УДК: 371.3:53

Омаралиева Зумират Исмайыловна, к.п.н., доц.,
E-mail zumirat.omaralieva@mail.ru
Сапарбек уулу Медербек, Мырзараимова Турсунай,
Абдижамбил кызы Акдана магистранттар,
Ош мамлекеттик университети

ӨЛЧӨӨЛӨРДҮН ЖАНА ЭСЕПТӨӨЛӨРДҮН ТАКТЫГЫ (ФИЗИКАНЫН МИСАЛЫНДА)

Чоңдукту өлчөө – өлчөнүүчү чоңдуктун бул чоңдук менен бир тектүү болгон жана өлчөөнүн бирдиги үчүн кабыл алынган чоңдуктан канча эсе чоңдугун же кичинелигин билүү болот. Айрым чоңдуктар түздөн-түз өлчөнөрү каралган. Ар бир өлчөөдөгү кокустук каталыктарды жоюунун мүмкүнчүлүгү жок. Бирок чоңдукту кайсы бир жолку өлчөөдө алынган натыйжа бул чоңдуктун чыныгы маанисинен чоң болуп калса, анда ал чоңдукту кийинки өлчөөлөрдүн биринин натыйжасы чыныгы мааниден кичине болуп чыгары шексиздиги каралган. Табигый илимдер айлампасында практикалык сабак – теориялык билимдерди бекемдөө, толуктоодо базасын түзөт.

Ачкыч сөздөр: анықтык даражасы, кокустук каталар, абсолюттук каталык , математикалык маятник

Омаралиева Зумират Исмайыловна, п.и.к., доц.,
Сапарбек уулу Медербек, Мырзараимова Турсунай,
Абдижамбил кызы Акдана, магистранты,
Ошский государственный университет

ТОЧНОСТЬЮ ИЗМЕРЕНИЕ И ВЫЧИСЛЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ ФИЗИКИ)

Измерить физическую величину абсолютно точно не возможно, так как всякое измерение связонной физической величиной определенной функциональной зависимост. Практикая физика - эта форма обучения направлена на практическое освоение и закрепление теоретического материала, изложенного на лекциях. Рекомендуется использовать практические занятия при освоении базовых дисциплин профессионального цикла.

Ключовые слова:математический маятник, уточнение, внезапные ошибки, абсолютные ошибки

Omaralieva Zumirat Ismayylovna, C.P.S., assoc., prof.,
Saparbek uulu Mederbek, Myrzaraimova Tursunai,
Abdijambil kizi Akdana, graduate students,
Osh State University

PRECISION MEASUREMENT AND COMPUTATION (FOR EXAMPLE PHYSICS)

It is absolutely impossible to Measure a physical quantity, since any measurement of a certain functional dependence of a physical quantity. Practice physics - this form of training is aimed at the practical development and consolidation of the theoretical material presented at the lectures. It is recommended to use practical training in the development of basic disciplines of the professional cycle.

Key words:mathematical pendulum, refinement, sudden errors, absolute errors

Физика илиминин максаты-жаратылыштын закон ченемдүүлүктөрүн ачып, аны адамдын кызыкчылыгы үчүн пайдалануу.

Адам баласы өзүнүн күндөлүк турмушунда ар кандай нерселерди, алардын байланыштарын, аракеттешүүлөрүн кездештирет. Алардын элесинен жөнөкөйлөштүрүлгөн модель түзүлөт. Модель аркылуу кубулуштун биз үчүн зарыл болгон жактарын үйрөнөбүз.

Азыркы илимий – техникалык прогресстин доорунда ар бир инженер физикалык закондорду терең өздөштүрүүсү зарыл. Анткени өндүрүштүн, айыл-чарбанын кайсы тармагында болбосун колдонулуп жаткан машиналардын механизмдердин иштөө принциптери физиканын закон ченемдүүлүктөрүнө негизделген. Башка илимдерге салыштырганда физиканын орду техникада өзгөчө мааниге ээ. Мисалы, тартуу законунун, энергия жана импульстун сакталуу закондорунун объективдүүлүгү, ракеталардын траекторияларын эсептеп, космос кемелеринин учурулушу, түзүлгөн расписаниелерге ылайык транспорт машиналарынын кыймылы, техникалык конструкцияларда жана курулуштарда тең салмактуулук шарттарын иш жүзүндө колдонуу, гидроэлектр станциялардын плотиналары ж.б.

