

ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASI
XALÍQ BILIMLENDIRIW MINISTRILIGI

*ÁJINIYAZ ATÍNDÁǴÍ NÓKIS MÁMLEKETLIK PEDAGOGIKALÍQ
INSTITUTI*

J. Jańabergenov, O. Yusupov, S. Tursınbaev

Fizikada ólshew úskeneleri
(Akademiyalıq licey hám kásip – óner kolledjleri talabaları ushın)
METODIKALÍQ QOLLANBA

NÓKIS-2017

Dúziwshiler: J. Janabergenov, O. Yusupov, S. Tursınbaev

Bul metodikalıq qollanba «Fizikada ólshew úskeneleri» atamada bolıp, akademiyalıq licey hám kásip – óner kolledjleri talabaları fizikalıq ólshewler, ólshew qátelikleri, ólshew dálligi mexanikalıq ólshew úskeneleri, basım hám temperaturanı ólshew, elektrlik ólshew úskeneler hám olardı paydalanıw usılların úyrenedi, onıń fizikalıq – matematikalıq tiykarı mexanika, molekulyar fizika, elektromagnetizm bolıp esaplanadı.

Metodikalıq qollanbadan Akademiyalıq licey hám kásip – óner kolledjleri talabaları paydalaniwları múmkin.

Juwaplı redaktor:

A. Kamalov – Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı «Fizikanı oqıtıw metodikası» kafedrası baslıǵı, fizika - matematika ilimleriniń doktori.

Pikir bildiriwshiler:

A. Atashov- Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı «Fizikanı oqıtıw metodikası» kafedrası docenti, fizika - matematika ilimleriniń kandidadı.

M. Sharibaev - Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universiteti «elektr energetikası» kafedrası docenti, fizika - matematika ilimleriniń kandidadı.

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutınıń oqıw – metodikalıq keńesiniń 2017 – jıl kúngi májilisi qararı menen baspaǵa usınıs etilgen (№ sanlı bayanlama).

KIRISIW

Talabalar²a bilim beriwde zamanagóy tálim texnólogiyalarınıń, hám kórgizbeli qurallardan paydalanıwdıń áhmiyeti haqqında sóz bar²anda Ózbekistan Respublikasınıń birinshi Prezidenti İ.A.Karimovtıń «Oqıw processine jańa xabar hám pedagogikalıq texnólogiyalardı keń qollaw, balalarımızdı jetik insanlar yetip tárbiyalawda tálim-tárbiya sistemasın sıpat jaǵınan pútkilley jańa basqıshqa kóteriw dıqqatımız orayında bolıwı zárúr» degen sózlerin aytıp ótiw orınlı.

Fizika eksperimental pán bol²anlıǵı sebepli ámeliyatta ólshewler alıp barıw²a tuwra keledi, sonlıqtan talabalardıń ólshew ásbap - úskeneleriniń dúzilisin biliw hám olar menen islewdi úyreniwge ayrıqsha itibar qaratıladı.

Bul jumıstıń birinshi bóliminde fizikalıq shamalar haqqında túsinik berilip, ólshewlerdiń usılları hám túrleri, ólshew qátelikleri haqqında maǵlıwmatlar, ólshew dálligin anıqlaw usılları keltirilgen. Úskene qáteligin anıqlan²annan soń isenim intervalın anıqlaw jolları kórip shıǵıl²an.

Ekinshi bóliminde fizikalıq ólshew úskenelerin qollanıw tarawları boyınsha mexanikalıq ólshew úskeneleri, basım hám temperaturanı ólshew úskeneleri hám olarda ólshew alıp barıw usılların úyreniw názerde tutıl²an.

Jumıstı akademiyalıq licey kásip - óner kolledjleri oqıtıwshılarına hám pedagogikalıq institut fizika - matematika baǵdarında bilim alıwshı talabalar²a metodikalıq qollanba sıpatında paydalanıw²a boladı.

I. Fizikalıq ólshepler hám onıń áhmiyeti

1.1. Fizikalıq shamalar haqqında túsinik

Átirapımızdaǵı turmısımızda bolıp atırǵan processler, waqıyalar, qubılıslarǵa bay bolıp, olardıń kóbirek bólegin sezbeymiz yamasa itibarǵa almaymız. Shetten qaraǵanda olardıń arasında baylanıslıq hám úzliksizlik barday sezilidi. Bazı-birewlerine kónligip ketkenbiz, anıq bir sóz benen aytqanıımızda, biraz qıynalıp qalamız. Házirgi sózimiz hámımız bilip-bilmeytuǵın, kórip-kórmeytuǵın hám sezip-sezbeytuǵın fizikalıq shamalar haqqında baradı.

Shamalardıń táriypin keltiriwden aldın olardıń mánisin túsindirip ketiwimiz kerek.

Átirapımızǵa bir názer taslań, hár qıylı predmetlerdi, janlı hám jansız predmetlerdi kóresiz. Bul sanap ótilgenler bir-birlerinen parq qılsa hám házirgi kóriwimiz kerek bolǵan qubılıslardan olardaǵı ulıwmalıqtı kóriwimiz múmkin. máselen, rushka, stol hám dostıńızdı alayıq. Bular bir-birinen qanshalıq ózgeshe bolmasın, lekin ózlerinde sonday bir ulıwmalıq bar, bul ulıwmalıq olardıń úshewide birdey xarakterlenedi. Egerde gáp olardıń úlken-kishiligi haqqında baratuǵın bolsa, qandayda bir baǵdar boyınsha alınǵan hám anıq shegaraǵa (aralıqqa) iye bolǵan ortalıqtı yamasa aralıqtı túsinemiz. Áne bul qubılıs úsh ob`ekt ushın birdey mániske iye. Bul mánis kóz-qarasınan alıp qaraytuǵın bolsaq, olar arasındaǵı parq tek shamasında bolıp qaladı. Yamasa awırlıq túsinigin, yaǵnıy mısıl retinde alınǵan ob`ektlerdiń jerge tartılıwın xarakterleytuǵın qásiyetin alatuǵın bolsaqta, mazmunınan birdeylikti kóremiz. Bunda olar arasındaǵı parq olardıń jerge tartılıw kúshiniń úlken yamasa

kishiliginde, yaǵnıy shamasına iye boladı. Biz bunı ápiwayı qılıp **awırılıq** dep atap qoyamız. Bul sıyaqlı qásiyetler talay bolıp, olarǵa **shama** atı berilgen.

Shamalar júdá kóp hám hár-qiyli, lekin olardıń barlıǵı hám eki tárip penen túsindiriledi. Bul sıpat hám muǵdar bolıp esaplanadı.

Sıpat xarakteristikası alınǵan shamalıń áhmiyetin, mazmunın ańlatatuǵın xarakteristika bolıp esaplanadı. Ga'p aralıq haqqında sóz etilgende tańlap alınǵan ob`ektin ólshemlerin, uzın-qısqaılıǵın yamasa biyik-tómenligin bildiriwshi qásiyetin túsinemiz. Buni ápiwayı bir tájiriybeden biliwimiz múmkin. Kóz aldınızǵa awırılıq hám temperaturalardı keltiriń. Olardıń sıpat xarakteristikaların seze aldınızba? Bir násege áhmiyet beriń, awırılıq degende qandayda bir jorımal, awır yamasa jeńil ob`ektti, kóbinshe, tárezi tasların kóz aldınızga keltirgensiz, temperatura haqqında gáp barǵanda, ıssı-suwıqlıqtı bildiriwshi bir náse dep bilgensiz. Áne usılar biz sizge túsindirmekshi bolǵan shamalıń sıpat xarakteristikası bolıp esaplanadı.

Endi alınǵan ob`ektlerde qandayda bir shama haqqında sóz etetuǵın bolsaq, bul ob`ektler ózinde bul shamalı kóp yamasa kem "birlestirilgenligin"in gúwası bolamız. Bul bolsa shamalıń muǵdar xarakteristikası boladı.

