши ва бинобарин, кўчиш йўналиши таъсир этувчи куч йўналиши билан бир хил бўлмаслиги ҳам мумкин. Масалан, куч вақт жисм ҳаракатининг тезлигига перпендикуляр равишда йўналган бўлиши мумкин. Бу ҳолда жисм айлана бўйлаб ҳаракаланади, тезланиш эса, худди куч каби, ҳаракатланувчи жисмдан марказга томон ўтказилган радиус бўйлаб йўналади. Марказдан кўчирма машинада жисм эластиклик кучи таъсири остида ана шундай ҳаракат қилди.

Агар жисм битта эмас, балки бир нечта жисм билан ўзаро таъсирлашса, у ҳолда жисмга битта эмас, балки бир нечта куч таъсир қилади, шу билан бирга, кучлар ўзлари таъсир этаётган жисмга тезланиш беришида бир-бирига «ҳалақит» бермайди.

Шунинг учун жисмга ҳаммаси биргаликда таъсир этувчи кучлар берадиган тезланиш барча бу кучлар-нинг йиғиндисига тенг бўлган битта куч берадиган тезланиш каби бўлади.



38-расм

Куч вектор катталиқ бўлгани учун барча кучларнинг йиғиндисиди

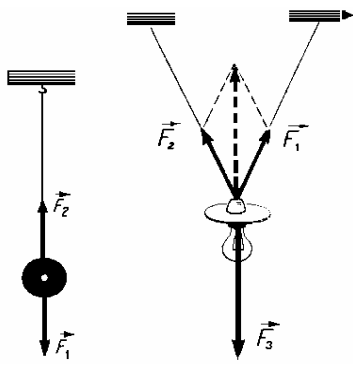
деганда геометрик йиғиндини тушунмоқ керак. Бундай йиғинди жисмга қуйилган барча кучларнинг тенг таъсир этувчиси деб аталади. Ньютоннинг иккинчи қонунини ифодаловчи $\vec{F} = m\vec{a}$ формулада ҳам \vec{F} ўрнида жисмга таъсир этувчи ҳамма кучларнинг тенг таъсир этувчисини тушунмоқ керак

Оддий бир мисол келтирамиз. «Катта қадамлар» деб ном олган арғимчоқда учаётган кишига бирданга икки куч таъсир қилади (86-расм). Ер томонидан таъсир қилувчи пастга қараб йўналган F_1 куч, арқон томонидан таъсир қилиб арқоннинг ўзи бўйлаб йўналган F_2 куч. Бу икки куч таъсири остида киши арқон боғланган устун атрофида айлана бўйлаб ҳаракат қилади. Демак, тезланиш \vec{F}_1 ёки \vec{F}_2 кучлар бўйлаб эмас, балки айлананинг марказига томон йўналган. \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 кучларнинг геометрик йиғиндисига тенг бўлган F куч ҳам айлана марказига томон йўналганлиги расмдан кўриниб турибди. Бинобарин, арғимчоқда учаётган киши ўзига қуйилган \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 кучлар таъсири остида гуё уларнинг тенг таъсир этувчиси бўлган атиги битта

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

куч таъсир этаётганидек ҳаракат қилади.

Жисмга таъсир этувчи кучларнинг сектор йиғиндисиди нолга тенг бўлиши ҳам мумкин. У ҳолда жисмнинг тезланиши ҳам нолга тенг бўлади ва жисм тинч туради ёки тўғри чизиqli текис ҳаракат қилади. Мазкур жисмга бир қанча жисмнинг кўрсатадиган таъсирларининг компенсация-



39-расм

ланиши тўғрисида гапирганимизда биз худди мана шу ҳолни назарда тутган эдик. Биз уша жойда кўрган шнурга осилган шарча мисолида компенсация шундан иборатки, шнур ва Ернинг шарчага таъсир этадиган кучлари йўналиши жиҳати-

дан қарама-қарши ва абсолют қиймат жиҳатидан тенг ($F_1 = -F_2$), шунинг учун уларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг (87-расм).

Жисмга (фонарга) таъсир этувчи иккита эмас, балки учта: F_1 , F_2 ва F_3 кучларнинг тенг таъсир этувчиси, яъни геометрик йиғиндиси нолга тенг бўлган ҳол 88- расмда кўрсатилган.