Лабораториялык иштерди аткаруу – заттардын түрдүү физикалык касиеттерин өз алдынча изилдөө, табиятта жана күндөлүк турмушта кездешүүчү көптөгөн кубулуштарды жөнөкөйлөштүрүп окуп үйрөнүү, теориялык билимди текшерип бекемдөө, кесиптик чеберчилигин калыптандыруу багытындагы студенттердин көп кырдуу иш аракеттеринин эң маанилүү этабы болуп эсептелет. Ошондуктан аны даярдап аткарууга, жүрүп жаткан процессти максаттуу башкарууга, өлчөөлөрдүн жүрүшүндө орун алуучу каталыктарды азайтууга, коопсуздук техникасынын эрежелеринин сакталышына өзгөчө көңүл буруу зарыл.

Чоңдукту өлчөө – өлчөнүүчү чоңдуктун бул чоңдук менен бир тектүү болгон жана өлчөөнүн бирдиги үчүн кабыл алынган чоңдуктан канча эсе чоңдугун же кичинелигин билүү болот. Айрым чоңдуктар түздөн-түз өлчөнөт мисалы, узундукту масштабдуу сызгыч менен өлчөө, ал эми массаны таразада тартуу мүмкүн. Бирок көпчүлүк учурларда изилденип жаткан чоңдук эмес, аны менен белгилүү байланышта болгон башка чоңдуктар өлчөнөт, бул байланыш үйрөнүлүп жаткан кубулуштун закондорунан келтирилип чыгарылат. Мисалы, телонун эркин түшүү ылдамдануусун аныктоодо универсалдык маятниктин жардамы менен маятниктин термелүү мезгили (термелүүлөрдүн санын, убактты өлчөө аркылуу жана узундугун өлчөө менен) аныкталат[5].

Мына ошентип, көпчүлүк учурларда аныкталып жаткан чоңдукту өлчөө үчүн үйрөнүлүп жаткан физикалык кубулушту бул чоңдук менен биргеликте мүнөздөөчү башка бир канча жардамчы чоңдуктарды түздөн-түз өлчөө керек. Мындай учурларда өлчөнүшү зарыл болгон чоңдуктарды колдонмодо көрсөтүлгөн белгилүү тартип боюнча өлчөөгө болот. Физикада өлчөө иштерин жүргүзүүдө көбүнчө үч удаалаш операция аткарылат: аспапты туура орнотуу, байкоо жана эсептөө операциялары.

Биз колдонгон өлчөөчү аспаптардын өлчөө тактыгынын жана биздин сезүү органдарыбыздын сезүү жөндөмдүүлүктөрүнүн чектелгендигинен ар кандай өлчөөнүн натыйжалары белгилүү бир даражада гана анык болот. Ошондуктан өлчөөнүн натыйжалары бизге өлчөнүп жаткан чоңдуктун чыныгы маанисин эмес, анын жакындаштырылган маанисин гана берет. Өлчөө өлчөөнүн бирдигинин кандай эң кичине үлүшүнчө ишеничтүү аткарылган болсо, анда ошондой үлүш өлчөөнүн натыйжасынын *аныктык даражасы* болот. Эң акыркы натыйжаны аныктыгын ашыруу үчүн, ар кандай физикалык өлчөөнү бир жолу эмес, тажрыйба жүргүзүлүп жаткан шартты өзгөртпөй туруп, бир канча жолу кайталоо зарыл. Себеби өлчөө иштерин

аткарууда (аспапты орнотууда, көзөмөлдөөдө, эсептөөдө) биз дайыма азбы-көпбү ката кетиребиз, бул каталар эки себептен болушу мүмкүн, ошондуктан аларды группага: *дайыма болуучу (системалык) каталарга* жана *кокустук каталарга* бөлөбүз. *Системалык каталар* өлчөөчү аспаптардын бузуктугунун, өлчөөнүн усулунун туура эместигинин же тажрыйбачынын катага жол койгондугунун натыйжасы болот. Өлчөөнү бир канча жолу кайталоо бул каталардын таасирин азайтпайт; бул каталарды жоюу үчүн өлчөөчү аспаптарды оңдоо, өлчөөнүн туура усулун колдонуу жана жумушту аткаруунун колдонмодо берилген эрежелерин так аткаруу керек.