Mine endi shamalı táriypleymiz: ***Shama dep** - Sıpat jaǵınan kóplegen fizikalıq ob`ektlerge (fizikalıq sistemalarǵa, olardıń jaǵdaylarına hám olarda ótip atırǵan processlerge) salıstırǵanda ulıwma bolıp, muǵdar jaǵınan bolsa, hár bir ob`ekt ushın menshik bolǵan qubılısına aytamız*

Anıqlamada keltirilgen menshiklilik qandayda bir ob`ektin shaması ekinshisine salıstırǵanda belgili dárejede úlkenirek yamasa kishirek bolıwın kórsetedi.

Biz úyrenip atırǵan fizika pání áne usı shamalar menen baylanıslı bolǵanlıǵı sebepli, bunnan keyin ápiwayı "shama" dep ataymız. "Shama" atamasınan qubılıstıń tek muǵdar jaǵınan kórsetiw ushın paydalanıw tuwrı

emes (máselen, "massa úlkenligi", "basım úlkenligi" dep jazıw), sebebi bul qubılıslardıń ózi shama boladı. Bunda "shama ólshemi" degen atamanı isletiw durıs esaplanadı. Máselen, belgili deneniń uzınlıǵı, massası, elektr qarsılıǵı hám basqalar.

Hár bir fizikalıq ob`ekt bir qansha ob`ektiv qubılıslar menen súwretleniwı múmkin. Ilim-pán jetiskenligi hám rawajlanıwı menen bul qubılıslardı bilıw ushın talap artıp barmaqta. Házirge kelip zamanagóy ólshew quralları járdeminde 70 ten artıq shamanı ólshew imkaniyatı bar.

Kóbinshe shamanıń ornına parametr, sıpat kórsetkishi, xarakteristika degen atamalardı hám qollanıwına dush kelemiz, biraq bul atamalardıń barlıǵı mánisi boyınsha shamanı kórsetedi.

Belgili toparlardaǵı shamalardıń arasında óz-ara baylanıslılıq bar bolıp, onı fizika baylanıs teńlemeleri arqalı kórsetiw múmkin. Máselen, waqıt birligindegi ótilgen aralıq boyınsha tezlikti anıqlawımız múmkin. Mine usı baylanıslar tiykarında shamalardı eki toparǵa bólip kóríledi: tiykarǵı shamalar hám tuwındı shamalar.

Tiykarǵı shamalar dep, kórilip atırǵan sistemaǵa kiretuǵın hám shárt boyınsha sistemanıń basqa shamalarına qaraǵanda erkin qabıl etip alınatugın shamaǵa ayıladı. Máselen, aralıq (uzınlıq), waqıt, temperatura, jaqtılıq kúshleri.

Tuwındı shama dep, sistemaǵa kiretuǵın hám sistemanıń shamaları arqalı anıqlanatuǵın shamaǵa ayıladı. Máselen, tezlik, tezleniw, elektr qarsılıǵı.

Shamanıń ólshemi

Hár bir qubılıs kóp yamasa az dárejede ańlatılıwı, yaǵnıy muǵdar xarakteristikaǵa iye bolıwı múmkin eken, demek bul qubılıstı ólshew múmkin. Bul haqqında ullı italiyalı alım Galileo Galiley "Ólshew múmkin bolǵanın ólsheń, múmkin bolmaǵanına bolsa, imkaniyat jaratıń" degen edi.

Shamalardıń sıpat xarakteristikaların kórsetiwde ólshem birlikten paydalanamız.

Shamanıń ólshem birligi dep, usı shamanıń sistemadaǵı tiykarǵı shamalar menen baylanıslıǵın kórsetetuǵın hám proporcionallıq koefficienti 1ge teń bolǵan ańlatpaǵa ayıladı.

Shamalardıń ólshem birligin *dimension* - ólshem, ólshem birlik mánisin bildiretuǵın sózge tiykarlanǵan halda *dim* simvoli menen belgilenedi.

Ádette, tiykarǵı shamalardıń ólshem birligi sáykes halda bas háripler menen belgilenedi, máselen,

$$\dim l = L; \dim m = M; \dim t = T.$$

Juwmaqlawshı shamalardıń ólshem birligin anıqlawda tómendegilerge ámel etiw kerek:

1. Teńlemenıń on hám shep tárepleriniń ólshem birligi sáykes kelmewi múmkin emes, sebebi, tek birdey qubılıslar ǵana óz-ara salıstırılıwı múmkin. Bunnan juwmaqqa kelip aytatuǵın bolsaq, tek birdey ólshem birlikke iye bolǵan shamalardı ǵana algebralıq qosıwımız múmkin.

2. Ólshem birlikler algebralıq kóbeyedi, yaǵnıy tek ǵana kóbeytiw ámelinen ibarat.

2.1. Bir neshe shamanıń kóbeymesiniń ólshem birligi olardıń ólshem birlikleriniń kóbeymesine teń, yaǵnıy: A, B, C, Q shamalarınıń mánisleri arasındaǵı baylanıs $Q = ABC$ kóriniste berilgen bolsa, ol jaǵdayda

$$\dim Q = (\dim A)(\dim B)(\dim C).$$

2.2. Bir shamanı basqasına bóliwdeǵı qatnasınıń ólshem birligi olardıń ólshem birlikleriniń qatnasına teń, yaǵnıy $Q = A/B$ bolsa, bul jaǵdayda

$$\dim Q = \dim A / \dim B.$$

2.3. Dárejege kóteriw fizikalıq shamanıń ólshem birligi onıń ólshem birligin sol dárejege kótergenge teń, yaǵnıy, $Q = A^n$ bolsa, bul jaǵdayda,

$$\dim Q = \dim A^n.$$

máselen, eger tezlik $v = l/t$ bolsa, bul jaǵdayda

$$\dim v = \dim l / \dim t = L/T = LT^{-1}.$$

Solay etip, tuwındılı shamanıń ólshem birligin kórsetiwde tómendegi formuladan paydalanıwımız múmkin:

$$\dim Q = L^n M^m T^k \dots,$$

bunda, L, M, T..., - sáykes ráwishte tiykarǵı shamalardıń ólshem birligi;

n, m, k..., - ólshem birliktiń dáreje kórsetkishi.

Hár bir ólshem birliktiń dáreje kórsetkishi oń yamasa teris, pútin sanǵa teń bolıwı múmkin. Eger barlıq dáreje kórsetkishleri nólge teń bolsa, bul jaǵdayda bunday shama **ólshemsiz shama** dep ataladı. Bul shama bir atamadaǵı shamalardıń qatnası menen anıqlanatuǵın salıstırmalı (máselen, dielektrlik ótkizgishlik), logarifmlik (máselen, elektr quwatlılıǵı hám kernewiniń logarifmlik qatnası) bolıwı múmkin.

Ólshem birliklerdiń teoriyası ádette payda bolǵan mánis (formula)lerdi tez teksiriw ushın júdá qol keledi. Bazı bir waqıtta bolsa, bul tekseriw belgisiz bolǵan shamalardı tabıw imkaniyatın beredi.

Shamalardıń birlikleri

Belgili ob`ektti xarakterlewshi shama, sol ob`ekt ushın teyisli bolǵan muǵdarlıq xarakteristikasına iye eken, bul sıyaqlı ob`ektler óz-ara birgelikte kórilip atırǵanda tek mine sol muǵdarlıq xarakteristikalarına qarap parqlanadı. Bunıń ushın bolsa salıstırılıp atırǵanda ob`ektler aralıq qandayda bir tiykar bolıwı kerek. Bul tiykarǵa salıstırıw birligi dep ataydı. Mine sonday xarakteristikalar tiykarlarına shamanıń birligi dep atama berilgen.

Kórilip atırǵan fizikalıq ob`ekttiń ıqtıyarlı bir qubılısınıń muǵdarlıq xarakteristikası bolıp, onıń ólshemi xızmet etedi. Lekin "uzınlıq ólshemi",

"massa ólshemi", "sıpat kórsetkishiniń ólshemi" degennen kóre "uzınlıǵı", "massası", "sıpat kórsetkishi" sıyaqlı atamalardı isletiw hám leksikalıq jaǵınan hám texnikalıq jaǵınan orınlı boladı. Ólshem menen mánis túsiniklerin bir-birine almastırıw kerek emes. Máselen, 100 g, 10^5 mg, 10^{-4} t - bir ólshemdi 3 túrli kóriniste kórsetiliwi bolıp, ádette "massa ólsheminiń mánisi" demesten, "massası (...) kg" dep aytamız. Demek shamanıń mánisi degende onıń ólshemin belgili sanlı birliklerde kórsetiletuǵınlıǵın túsindiriwiwimiz kerek.