Энди биз куч тушунчасидан фойдаланиб, Ньютоннинг биринчи қонунини бошқача таърифлай оламиз.

Шундай санок системалари мавжудки, жисмга таъсир этувчи барча кучларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг бўлса, жисм бу санок системаларига нисбатан тўғри чизиқли текис ҳаракат қилади ёки тинч туради.

Кучнинг қандай бирликлар билан ўлчаниши Ньютоннинг иккинчи қонунини ифодаловчи $F = ma$ формуладан кўриниб турибди. *Куч массаси бирга тенг бўлган жисмга таъсир қилганида бу жисмга бирга тенг бўлган тезланиш берса, бу куч бирга тенг бўлади.*

СИ системасида куч бирлиги қилиб 1 кг массага 1 м/с² тезланиш берадиган куч қабул қилинади. Бу бирлик ньютон (қисқачаси: Н) деб аталади;

$$1\text{Н} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

СГС системасида куч бирлиги қилиб ньютондан 10^5 марта кичик бўлган куч олиниади, Бу куч массаси 1 г бўлган жисмга 1 см/с^2 тезланиш беради. Кучнинг бу бирлиги дина деб аталади:

$$1 \text{ Н} = 10^5 \text{ дина.}$$

Масалан, массаси 1 кг бўлган жисмга Ер сиртига яқин жойларда таъсир этувчи оғирлик кучи қуйидагига тенг:

$$F = 1 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9,8 \text{ Н} = 9,8 \cdot 10^5 \text{ дина.}$$

1. Куч нима?
2. Жисмнинг унга таъсир этувчи куч таъсирида ҳосил бўлган тезланиши қандай йўналади?
3. Кучлар таъсири остида бўлган жисм тезланишсиз ҳаракат қила оладими? Тинч тура оладими?
4. Куч тушунчасидан фойдаланиб, Ньютоннинг биринчи қонунини таърифланг.
5. Ньютондан кўп йиллар олдин улуғ италян рассоми ва олими Леонардо да Винчи қуйидаги фикрни айтган: «Агар куч жисмни маълум вақт ичида маълум бир масофага кўчирса, ўша куч ўшандай жисмнинг ярмини ўшандай масофага икки марта қисқа вақт ичида кўчиради». Бу даъво тўғрими ёки нотўғрими?
6. Жисмнинг тезлиги унга таъсир этувчи куч билангина аниқланади, деган даъво тўғрими?
7. Жисмнинг кўчиши унга таъсир этувчи куч билангина аниқланади, деган даъво тўғрими?
8. Ҳамма вақт жисм унга таъсир этувчи куч йўналгаи томонга ҳаракат қилади, деган даъво тўғрими?
9. Массаси $1,5 \cdot 10^3$ кг бўлган жисм ўзгармас 50 м/с - тезланиш билан ҳаракат қилади. Жисмга бундай тезланиш берадиган кучнинг қийматини топинг.

10. Айлана бўйлаб ҳаракат қилаётган жисмга таъсир этаётган куч қандай йўналади? Агар жисмга таъсир этувчи кучларнинг йиғиндиси нолга тенг бўлса, жисм айлана бўйлаб ҳаракат қила оладими?

11. Жисм бирор ўзгармас тезлик билан қаракат қилмоқда. Бу жисмга абсолют қийматлари тенг ва қарама-қарши йўналган икки куч қуйилгандан кейин бу жисм қандай ҳаракат қилади?

Кучларни улчаш. Динамометр

Куч механикадаги энг муҳим катталиклар жумласига киради. Чунки массаси m бўлган жисмга таъсир этувчи F кучнинг қийматини билган ҳолда жисмнинг a тезланишини

$$a = \frac{F}{m}$$

формуладан ҳисоблаб топинг мумкин. Жисмнинг тезланиши эса шундай катталиқки, бусиз механиканинг асосий масаласини ҳал қилиб бўлмайди. Лекин кучнинг қийматини билиш учун уни улчаш керак

Жисмга таъсир этаётган кучни ҳандай қилиб ўлчаш мумкин?

Ер сиртига яқин жойларда ҳар қандай жисмга Ер томонидан таъсир қиладиган оғирлик кучини қандай ўлчаганимизни эсга олайлик.