Кокустук каталар алдын ала айтууга мүмкүн болбогон түрдүү себептерден келип чыгат. Мындай себептерге: тажрыйбачынын өлчөөлөр учурунда аспаптардын көрсөтүүлөрүн түрдүү кокустук окуялардын, мисалы, иш жайында жарыктаныштын өзгөрүшүнөн, чуунун ж.б. таасиринен так аныктай албаса, электрдик өлчөөлөрдө чынжырдагы токтун күчүнүн кокусунан өзгөрүшү ж.б.у.с. мисал болот. Бул себептердин таасиринен кайталап өлчөөлөрдүн натыйжалары бири-биринен айырмаланышат. Ар бир өлчөөдөгү кокустук каталыктарды жоюунун мүмкүнчүлүгү жок. Бирок чоңдукту кайсы бир жолку өлчөөдө алынган натыйжа бул чоңдуктун чыныгы маанисинен чоң болуп калса, анда ал чоңдукту кийинки өлчөөлөрдүн биринин натыйжасы чыныгы мааниден кичине болуп чыгары шексиз. Чындыгында, чыныгы мааниден эки жакка четтөөлөрдүн – чоңдукту өлчөөдө алынган натыйжанын, анын чыныгы маанисинен чоң же кичине болуп калуусунун ыктымалдуулуктары бири-бирине барабар. Ошондуктан берилген чоңдукту өлчөөнү көп жолу кайталап, кокустук каталардын өлчөөнүн натыйжасына таасирин азайтууга болот. Мындан чоңдукту көп жолу өлчөөнүн натыйжаларынын орточо арифметикалык мааниси ал чоңдуктун чыныгы маанисине жакын болорун түшүнүү мүмкүн[1;4].

Ыктымалдуулуктар теориясы айрым өлчөөлөрдүн натыйжаларынын орточо мааниден четтөөлөрүнө таянып, орточо маанинин ыктымалдуу катасын эсептөөгө мүмкүндүк берет. Бул маселенин чечилиши ыктымалдуулуктар теориясы курсунда толук окуп үйрөнүлөт. Ошондуктан биз студенттерге бир канча жолу кайталап өлчөөдөн алынган орточо натыйжанын каталыгын табуу үчүн зарыл болгон көрсөтүлмөлөрдү гана беребиз.

а) *Чоңдукту көп жолу кайталап өлчөөнүн натыйжаларынын орточо* арифметикалык маанисин табуу. Изилденүүчү чоңдуктун өлчөөлөрдөн алынган маанилери: $N_1;\ N_2;\ N_1;\ldots;\ N_n$ болсун дейли. Эгерде ал маанилери бири-бириненбир кыйла айырмаланышса, анда тажрыйбанын жүрүшүн анализдеп, жогорудагы айырмачылыктын келип чыгышына себепкер факторлордуаныктоого жана азайтууга аракет кылгыла, кийинки тажрыйбалардыжумушчу формула алынган шарттарга ылайык улантууга аракеттенгиле.Туура эмес жүргүзүлгөн тажрыйбадан алынган маалыматтарды таблицага кошпогула жана эсептөөлөргө пайдаланбагыла.

Анда бул чоңдуктун орточо маанисин эсептөө:

$$\overline{N}=\frac{N_1+N_2+N_3+\cdots+N_n}{n}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}N_i$$ мында n-өлчөөлөрдүн саны.

формуласы боюнча табылат. Чоңдуктун орточо мааниси-өлчөнүүчү чоңдуктардын маанилеринин чындыкка жакынкы суммасын, өлчөөлөрдүн санына болгон катышы.