***Shamanıń ólshemi** – Ayırım alınǵan materiallıq ob`ekt, sistema, qubılıs yamasa processke tiyisli bolǵan shamanıń muǵdarı bolıp esaplanadı.*

***Shamanıń mánisi** – qabıl etilgen birliklerdiń belgili bir sanı menen shamanıń muǵdar xarakteristikasını anıqlaw.*

Mánistiń sanlar menen ańlatılǵan bólegin shamanıń sanlı mánisi dep ataladı. Sanlı mánis shamanıń ólshemi nólden qansha birlikke parqlanadı, yamasa ólshem birligi sıpatında alınǵan ólsheminen qansha birlik úlken (kishi) ekenligin bildiredi yamasa basqasha aytqanda Q úlken mánisi onı ólshem birliginiń ólshemi $[Q]$ hám sanlı mánisi q menen anıqlanadı degen mánini ańlawımız kerek:

$$Q = q[Q]. \quad (1.1)$$

Endi jáne shamanıń birligine qaytamız.

Eki túrli metall truba berilgen bolıp, biriniń diametri 1 m, ekinshisiniki 0,5 m. Olardıń ekewiniń diametri boyınsha salıstırıw ushın, belgili bir tiykar sıpatında alınǵan birlik mánisin alıwımız kerek boladı.

***Shamanıń birligi dep** - táriyplew boyınsha sanlı mánisi 1ge teń etip alınǵan shama túsindiriledi.*

Bul atama shamanıń mánisine kiretuǵın birlik ushın kóbeytiwshi sıpatında qollanıladı. Belgili shamanıń birlikleri óz-ara ólshemleri menen parqlanıwı

múmkín. Máselen, metr, fut hám dyuym uzınlıqtıń birlikleri bolıp, tómendegi hár qıylı ólshemlerge iye

1 fut = 0,3048 m, 1 dyuym = 25,4 mm.ge teń.

Shamanıń birligi shamanıń ózine uqsas tiykarǵı hám tuwındı birliklerge bólinedi:

Shamanıń tiykarǵı birligi dep birlikler sistemasındaǵı ıqtıyarıy ráwishte tańlanǵan tiykarǵı shamanıń birligine aytıladı.

Buǵan mısál etip, LMT - shamalar sistemasına tuwrı kelgen MKS birlikler sistemasında metr, kilogramm, sekund sıyaqlı tiykarǵı birliklerdi alıwımız múmkín.

Juwmaqlawshı birlik dep, berilgen birlikler sistemasınıń birliklerinen dúzilgen, sıpatlawshı teńleme tiykarında keltirip shıǵarıwshı tuwındı shamanıń birligine aytıladı.

Juwmaqlawshı birlikke mısál etip 1 m/s – xalıq aralıq birlikler sistemasındaǵı tezlik birligin yamasa 1 N sek/1 kg. m/s² kúsh birligin alıwımız múmkín.

Xalıq aralıq birlikler sisteması

1960 jılı ólshew hám awırılıqlardıń XI Bas konferentsiyası Xalıq aralıq birlikler sistemasın qabıl qılǵan bolıp, mámleketimizde bunı SI (SI -Systeme international) xalıq aralıq sisteması dep júritiledi. Dáslep bul sistemaǵa 7 tiykarǵı birlik kiritilgen. Keyingi Bas konferentsiyalarda SI sistemasına bir qatar ózgerisler kiritilgen bolıp, endilikte bul sistemaǵa 7 tiykarǵı hám 2 qosımsha birlikler kiritilgen. Lekin, bul barlıq jaǵdaylarda tek usı birliklerden paydalanıw kerek degen gáp emes. Bázi ólshem birlikleri, olardı xalıq aralıq birlikler menen birlikte isletiwge ruxsat etilgen. Máselen, litr, gallon, dyuym sıyaqlı birlikler.

Birliklerdi hám ólshemlerdi belgilew hám jazıw qádeleri

Shamalarđın ólshem birliklerdi belgilew hám jazıwda standartlar tiykarında tártip qaǵıydalar bar.

T.n.	Shamalar atamaları	Ólshemliligi	Birliktiń atamaları	Xalıq-aralıq belgiler	Túsindirme sózlik
1	Uzınlıq	L	Metr	m	
2	Massa	M	kilogramm	kg	
3	Waqt	T	sekund	s	
4	Tok kúshi	I	Amper	A	
5	Temperatura	θ	Kelvin	K	
6	Zattıń muǵdarı	ν	Mol	mol	
7	Jaqtılıq kúshi	J	kandela	kd	
8	Tegis múyesh	I	radian	rad	Keyin kiritildi
9	Fazalıq múyesh	I	steredian	sr	

SI birliklerge kóbeytiwshi hám qosımshalar

Kóbeytiwshi	Qosımsha				
	Ataması	Kelip shıǵıwı		Belfileniwi	
		Mánisi	tili	Xalıq aralıq	Russha
$1000000000000000000=10^{18}$	Eksa	6 márte mń	grekshe	E	Э
$1000000000000000=10^{15}$	Peta	5 márte mń	grekshe	P	П
$1000000000000=10^{12}$	Teta	Júdá úlken	grekshe	T	T
$1000000000=10^9$	Giga	Gigant	grekshe	G	Г
$1000000=10^6$	Mega	Úlken	grekshe	M	б
$1000=10^3$	Kilo	Mń	grekshe	K	к
$100=10^2$	Gekto	Júz	grekshe	H	г
$10=10^1$	Deka	On	grekshe	da	да
$0,1=10^{-1}$	Deci	On	Latin	d	
$0,01=10^{-2}$	Santi	Júz	Latin	s	с
$0,001=10^{-3}$	Milli	Mń	Latin	m	м
$0,000001=10^{-6}$	Mikro	Kishi	grekshe	mk	мк

0,0000000001=10 ⁻⁹	Nano	Júdá kishi	Latin	n	н
0,0000000000001=10 ⁻¹²	Piko	Pikkolo	Italian	p	п
0,0000000000000001=10 ⁻¹⁵	Femto	On bes	Daniya	f	ф
0,0000000000000000001=10 ⁻¹⁸	Atto	On segiz	Daniya	a	а

1. Shamalardıń birliklerin belgilew hám jazıwda standartlar tiykarında tártip hám qádeler bar. Bul qádeler hám tártipler GOST 8.417-81 da júritiledi.

2. Birliklerdı kórsetiw ushın arnawlı háripler yamasa belgilerden paydalanıw múmkin - A, Vt, % hám t.b.

Birlikti kórsetiwshi hárip tuwrı shrift penen jazıladı. Qisqartırıw maqsetinde noqattan paydalanıwǵa ruxsat etilmeydi.

3. Birlik belgisin shamanıń san mánisinen keyin, onıń menen bir qatarda, keyingisine ótkizbey anıqlanadı. San mánisiniń aqırǵı nomeri menen belgini bir probel aralıǵında jazıladı:

Tuwrı:	Qáte:
100 kVt	100kVt
80 %	80%
20 °C	20°C yamasa 20° C
(qatardıń joqarısında jazılatuǵın belgiler bunnan tısqarı)	
25 ⁰	20 ⁰

4. Úlesli san mánisi ańlatılǵanda:

Tuwrı:	Qáte:
423,06 m	423 m, 06
5,758 ⁰ yamasa 5 ⁰ 45,48`	5 <sup>0</sup> , 758 yamasa 5 <sup>0</sup> 45`, 48
5 ⁰ 45`28,8``	5 <sup>0</sup> 45` 28``,8

5. Mánisler aralıǵında kórsetilip atırılǵanda

Tuwrı:	Qáte:
(100,0 ±0,1) kg	100,0 ±0,1 kg
50 mm ±1 mm	50 ±1 mm

6. Tablicalardıń grafalarında hám qatar baslarında ulıwma tárizde birlik belgisin beriw múmkin.

7. Formula menen ańlatılǵan jaǵdaylarda túsindiriw tárizinde beriw ushın:

Tuwrı:

Qáte:

$$v = 3,6 \text{ s/t}$$

$$v = 3,6 \text{ s/t km/s}$$

bunda v - tezlik, km/s

bunda s - aralıq, m,

s - aralıq, m

t - waqıt, c

8. Belgiler kóbeytiw formasında kórsetilgende háriptiń orta biyikliginde noqat qoyıw múmkin.

Tuwrı:

Qáte:

N·m

Nm

Pa·s

Pas

9. Bólshekli ańlatpada birden artıq bólshek shızılǵın isletiwge bolmaydı.

Tuwrı:

Qáte:

Vt/(m s)

Vt/m s

80 km/s

80 km/saat

saatına 80 km

saatına 80km

1.2. Ólshewlerdiń usılları hám túrleri

Shamanıń sanlı mánisin ádette ólshew ámeli menen tabıw múmkin, yaǵnıy bunda usı shama muǵdarı birge teń dep qabıl etilgen usı túrdegi shamadan neshe márte úlken yamasa kishi ekenligi anıqlanadı.