Бу мақсадда жисм вертикал жойлашган пружинага осилган. Пружина шундай узунликда чўзилганки, унда пружинанинг ўқи бўйлаб юқорига йўналган $F_{эл}$ эластиклик кучи F оғирлик кучини мувозанатлаган:

$$F_{эл} = -F$$

Чўзилган пружинанинг жисмга таъсир қиладиган F_M кучи эса маълум бўлган (90-бетда марказдан қочирма машина билан ўтказилган тажрибага қаранг).

Шундай қилиб, биз массаси m бўлган жисмга таъсир этувчи оғирлик кучи mg га тенг эканлигини топдик. Демак оғирлик кучини ўлчаш уни олдиндан маълум бўлган куч билан мувозанатлашдан иборат бўлди.

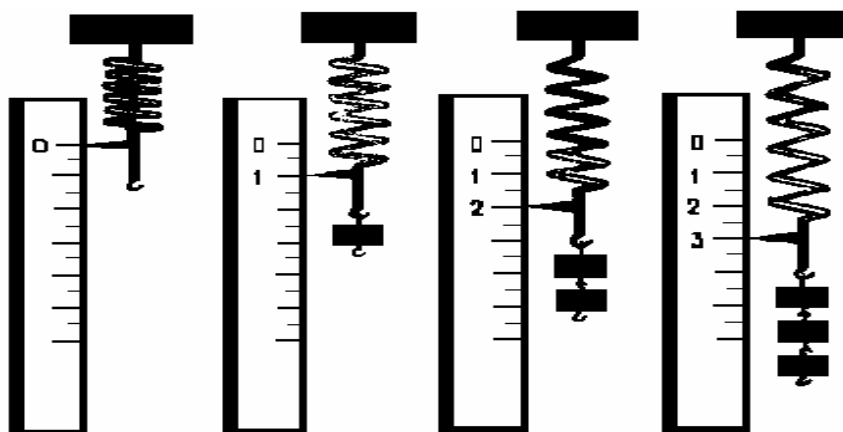
Ҳар қандай жисмга таъсир этувчи исталган бошқа кучни худди шу усул билан ўлчаш мумкин. Бу кучни ўша жисмнинг ўзига қуйилган маълум куч билан мувозанатлаш керак.

Кучларни ўлчаш учун пружина, айниқса хулай бўлишининг сабаби шундаки, у маълум узунликка чўзилганда (ёки сиқилганда) ҳамма жисмларга айти бир куч билан таъсир қилади. Ундан ташқари, пружинани ҳар хил узунликда чўзиб, айти бир пружина ёрдамида ҳар хил кучлар ҳосил қилиш мумкин.

Кучларни улчаш учун пружинадан фойдаланиш мақсадида унинг ҳар хил чўзилишларидаги эластиклик кучлари қийматларини олдиндан аниқлаб қўйиш керак. Бошқача сўз билан айтганда, пружинанинг эластиклик кучи унинг ўзайишига қандай боғлиқ эканлигини аниқлаш керак. Бунинг учун яна марказдан қочирма машинадан фойдаланиш мумкин эди. Бунда маълум бўлган жисм бириктирилган пружинани машинага қўйиш ва айланиш тезлиги ҳар хил бўлганда пружинанинг ўзайишини ўлчаш мумкин эди.

Лекин жисмга таъсир этаётган оғирлик кучининг қиймати маълум бўлган ҳозирги ҳолда мазкур пружинанинг турлича ўзайишларига қандай эластиклик кучлари мос келишини соддароқ усул билан аниқлаш мумкин.

Бунинг учун вертикал жойлаштирилган пружинага массаларни ҳар хил бўлган жисмлар осилиши ва ҳар гал пружинанинг ўзайишини шкала (89- расм) ёрдамида улчаш керак. Дарҳақиқат, массаси m бўлган жисмга абсолют қиймати $m|g|$ га тенг бўлган оғирлик кучи таъсир қилишини биз биламиз. Жисм пружинага осилган ҳолда тинч турса, бу оғирлик кучи пружинанинг эластиклик кучи билан мувозанатланган бўлади. Бинобарин, пружинанинг эластиклик кучи ҳам абсолют қиймати жиҳатидан $m|g|$ га тенг.