б) *Абсолюттук каталык* N чоңдугунун тажрыйбада аныкталган N_1, N_2, N_3, ...$N_к$ маанилери бири-биринен айырмаланат. Бул маанилердин, ΔN_1, $N>N_i$, $N<N_i$ жана $N=N_i$ болгондуктан, $\Delta N_i>0$, $\Delta N_i<0$ жана $\Delta N_i=0$ болушу мүмкүн. Ошондуктан ΔN_iтин абсолюттук мааниси алынат (анткени, биздин бул айырмалардын белгиси эмес, алардын сан маанилери кызыктырат) жана ал абсолюттук каталык деп аталат. Анда айрым өлчөөлөрдүн абсолюттук каталыктарын эсептөө:

$$\overline{N}-N_1=\Delta N_1$$
$$\overline{N}-N_2=\Delta N_2;$$

$$\overline{N} - N_n = \Delta N_n \quad (1)$$

Абсолюттук катасы эң кичине болгон тажрыйба башкаларына салыштырмалуу так аткарылган деп эсептелет. Ал эми абсолюттук катасы чоң болгон өлчөөлөрдүн натыйжалары эсептөө учурунда калтырылып кетилет.

в) Өлчөөлөрдүн орточо абсолюттук катасы ал өлчөөлөрдүн абсолюттук каталарынын орточо арифметикалык маанисине барабар:

$$\Delta\overline{N} = \frac{|\Delta N_1| + |\Delta N_2| + \cdots + |\Delta N_n|}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|\Delta N_i| \quad (2)$$

Абсолюттук салыштырмалуу каталыкты эсептөө:

$$\sigma = \frac{\Delta\overline{N}}{\overline{N}} \ (2^{*}) \quad \text{же} \quad \sigma = \frac{\Delta\overline{N}}{\overline{N}} \cdot 100\% \ (2^{**})$$

процент менен туюндуруп эсептөөгө болот.

г) Чоңдуктун чыныгы мааниси анын тажрыйбада аныкталган орточо маанисинен айырмаланат, б.а.

$$N_{\text{чын}} = \overline{N} \pm \Delta\overline{N} \quad N_{\text{ист}} = N_{\text{чын}}$$

$$\overline{N} + \Delta\overline{N} \text{жана} \overline{N} - \Delta\overline{N}$$

$$\Delta N_6 = \pm 0{,}6745\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}|\Delta N_i|^2}{n^{(n-1)}}} \quad (3)$$

Бул формула өлчөнүп жаткан чоңдуктун чыныгы мааниси

$N - |\Delta N| < N_{\text{чын}} < N + |\Delta N|$ (4)

интервалда жатары көрүнүп турат.

Мисал, катары "Тоголонуп сүрүлүү коэффициентин аныктоо" аттуу лабораториялык ишти карайлы.

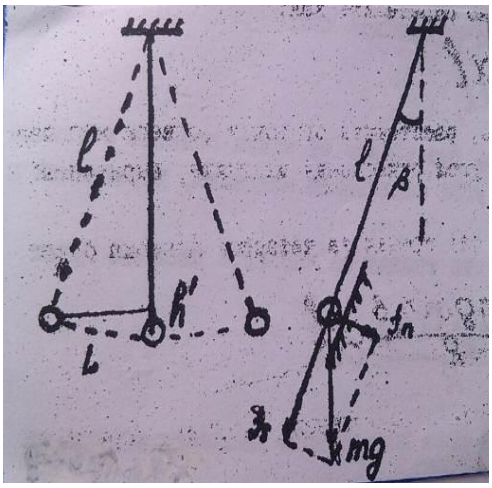
Жумуштун максаты: тоголонуудагы сүрүлүү коэффициентин, ал коэффициенттин заттардын жаратылышынан жана маятниктин жантаюу бурчтарынан көз карандылыгын аныктоо.

Кыскача теория боюнча, Жер бетиндеги кыймылдын болушу же алардын токтолушу сүрүлүү менен байланыштуу. Сүрүлүү болбосо имараттардын курулушу, кийим кечелердин тигилиши ж.б.у.с элестетүү кыйын. Тийишкен катуу телолордун ортосундагы сүрүлүү *сырткы (кургак) сүрүлүү деп аталат*, бир эле телонун бөлүктөрүнүн (же катмарларынын) арасындагы сүрүлүү *ички (суюктук) сүрүлүү деп аталат*. Мисалы суюктуктун же газдын катмарларынын ортосундагы сүрүлүү ички сүрүлүүгө кирет. Ички сүрүлүүнүн сырткы сүрүлүүдөн болгон айырмасы тынч абалдагы сүрүлүү болбойт.