Ólshew dep, sonday salıstırıw, ańlaw, anıqlaw processine aytıladı, onda ólshenetuǵın shama fizikalıq eksperiment járdeminde, usından túrdegi birlik sıpatında qabıl etilgen muǵdari menen óz-ara salıstırıladı.

Ólshew ádette ólshewden kózlengen maqsetti (izlenip atırǵan shamanı) anıqlawdan baslanadı, keyin bolsa usı shamanıń xarakterin analiz etiw tiykarında tikkeley ólshew ob`ekti (ólshenetuǵın shama) anıqlanadı. Ólshew processı járdeminde bolsa usı ólshew ob`ekti haqqında informaciya payda boladı hám bazı bir matematikalıq qayta islew jolı menen ólshew maqseti haqqında yamasa izlenip atırǵan shama haqqında informaciya (ólshew nátiyjesi) alınadı.

Ólshew nátiyjesi - ólshenip atırǵan shamanıń san mánisin ólshem birligine kóbeyme tiykarında anıqlanadı.

$$X = n[x], \quad (1.2)$$

bul jerde X — ólshenetuǵın shama n — ólshenip atırǵan shamanıń qabıl etilgen ólshem birligindegi san mánisi;

$[x]$ — ólshew birligi

Ólshew processin avtomatlastırıw menen ólshew nátiyjeleri ótkizbesten tuwrıdan-tuwrı elektron esaplaw mashinalarına yamasa avtomatikalıq basqarıw sistemalarına beriliwi múmkin. Sonıń ushın, keyingi waqıtlarda kibernetika tarawındaǵı qánigelerde ólshew haqqındaǵı túsinik tómendegishe táriplenedi.

Ólshew ilim hám texnikanıń qaysı tarawında isletiliwine qarap ol anıq atı menen júritiledi: elektrlik, mexanikalıq, jıllılıq, akustikalıq hám t.b.

Ólshenip atırǵan shamanıń **sanlı** mánisin tabıwdıń bir neshe túrleri (jolları) bar. Endi usı jollar menen tanısıp shıǵamız.

Tikkeley ólshew - ólshenip atırǵan shamanıń mánisin tájiriybe jolları menen tikkeley tabıw. Máselen, ápiwayı sınaplı termometrde yamasa lineyka járdeminde ólshew.

$$u = s^* x; \quad (1.3)$$

Bunda: u - belgili birlikte ólshenip atırǵan shamanıń mánisi;

s - shkalanıń bólim mánisi;

x - shkaladan alınǵan san mánisi.

Salıstırmaı ólshew - tikkeley ólshengen shamalar menen ólshenip atırǵan shama arasında bolǵan belgili baylanıs tiykarında shamanıń mánisin tabıw. Máselen, tezlikte ólshew.

$$u = f(x_1 x_2 \dots x_n). \quad (1.4)$$

Kompleks ólshew - Bir neshe atamadaǵı shamalardıń birikpesin bir waqıtta tikkeley ólshewden kelip shıqqan teńlemeler sistemasın sheship, izlenip atırǵan mánislerdi tabıw. Máselen, hár qıylı tárezi taslarınıń massasın salıstırıp, bir tastıń belgili massasınan basqasınıń massasın tabıw ushın ótkiziletuǵın ólshewler.

Birgeliktegi ólshew - Túrli atamalı eki hám onnan artıq shamalar arasındaǵı qatnasıqtı tabıw ushın bir waqıtta ótkiziletuǵın ólshewler. Mısal, rezistordıń 20 °C daǵı mánisin túrli temperaturalarda ólshew tabıw.

Absolyut ólshew - Bir yamasa bir neshe tiykarǵı shamalardı tikkeley ólsheniwin hám fizikalıq turaqlılıqtıń mánislerin qollaw tiykarında ótkiziletuǵın ólshew.

Salıstırmaı ólshew - Fizikalıq shama menen ólshem birlik ornında alınǵan atamalas shamanıń qatnasın yamasa tiykar etip alınǵan shamaǵa salıstırǵanda atamalas shamanıń ózgerisin ólshew.

Ólshew usılı degende ólshew nızam - qádeleri hám ólshew qurallarınan paydalanıp, shamanı onıń birliǵı menen salıstırıw usılların túsinemiz.

Ólshewdiń tómendegi usılları bar:

Tikkeley bahalaw usılı - tikkeley ólshew ásbabınıń sanaw qurılıması járdeminde tuwrıdan-tuwrı ólshenip atırılğan shamanıń mánisin tabıw. Máselen, Prujinalı manometr menen basımdı ólshew yamasa ampermetr járdeminde tok kúshin tabıw.

Ólshew menen salıstırıw usılı - ólshenip atırılğan shamanı ólshew arqalı jaratılğan fizikalıq shama menen salıstırıw. Máselen, tárezi tası járdeminde massanı anıqlaw.

Ólshew menen salıstırıw usılınıń bir neshe túrleri bar:

Differenciyal ólshew usılı - ólshew menen salıstırıw usılınıń túri esaplanıp, ólshenip atırılğan shamanıń hám ólshew arqalı jaratılğan shamanıń parqın ólshew ásbabına tásir etiw usılı.

Voltmetr járdeminde eki kernew arasındaǵı parqın ólshew, bunda kernewlerden biri júdá joqarı anıqlıqta belgili, ekinshisi bolsa izlenip atırılğan shama esaplanadı.

$$\Delta U = U_0 - U_x; \quad U_x = U_0 - \Delta U \quad (1.5)$$

U_x menen U_0 qanshalıq jaqın bolsa, ólshew nátiyjesi anıq boladı.

Nólge keltiriw usılı - bul hám ólshew menen salıstırıw usılınıń bir túri esaplanadı. Bunda shamanıń salıstırıw ásbabına táhiri nátiyjesin nólge keltiriw kerek boladı. Máselen, elektr qarsılıǵın qarsılıqlar kópiri menen tolıq teń salmaqlıqta ólshew.

Almastırıw usılı - ólshenip atırılğan shamanıń ólshew arqalı alinılğan ólshemi belgili fizikalıq shama menen almastırıw. Mısal, ólshenetuǵın massa menen tárezi tasın bir pállege gezekpe-gezek qoyıp ólshew yamasa qarsılıqlar magazini járdeminde tekserilip atırılğan rezistordıń qarsılıǵın tabıw:

Hár bir tańlanǵan usıl óz usılına, yaǵnıy ólshewdi orınlaw usılına iye bóliwi kerek. Ólshewdi orınlaw usılı degende, belgili usıl boyınsha ólshew nátiyjelerin alıw ushın belgilengen qáde hám sharayatlar túsindiriledi.

Ólshewlerdiń sıpat kriteriyaları

Hár bir nárseniń sıpatı bolǵanlıǵı sıyaqlı ólshewlerdiń hám sıpatı hám onıń kriteriyaları bar. Bul kriteriyalar ólshewlerdeǵı tiykarǵı xarakteristikaların kórsetedi. Bul kriteriyalar qatarına tómendegiler kiritilgen:

Anıqlıq - bul kriteriya ólshew nátiyjelerin shamanıń shın mánisine jaqınlıǵın kórsetedi. Muǵdar jaǵınan anıqlıq salıstırmalı qátelik moduline kerı tárizde bahalanadı. Máselen, eger ólshew qáteligi 10^{-3} bolsa, onıń anıqlıǵı 10^3 boladı yamasa basqasha aytqanda, qanshalıq anıqlıq joqarı dárejede bolsa, sonshalıq, ólshew nátiyjesindegi turaqlı túrde tákirarlanıwshı hám tosınnan qátelikler úlesi kem boladı.