40 расм.

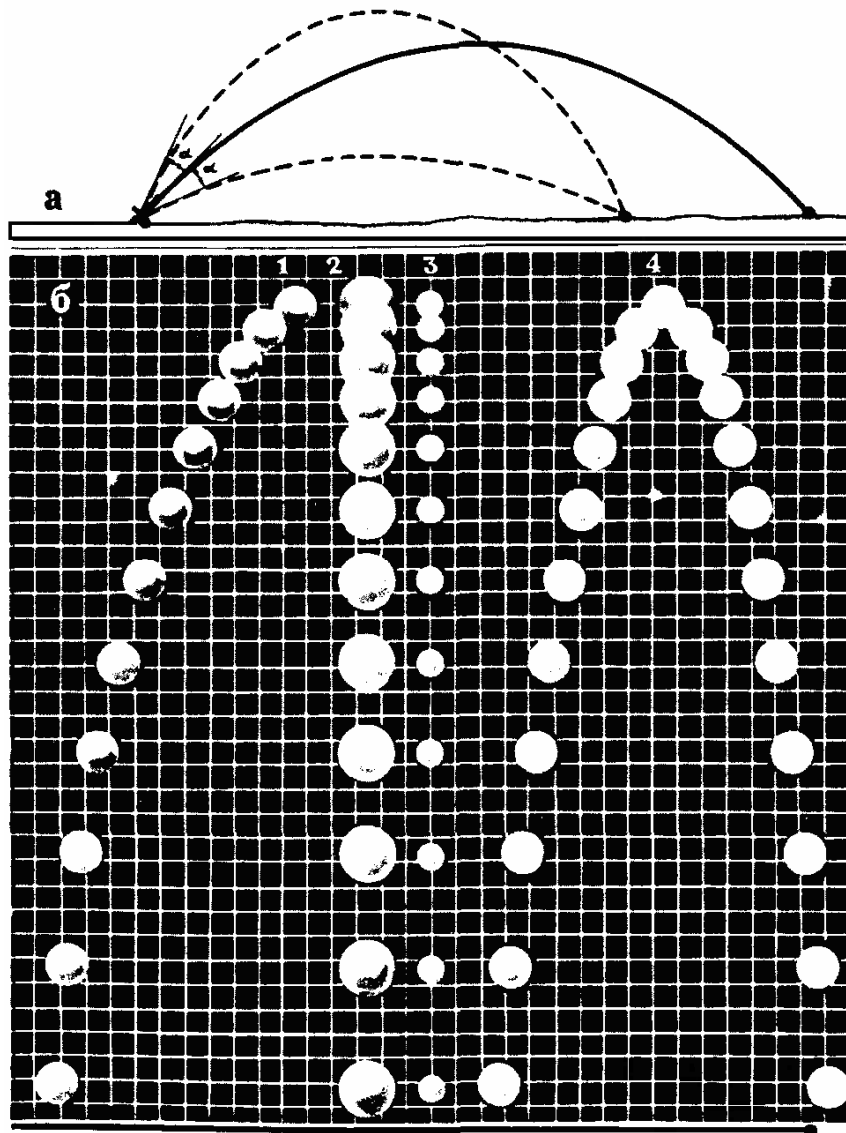
Пружина ўзайишининг унга осилган жисмга таъсир этувчи оғирлик кучига қандай боғлиқ эканлигини ана шундай қилиб аниқлаш мумкин. Агар шкала бўлинмалари тўғрисида пружинанинг эластиклик кучи қийматларини Ньютон ҳисобида кўрсатадиган сонлар ёзиб чиқилса, пружина даражаланган

бўлади. Даражаланган бундай пружина турли хил кучларни ўлчашга яроқли асбобдир. Бу асбоб пружинали динамометр (куч-ўлчагич) деб аталади

Тажриба кўрсатадики, пружинанинг узайишлари унча катта бўлмаганда пружинанинг эластиклик кучи билан ўзайиши ўртасида чизиқли боғланиш бор.

Бу боғланиши XVII асрдаёқ инглиз физиги Р. Гук аниқлаган ва у Гук қонуни деб аталади.

Эластиклик кучи пружинаинг ўзайишига пропорционалдир.



41-расм