Телолордун беттери бизге тегиз көрүнгөнү менен микроскопикалык өлчөмдөгү ойдуң–дөңсөөлөрдөн турат. Кыймыл учурунда алардын өз ара илиништери кыймылга тоскоолдук кылат. Кыймыл учурунда ойдуң–дөңсөөлөр талкаланып, алар кайра ойдуң – дөңсөөлөрдү жарата берет. Натыйжада телонун бети жешилет. Жешилүү механизмдердин кыймылдуу тетиктеринде алардын мөөнөтүнөн мурда иштен чыгышын алып келет. Жешилүүнү азайтуунун бир жолу ички сүрүлүүнү (сапаттуу майларды) пайдалануу болуп эсептелет.

Сүрүлүү күчүн азайтуунун дагы бир жолу тайгаланып сүрүлүүнү (шарикподшипниктер) тоголонуп сүрүлүү менен алмаштыруу. Тоголонуп сүрүлүү коэффициенти тайгаланып сүрүлүү коэффициентинен көп эсе кичине. Тоголонуп сүрүлүү коэффициенти Кулондун закону боюнча аныкталат:

$$F_{сүр} = k \cdot \frac{P_n}{r}$$



Мында r - тоголонуучу нерсенин радиусу, k - тоголонуп сүрүлүү коэффициенти.

Бул лабораториялык иште жантайыңкы абалга келтирилген математикалык маятниктен пайдаланабыз. Анын шариги термелүү кезинде пластина боюнча тоголонот. Бул үчүн пластинанын тегиздиги шариктин жибине параллель болуусу зарыл.

1. Маятниктин өз ара перпендикуляр эки тегиздиктеги абалдары көрсөтүлгөн. Мында a бурчу шариктин тең салмактуулук абалынан четтөөсүн, ал эми β бурчу маятниктин жантаюу бурчун мүнөздөйт.

Эгерде биз шарикти кичинекей a бурчуна кыйшайтып, коё берсек, ал термелүү кыймылына келет. Бирок, шарик ошол эле маалда пластинанын бети боюнча тоголонот. Тоголонуп сүрүлүү күчүнүн аракети астында термелүү тез эле өчөт.

Ар бир толук термелүүдөн кийин шариктин вертикал менен түзгөн a бурчту 1-сүрөт толук термелүү учурунда шарик басып өткөн жолдун төрттөн бир бөлүгүн L деп белгилейли (1-сүрөт). Ушул L участогундагы сүрүлүү күчүнө каршы аткарылган жумуш (шариктин энергиясы ушул жумушка сарпталгандыктан термелүү тез эле өчөт)

$$A^1 = F_{сүр} \cdot L \quad 4$$

Шариктин өткөн L жолун төмөнкүчө табууга болот:

$L = l\sin\alpha \approx L = a \cdot l$ 5, мында l - шарик илинген жиптин узундугу, ал эми a - шариктин вертикалдан болгон четтөөсү. Белгилей кетүүчү нерсе (5) формула так аткарылсын үчүн a бурчу радиан менен берилиш керек жана $\sin a \approx a$ шартын канаатандырышы зарыл. Башкача айтканда шарикти вертикалдан 5° – 6° ка чейин гана четтетүүгө болот. Аны чоң бурчка четтетүү өлчөөнүн тактыгын төмөндөтөт.

Анда мезгилдин төрттөн бир бөлүгүндө сүрүлүү күчүнө каршы аткарылган жумуш

$$A^1 = k \cdot \frac{mg\sin\beta}{R}$$

Толук бир термелүүдө аткарылган жумуш

$$A = 4 \cdot k \cdot \frac{mg\sin\beta}{R}$$

Бул жумуш шариктин потенциалдык энергиясынын эсебинен аткарылат. Шариктин a бурчуна четтетилген учурдагы жана тең салмактуулук абалга келген учурдагы бийиктиктеринин айырмасы

$h^1 = (l - l\cos a) \cdot \cos\beta = l(1 - \cos a)\cos\beta$. Тригонометриядагы