Isenimlik - ólshew nátiyje isenim dárejesin belgilewshi kriteriya esaplanadı. ólshew nátiyjelerine salıstırǵanda isenimlilikke itimallıq` teoriiyası hám matematikalıq` statistika nızamları tiykarında anıqlanadı. Bul bolsa konkret jaǵday ushın qáteligi berilgen shegaralarda talap etilgen isenimlilikkegi nátiyjelerdi alıwdı támiynlewshi ólshew usılı hám quralların tańlaw imkaniyatın beredi.

Tuwrılıq - ólshew nátiyjelerdegi turaqlı túrde tákirarlanıwshı qáteliklerdiń nólge jaqınlıǵın bildiriwshi sıpat kriteriyası.

Sáykes keliwshenligi - birdey sharayatlardaǵı ólshewlerdiń nátiyjelerin bir-birine jaqınlıǵın bildiriwshi sıpat kriteriyası. Ádette, ólshewlerdiń sáykes keliwshenligi tosınnan qáteliklerdiń tásin kórsetedi.

Tákirarlaw - bul kriteriya hár qıylı sharayatlarda (túrli waqıtta, hár qıylı jaylarda, túrli usıllarda hám qurallarda) orınlanǵan ólshewlerdiń nátiyjelerin bir-birine jaqınlıǵın bildiredi.

Ólshew qáteligi - ólshew nátiyjesin shın (haqıyqıy) mánisten shetlesiwın kórsetiwshı ólshewdiń sıpat kriteriyası.

1.3. Ólshew qátelikleri haqqında túsinik. Ólshew dálligi.

Fizika páni bizdi orap turǵan materiallıq dúnyadaǵı qubılıslar haqqındaǵı maǵlıwmatlardı tájiriybeler arqalı jıynaydı. Laboratoriya jaǵdayında qubılıs ol yamasa bul faktordıń tásirin úyreniw maqsetinde fizikada tájiriybe ótkeriledi.

Fizikalıq shama – qandayda-bir belgisin muǵdarın xarakterlewshi shama. Fizikalıq shamalar járdeminde hár qanday processti matematikalıq ańlatıw múmkin. Fizikalıq shamanı ólshew onı etalon etip qabıl etilgen bir tekli muǵdar menen óz-ara salıstırıw processinen ibarat. Ólshewlerdi ekige bóliw múmkin.

1) tikkeley ólshew.

2) salıstırmalı ólshew.

Eger ólshew ásbapları járdeminde anıqlaw kerek bolǵan ólshemge erissek, bunday ólshew usılına tikkeley yamasa salıstırmalı ólshew dep ataladı. Máselen: waqıttı, uzınlıqtı, tok kúshin hám usıǵan usaǵanlar. Tikkeley ólshengen shamalar ústinen qandayda bir matematikalıq` operaciya (kóbeytiw, bóliw, korennen shıǵarıw, logarifmlew hám t.b.) orınlanıp anıqlanıwı kerek bolǵan nátiyjege erisilse, *salıstırmalı ólshew* dep ataladı.

Máselen: matematikalıq mayatnik terbelis periyodı $T=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ esaplaw nızamında erkin túsiw tezleniwi $g=4\pi^2\frac{\ell}{T^2}$ arqalı «g» nı esaplaw múmkin. Bul jerde ℓ hám T lar tikkeley ólshenetuǵın shamalar bolıp, g bolsa salıstırmalı ólshenetuǵın shamalar. Hár qanday fizikalıq shamalardı ólshegende túrli sebeplerge kóre qáteliklerge jol qoyıladı. Ólshew usılı yamasa ásbaplardı juwmaqlanbaǵanlıǵı sebepli payda bolatuǵın qátelikke **sistemalıq qátelik** dep ataladı. Bunday qátelik basqa usıl menen ólshep kórip ámelge asırıladı. Hár qıylı sebeplerge kóre payda bolatuǵın qátelik **tosınnan qátelik** dep ataladı. Máselen: sırtqı ortalıqtı keskin ózgerisi hám usıǵan uqsaǵanlar. Tosınnan

qátelikti kemeytiriw tek tájiriybeni kóp márte tákirarlaw nátiyjesinde esapqa alıw múmkin.

*Eksperimentatorlardı itibarsızlıǵı sebebinen payda bolatuǵın qátelikler **qopal qátelikler** dep ataladı. Máselen ólshew ásbaplardıń shkalasınan natuwrı jazıp alıw yamasa, natuwrı orınlaw sıyaqlılar. Joqarıdaǵı sebeplerge kóre tájiriybe tiykarında ólshengen shama haqıqıy mánisten málim dárejede qátelik penen anıqlanadı. Qátelik absolyut yamasa salıstırmalı bolıwı múmkin. Ortasha arifmetikalıq mánis $\bar{a}$ hám a_0 arasındaǵı ayırma $\Delta a = \bar{a} - a_0$ absolyut qátelik dep ataladı. Salıstırmalı qátelik $\varepsilon = \frac{\bar{\Delta a}}{a}$ yamasa procentlerde anıqlasaq, $\varepsilon = \frac{\bar{\Delta a}}{a} \cdot 100\%$ boladı. Bul jerde:*

$\bar{\Delta a}$ -absolyut shamanıń ortasha mánisi

1-tapsırma. Tikkeley usıl menen ólshewdegi qátelikti anıqlaw.

Tikkeley ólshew usılında ólshenetuǵın shamanı bir neshe márte tákirarlaw ólshew tek taq (3,5,7 hám t.b.) márte bolıwı múmkin.

Ólshewdiń anıqlıǵı barlıq jaǵdaylarda birdey bolıwı yamasa ólshewdegi barlıq san mánisleri birdey razryadlı bolıwı kerek. Ortasha arifmetikalıq mánis:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5} \quad (1.6)$$

formula arqalı esaplanadı.

$$\Delta a_1 = |\bar{a} - a_1|; \quad \Delta a_2 = |\bar{a} - a_2|; \quad \Delta a_3 = |\bar{a} - a_3| \quad (1.7)$$

Nátiyjeniń absolyut qáteligi óz aldına ólshewler absolyut qáteligi modeliniń ortasha arifmetikalıq mánisi alınadı.

$$\bar{\Delta a} = \frac{|\Delta a_1| + |\Delta a_2| + |\Delta a_3| + \dots + |\Delta a_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum_{L=1}^n a_L \quad (1.8)$$

Óz aldına ólshewlerdiń salıstırmalı qáteligi tómendegishe boladı.

$$\frac{\Delta a_1}{a_1}, \frac{\Delta a_2}{a_2}, \frac{\Delta a_3}{a_3}, \frac{\Delta a_n}{a_n}, \varepsilon = \frac{\overline{\Delta a}}{\overline{a}}, \rightarrow yamasa \rightarrow \varepsilon = \frac{\overline{\Delta a}}{\overline{a}} * 100\% \quad (1.9)$$

Sunday etip ólshenetuın shamanıń haqıqıy mánisi:

$$\overline{a} - \Delta \overline{a} < a_{haq} < \overline{a} + \Delta \overline{a} \quad (1.10)$$

intervalda boladı. Kópshilik jaǵdaylarda ayırım shamalardıń san mánisi beriledi.

Bul waqıtta absolyut qátelik ushın eń kishi razryad birliginiń yarımı alınadı. Máselen: m=532,45 gr dene massası bolsın, bul waqıtta absolyut qátelik m=0,05 gr. boladı.

Demek: m_{max}=/532,4+0,05/gr ga teń.

Salıstırmalı ólshew usılında qátelikti esaplaw

Kóz aldımızǵa keltireyik anıqlanıwı kerek bolǵan: x - shama tikkeley ólshenetuın x=f(a) funksiya bolsın. Eger tikkeley ólshenetuın $\overline{a}$ -shama ortasha arifmetikalıq mánisi hám onıń absolyut qáteligin ortasha arifmetikalıq mánisi $\overline{\Delta a}$ belgili bolsa, ol jaǵdayda, x - shamanıń absolyut qáteligi:

$$\Delta x = \frac{df(a)}{da} \Delta a \quad (1.11)$$

menen esaplanadı.

Demek: x=f(a); (a) - funksiyanıń absolyut qáteligi usı funksiyaadan alınǵan birinshi tártipli tuwındı menen argument qátelik moduliniń algebralıq qosındısına teń.

$$\Delta x = / \frac{df}{da} \Delta a | + | \frac{df}{db} \Delta b | + | \frac{df}{dc} \Delta c | \quad (1.12)$$

bul jerde: $\Delta a, \Delta b, \Delta c$ tikkeley ólshenetuın shamalardıń qáteligi.

2-tapsırma. Salıstırmalı qátelikti anıqlaw.

Eger x - bir neshe tikkeley ólshenetuın shamanıń funksiyası bolsa, ol jaǵdayda salıstırmalı qátelik tómendegishe anıqlanadı:

$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta x}}{x} \quad (1.13)$$

Bizge belgili natural logarifm differensialı:

$$d(\ln x) = \frac{dx}{x}, (\ln x) = \frac{\Delta x}{x} \quad \varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \ln(x) \quad (1.14)$$

Soday etip nátiyjeli shamanıń salıstırmalı qáteligi funkciyanıń natural logarifm differensialına teń. Máselen $x = /a, b, c, \dots/$ bolsa, salıstırmalı qátelik

$$\varepsilon = /(\frac{d}{da} \ln f)a | + | (\frac{d}{db} \ln f)b | + | (\frac{d}{dc} \ln f)c | + | \dots, \quad (1.15)$$

boladı.

Tikkeley ólshewdegi nátiyjeli shamanı salıstırmalı qáteligin anıqlaw ushın tómendegi qaǵıydaǵa ámel etiw kerek.

1. Anıqlanıwı kerek bolǵan shamanıń matematikalıq mánisi logarifmlenedi.
2. Alınǵan nátiyjedeǵı hár bir fizikalıq shamanı bir-birine baylanıslı emes dep differensiallanadı.
3. Differensial beligisi menen almasırladı hám onı modulin algebralıq qosındısı alınadı.

Elementar funksiyaların qátelik tablicası

Ayırım funksiyaların absolyut qátelikligin esaplawǵa salıstırǵanda salıstırma qátelikti esaplaw ápiwayıraq kóriniste boladı. Sonıń ushın aldın salıstırma qátelik soń, absolyut qátelik esaplanadı. Nátiyjede: $x = x + \Delta x$ formasında anıqlanadı.

$a+b$	$\Delta a + \Delta b$	$\frac{\Delta a + \Delta b}{a + b}$
$a-b$	$\Delta a - \Delta b$	$\frac{\Delta a + \Delta b}{a - b}$
$a \cdot b$	$a \cdot \Delta b + b \cdot \Delta a$	$\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
$\frac{a}{b}$	$\frac{\Delta a}{a} + \frac{a \cdot \Delta b}{b^2}$	$\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
a^n	$na^{n-1} \cdot \Delta a$	$N \frac{\Delta a}{a}$
$\ln a$	$\frac{\Delta a}{a}$	$\frac{\ln a}{a \ln a}$
$\sin \varphi$	$\cos \varphi \Delta \varphi$	$\operatorname{Ctg} \varphi \Delta \varphi$
$\cos \varphi$	$\sin \varphi \Delta \varphi$	$\operatorname{Tg} \varphi \Delta \varphi$
$\operatorname{Tg} \varphi$	$\frac{1}{\cos^2 \varphi} \Delta \varphi$	$\frac{2\varphi}{\sin^2 \varphi}$

Tikkeley ólshew usılında nátiyjeni hám qátelikti esaplaw qaǵıydaları.

1. Tájiriye dawamında ólshengen barlıq shamaların nátiyjesin tiykarǵı tablicaǵa jazıp barıladı.
2. Nátiyjeni anıq hám belgisi bolıwı ushın anıqlaw kerek bolǵan x - shama esaplanadı.

Bul waqıtta tómendegilerge ámel etiw kerek:

a) Tikkeley ólshengen shamalardıń ortasha mánisi tabıladı.

b) Nátiyjeni esaplaw ushın tájiriybede ólshengen shamalardı tiykarǵı esaplaw formulasına tek SI yamasa SGS birlikler sistemasındaǵı mánislerdi qoyıp esaplanadı.

Ólshew qátelikleri

ólshew qátelikleri túrli sebeplerden hár – qıylı kóriniste bolıwı múmkin. Bul sebepler qatarına tómendegilerdi kiritiwimiz múmkin:

- ólshew quralınan paydalanıwda onı sazlawdan yamasa sazlaw dárejesiniń jılıwınan kelip shıǵıwshı sebepler;
- ólshew ob`ektin ólshew ornına (poziciyasına) ornalıwdan kelip shıǵıwshı sebepler;
- ólshew quralı hám ob`ektine salıstırǵanda sırtqı tásirler (temperatura yamasa basımınń ózgeriwi, elektr hám magnit maydanlarınń tási, túrli terbelisler hám basqalar) dan kelip shıǵıwshı sebepler;
- ólshew ob`ektinen kelip shıǵıwshı sebepler;

ólshew qátelikleriniń kelip shıǵıw sebeplerin analiz qılıwda eń aldın ólshew nátiyjesine salmaqlı tásir etiwshilerin anıqlaw kerek boladı.

Absolyut qátelik. Bul qátelik shama qanday birliklerde anıqlanıp atırǵan bolsa, sol birlikte xarakteristikalanadı. Máselen, 0.2 V, 1.5 mkm hám h.b. Absolyut qátelik tómendegishe anıqlanadı:

$$\Delta = A - x_a \cong A - x_h ; \quad (1.16)$$

bunda, A - ólshew nátiyjesi;

x_a - shamanıń anıq (shamanıń tablicada berilgen mánisi) mánisi;

x_h - shamanıń haqıyqıy mánisi.

Absolyut qátelik keri belgi menen alınǵanı dúzetpe - popravka dep ataladı.

$$-\Delta = k_d;$$

Ádette, ólshew ásbaplarınıń qáteligi keltirilgen qátelik penen belgilenedi.

Absolyut qátelikti ásbap kórsetkishiniń eń maksimal mánisine qatnasın procentlerde alınǵan keltirilgen qátelik dep ataladı.

$$\beta_k = (\Delta / a_{k \max}) 100\% ; \quad (1.17)$$

bul tek ólshew ásbapları ushın qollanıladı.

2. Salıstırmalı qátelik - absolyut qátelikti haqıyqıy mánisine qatnasın bildiredi hám procent (%)te anıqlanadı:

$$\delta = [(A - x_h) / x_h] 100 = (\Delta / x_h) 100. \quad (1.18)$$

3. Statikalıq qátelikler - waqıt dawamında shamanıń ózgeriwine baylanıslı bolmaǵan qátelikler. Ólshew qurallarınıń statikalıq qáteligi sol qural menen turaqlı shamanı ólshewde payda boladı. Eger ólshew quralınıń pasportında statikalıq sharayatlardaǵı ólshewdiń shegaralıq qátelikleri kórsetilgen bolsa, bul jaǵdayda dinamikalıq sharayatlardaǵı anıqlıqtı xarakteristikalarawǵa salıstırǵanda qollana almaydı.

4. Dinamikalıq qátelikler - ólshenip atırǵan shamanıń waqıt dawamında ózgeriwine baylanıslı bolǵan qátelikler sanaladı. Dinamikalıq qáteliklerdiń payda bolıwı ólshew qurallarınıń ólshew shınjırındaǵı strukturalıq elementlerdiń inertsiyası sebepli dep túsindiriledi. Bunda ólshew shınjırındaǵı ózgeriwler tuwrıdan tuwrı emes, al belgili waqıt dawamında ámelge asırıwı tiykarǵı sebep boladı.

Kelip shıǵıwı sebepli (jaǵdayıǵa):

- tiykarǵı;
- qosımsha qáteliklerge bólinedi.