$\sin\frac{a}{2} = \sqrt{\frac{1-\cos a}{2}}$ формуласын эске алсак

$$h^1 = 2l \cdot \sin^2\frac{a}{2}\cos\beta \quad 6$$

Шариктин толук потенциалдык энергиясы

$$W_n = mgh^1 = mg \cdot 2l \sin^2 \frac{a}{2} \cos\beta \quad \text{же}$$

$$W_n = 2mgl \sin^2 \frac{a}{2} \cos\beta \qquad 7$$

Бир толук термелүүдөн кийинки a бурчу кичирейип a_1 маанисин алсын дейли. Анда потенциалдык энергия

$$W_n^1 = 2mgl \sin^2 \frac{a_1}{2} \cos\beta$$ болуп калат.

Потенциалдык энергиянын бир мезгил ичиндеги өзгөрүүсү ушул убакыт ичиндеги тоголонуп сүрүлүү күчүнүн жумушуна барабар:

$$\Delta W_n = A_{сүр} \quad \Delta W_n = 2mg(\sin^2 \frac{a}{2} - \sin^2 \frac{a_1}{2}) \cos\beta$$

$$2mg(\sin^2 \frac{a}{2} - \sin^2 \frac{a_1}{2}) \cos\beta = 4 \cdot k \frac{mg \sin\beta}{R} \cdot a \cdot l$$

$$2(\sin^2 \frac{a}{2} - \sin^2 \frac{a_1}{2}) \cos\beta = 4 \cdot k \frac{\sin\beta}{R} \cdot a \qquad 8$$

Акыркы формуланы маятник n жолу термелген учур үчүн жазсак

$$2(\sin^2 \frac{a}{2} - \sin^2 \frac{a_n}{2}) \cos\beta = 4 \cdot k \frac{\sin\beta}{R} \cdot \frac{a + a_n}{2} \cdot n \qquad 9$$

Радиан менен туюнтулган кичинекей бурчтар үчүн $\sin a \approx a$ шартын эске алсак, (9) формула төмөнкүдөй түргө келет:

Мындан $k = \dfrac{(a - a_n) R \cdot \cos\beta}{4 \cdot n \sin\beta}$ же $k = \dfrac{(a - a_n)}{4n} \cdot R \cdot ctg\beta$ 10

Берилген иште (10) - формуланы колдонуп тоголонуп сүрүлүү коэффициентин аныктайбыз. ФПМ-07 тибиндеги жантаюучу маятник, түрдүү заттардан жасалган шариктер жана пластинкалар (алюминий, жез, ж.б.) керек болот. 10-формула боюнча шариктин тоголонуудагы сүрүлүү коэффициентин эсептелинет. ОшМУнун жалпы физика жана физиканы окутуунун усулдугу (ФОУ) кафедрасындагы материалдык техникалык базанын негизинде *физикалык практикумдун* методикасында аны жүргүзүүнүн техникасында жеткиликтүү толук берилген [1;2].

Тактап айтканда көп жылдык тажрыйбадан төмөндөгүдөй тыянактар келип чыккан: болот менен жездин ортосундагы сүрүлүү коэффиценти $k = 0.4$ (чыныгы)таблицалык мааниси.

Чоңдуктун чыныгы мааниси анын тажрыйбада аныкталган орточо маанисинен айырмалангандыгы анализделди. Өлчөнүп жаткан чоңдуктун чыныгы мааниси **0,42-|0.02| <0,4$_{чын}$ <0,44+|0.02** интервалда жатары такталды.

Адабияттар:

1. 1.**Омаралиева З.И.** Физикалык практикум. Механика. [Текст] // Окуу колдонмо. Ош, 2019.-135 б.
2. **Черненко.В.П.** Лабораторные работы по механике, часть 1 учебно-методическое пособие. [Текст] // Ош, 1989 г.-74 с.
3. **Омаралиева З.И.** Компьютердик технологиянын негизинде физика мугалимдерин дифференцирлеп окутууга даярдоо. [Текст] / А.Ж. Эгемназарова // Окуу колдонмо. Ош, 2013.-87 б.
4. **Енехович А.С**. Справочник по физике и технике. [Текст] // Москва, 1989 г.-223 с.
5. **Сквайрс Дж.** Практическая физика. [Текст] // Москва -1971, 245с.