Normal (graduırovka) sharayatda qollanılutıǵın ásbaplarda payda bolatuǵın qátelik tiykarǵı dep ataladı. **Normal sharayat** degende temperatura $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ xavo ıǵallıǵı $65\% \pm 15\%$, atmosfera basımı $(750 \pm 30)\text{ mm.s.b.}$, táminlew kernewi $\pm 2\%$ ózgeriwı múmkin hám basqalar.

Eger ásbap sol sharayattan parqlı bolǵan sırtqı sharayatta isletilse, payda bolatuǵın qátelik qosımsha qátelik dep ataladı.

xarakteristikaları qarap:

1. Turaqlı túrde tákirarlanıwshı qátelikler;
2. Tosınnan qátelikler;
3. Qopal qátelikler yamasa qátelesiw.

Turaqlı túrde tákirarlanıwshı qátelik dep ulıwma qáteliktiń takirar ólshewler dawamında belgili nızamlılıq tiykarında payda bolatuǵın, saqlanatuǵın yamasa ózgeretuǵın qátelikke aytiladı.

Turaqlı túrde tákirarlanıwshı qáteliklerdiń kelip shıǵıw sebepleri túrli bolıp, analiz hám tekseriw tiykarında olardı anıqlaw yamasa pútkil orınlaw kerek boladı. Turaqlı túrde tákirarlanıwshı qáteliklerdiń tiykarǵı toparları tómendegiler esaplanadı:

Turaqlı túrde tákirarlanıwshı qáteliklerdi kemeytiriw usılları

Ulıwma aytqanda, turaqlı túrde tákirarlanıwshı qátelikti kemeytiw jolı anıq bir islep shıǵılmaǵan. Lekin, soǵan qaramay, turaqlı túrde tákirarlanıwshı qátelikti kemeytiriwdiń bázi - bir usılları bar.

1. Qátelikler shegarasın teoriyalıq jaǵınan bahalaw - bul usıl ólshew qurallarınıń xarakteristikaların ólshew teńlemesin hám ólshew sharayatların analiz etiwge tiykarlanadı. Máselen: ólshew ásbabınıń parametrleri yamasa tekserilip atırǵan shınjırdıń jumısshı rejimin bilgen halda biz onıń dúzetpesin (qáteligi) tabıwımız múmkin. Qátelik, bunda, ásbaptıń tutınıwshı quwatlılıǵınan, ólshenip atırǵan kernewdiń jıyliginiń asıwınan payda bolıwı múmkin.

2. Qátelikti ólshew nátiyjeleri boyınsha bahalaw - Bunda ólshew nátiyjeleri hár qıylı printsiptegi usıl hám ólshew apparaturasınan (qurallarınan) alınadı. Ólshew nátiyjeleri arasındaǵı ayırmashılıǵı turaqlı túrde

tákirarlanıwshı qátelikti xarakterlaydı. Bul usıl joqarı anıqlıqtaǵı ólshewlerde qollanıladı.

3. Hár qıyılı xarakteristikaǵa iye bolǵan, lekin fizikalıq principe isleytuǵın apparat járdeminde ólshew usılı. Bunda ólshew kóp márte takirarlanıp, ólshew nátiyjeleri turaqlı túrde tákirarlanıwshı statistika usılı járdeminde hám islenedi.

4. ólshew apparatın isletiwden aldın sınawdan ótkeriw. Bul usıl hám anıq ólshewlerde qollanıladı.

5. Turaqlı túrde tákirarlanıwshı qáteliklerdi keltirip shıǵarıwshı sebeplerdi kemeytiw jolı. Máselen: sırtqı ortalıq temperaturası turaqlı etip saqlansa, ólshew quralın sırtqı maydan tásirinen qorǵaw maqsetinde ekranlastırılса, derek kernewi turgınlastırılса (stabillestirilse) hám t.b.

6. Turaqlı túrde tákirarlanıwshı qátelikti joq etiwdiń arnawlı usılın qollaw: orın awıstırıw, differentzial usılı, simmetriyalıq baqlawlardaǵı qáteliklerdi kompensaciyalaw usılı.

Tosınnan qátelikler hám olardıń bólistiriwi.

Tosınnan qátelik qandayda bir shamanı takirar ólshegende payda bolatuǵın, turaqlı, yaǵnıy belgili nızamlılıqqa boysınbaǵan halda kelip shıǵatuǵın qátelik. Bul qátelik ne sebep kelip shıqqanlıǵı anıqlanbay qaladı, sonıń ushın onı joq etiw múmkin emes. Haqıyqattanda ólshew nátiyjesinde tosınnan qátelik barlıǵı takirar ólshewler nátiyjesinde kórinedi hám onı esapqa alıw, ólshew nátiyjesine onı táhiri (yamasa ólshew anıqlıǵın bahalaw) matematikalıq statistika usılı járdeminde ámelge asırıladı.

Tikkeley ólshewler nátiyjesiniń qáteliklerin bahalawda tómendegi funksiyaдан paydalanıladı.

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.19)$$

bul jerde f - anıq funksiya, $x_1, x_2, \dots, x_n$ - tikkeley ólshew nátiyjesi.

Qátelikti bahalaw ushın bolsa, qáteliktiń formulasınan paydalanıladı.

Absolyut qáteliktiń maksimal mánisi tómendegi formula boyınsha esaplanadı.

$$\Delta y = \sum_{i=1}^m \left| \frac{\partial y}{\partial x_i} \right|_{x_i=x_0} \cdot \Delta x_i \quad (1.20)$$

Qáteliktiń salıstırmalı mánisi bolsa, tómendegi formuladan tabıladı:

$$\delta_y = \frac{\Delta y}{y} = \sum_{i=1}^m \left| \frac{\partial y}{\partial x_i} \right|_{x_i=x_m} \cdot \frac{x_i}{y} \cdot \delta_{x_i} \quad (1.21)$$

Tosınnan qátelik bolsa, tómendegishe esaplanadı:

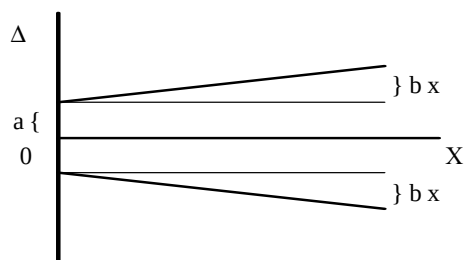
$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right)_{x_i=x_m}^2 \cdot \sigma_i^2 \quad (1.22)$$

ólshew quralların anıqlıǵın, qanshalıq anıq ólshewin bahalaw ushın ólshew qurallarınıń anıqlıq klası degen túsinik kiritilgen. Anıqlıq klası - bul ólshew quralların sonday ulıwmalasqan xarakteristikası bolıp, olardıń jol qoyıwı múmkin bolǵan tiykarǵı hám qosımsha qátelikleri shegarası (sheńberi) menen anıqlanadı. Demek, anıqlıq klası ólshew quralınıń anıqlıq kórsetkishini emes, onıń qásiyetleri menen belgilenedi hám anıqlanadı.

Ólshew qurallarınıń absolyut qáteligi ólshenetuǵın shamanıń ózgeriwine baylanıslı, sonıń ushın hám absolyut qátelik mánisi eki payda etiwshiden ibarat dep qaraladı. Máselen: absolyut qáteliktiń maksimal mánisi tómendegishe anıqlanadı

$$|\Delta|_{\max} = |a| + |vx| \quad (1.23)$$

Qáteliktiń birinshi payda etiwshisi ólshenetuǵın shamanıń mánisine baylanıslı bolmaydı hám additiv qátelik dep ataladı. Ekinshi payda etiwshisi bolsa, ólshenetuǵın shamanıń mánisine (ózgeriwine) baylanıslı bolıp, multiplikativ qátelik dep ataladı.



1.1 - súwret. Multiplikativ qátelikler

Ólshew ásbaplarınıń anıqlıq klassları

Ádette ólshew ásbabı alınatuǵın nátiyjege kiritiwshi qáteligin aldından belgilew ushın qáteliktiń shekli mánisinen paydalanıladı. Qáteliktiń shekli mánisi degende berilgen ólshew quralına tiyisli bolǵan qátelikti túsinemiz. Óz aldına alınǵan ólshew quralınıń qáteligi hár qıylı, turaqlı túrde tákirarlanıwshı hám tosınnan qátelikleriniń úlesi bolsa, túrli bolıwı múmkin. Biraq, ólshew quralınıń ulıwma qáteligi shekli mánisten artıp ketpewi kerek. Hár bir ólshew ásbabınıń qátelikleriniń shegarası hám tásir etiwshi koeffitsientler haqqındaǵı ásbaptıń pasportında keltirilgen boladı.

Ólshew ásbapları kóbinese jol qoyılıwı múmkin bolǵan qáteligi boyınsha klasslarǵa bólinedi. máselen: elektromexanıq túrindegi kórsetiwshi ásbaplarda standart boyınsha tómendegi anıqlıqlar qollanıladı:

$$\delta_{a.k} \in \{0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4\}$$

Ádette, ásbaplardıń anıqlıq klassları ásbaptıń shkalasında beriledi hám olardıń keltirilgen qáteligin bildirip, tómendegishe boladı:

$$\delta_{a.k} = \beta_{k \max} \geq \beta_k; \quad \delta_{a.k} = \beta_{k \max} \geq \beta_k = \Delta / a_{x \max}$$

Eger ólshew ásbabınıń shkalasındaǵı anıqlıq klası sheńber menen shegaralanǵan bolsa, máselen 1.5, bul jaǵdayda bul ásbaptıń sezgirliginiń qáteligi 1.5 % ke teńligin bildiredi.

Eger ólshew ásbabınıń anıqlıq klası sıızıqshasız bolsa, bul jaǵdayda anıqlıq klası nomeri keltirilgen qáteliktiń mánisin bildiredi. Eger ásbap, máselen ampermetr keltirilgen qátelik boyınsha 0.5 klass anıqlıǵına iye bolsa, onıń barlıq ólshew diapazonı aralıǵındaǵı qátelikleri $\pm 0,5 \%$ ten artpaydı dew qátelik boladı. Sebebi, bul túrdegi ásbaplarda shkalanıń baslanǵıshına jaqınlasqan sayın ólshew qáteligi artıp baradı. Sol sebepten bunday ásbaplarda shkalanıń baslanǵısh bóleklerinde ólshew usınıs etilmeydi.

Eger ásbaptıń shkalasında anıqlıq klası qıya sıızıq penen berilgen bolsa, máselen, 0.02/0.01 bul jaǵdayda ásbaptıń shkalasınıń aqırındaǵı qáteligi $\pm 0.02 \%$ shkalanıń basında bolsa $\pm 0.01 \%$ ekenligin bildiredi.

II. Fizikalıq ólshew úskeneleri

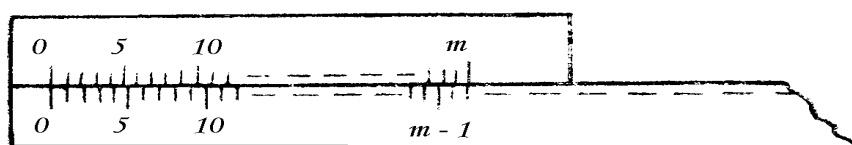
2.1. Mexanikalıq ólshew úskeneleri.

Reje:

1. Uzunlıq ólshew ásbapları; Mikrometr, shtangensirkul, sızǵısh.
2. Denelerdiń salmaǵın ólshew. tárezi.

Sızıqlı hám múyeshli shamalardı ólshew ushın túrli ásbap hám úskenelerden paydalanıladı. Olardıń eń ápiwayıları sıpatında shtangencirkul, mikrometr, mikroskop, múyesh ólshewshi hám basqalardı kórsetiw múmkin.

Uzunlıq - masshtablı sızǵısh járdeminde ólshenedi. Bunday sızǵıstıń eń kishi bólimi 1 mm ge teń. Eger ólshew anıqlıǵın millimetrdiń bir neshe onnan bir úlesine shekem jetkiziw talap qılınsa, ólshew úskenesiniń qosımsha shkalası - noniustan paydalanıladı.



2.1-súwret

Sızıqlı nonius - masshtab boylap sıǵanay alatuǵın kishi sızǵısh. Bul sızǵısh m bólimnen ibarat shkala bar (2.1 - súwret). Bul shkaladaǵı barlıq m bóliminiń ulıwma uzınlıǵı tiykarǵı shkaladaǵı eń kishi bólimlerdiń $m - 1$ ge teń, yaǵnıy

$$mx = (m - 1) y \quad (2.1)$$

Bul teńliktegi x - nonius bóliminiń uzınlıǵı, y bolsa masshtabtaǵı eń kishi bóliminiń uzınlıǵı. Joqarıdaǵı teńlikten:

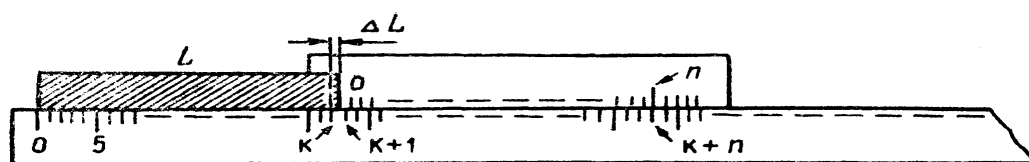
$$x = y - \frac{y}{m} \quad (2.2)$$

Shkala bóliminiń uzınlıǵı menen nonius bólimi uzınlıǵınıń ayırması

$$\Delta x = y - x = \frac{y}{m} \quad (2.3)$$

boladı, bul Δx ayırma nonius anıqlıǵı dep ataladı. Mine bul shama noniusınıń maksimal qáteligin bildiredi.

Sızıqlı nonius úskenesi menen ólshew usılların úyreneyik. L - ólshenep atırılǵan kesim bolsın (2.2-súwret).



2.2-súwret

Bul kesimniń bir ushın tiykarǵı masshtabtıń 0 shızılǵına tuwrı keltiremiz; bul waqıtta kesimniń ekinshi usı masshtabtaǵı k - bólim menen $(k + 1)$ - bólim arasında bolsın. Onda:

$$L = k y + \Delta L \quad (2.4)$$

dep jazıw múmkin, bunda L - masshtabtaǵı k - bóliminiń házirshe belgisiz bolılǵan úlesi.

Endi, L kesiminiń aqırǵı noniusınıń 0 sızılǵın tuwrı keltirip qoyamız. Nonius bólimleriniń uzınlıǵı masshtab bólimleriniń uzınlıǵına teń bolmaılǵan noniusta sonday bir n tsifrlı bólim álbette tabıladı, bul bólim sızılǵı masshtabınıń tiyisli $(k + n)$ - bóliminiń sızılǵına júdá jaqın keledi. 2-súwretten kórinip turıptı,

$$\Delta L = ny - nx = n (y - x) = n \bullet \Delta x, \quad (2.5)$$

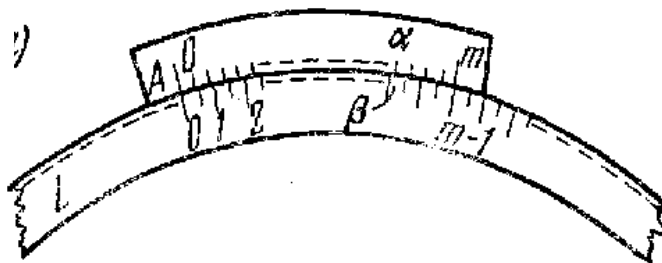
Demek, kesimniń pútin uzınlıǵı:

$$L = ky + n \bullet \Delta x,$$

yamasa, (2.3) ge tiykarınan,

$$L = ky + n \bullet \frac{y}{m} \quad (2.6)$$

Bul formulanı tómendegishe táriplew múmkin: *nonius úskenesinde* α *ólshenep atırǵan kesiminiń uzınlıǵı masshtabtıń pútin (tolıq) bólimleri sanı menen noniustıń masshtab bólimlerinen biri tuwrı kelgen bólim tsifrın nonius anıqlıǵına kóbeytiriw nátiyjesiniń qosındısına teń.*



2.3- súwret

Sheńberli nonius graduslarǵa yamasa onnan kishi bólimlerge bólingen sheńber (*lim* β) boylap sırtanay alatuǵın kósher formasındaǵı sızǵıshtan ibarat.

Bul sızǵıshta hám m bólim bolıp, olardıń ulıwma uzınlıǵı *lim* β bólimleriniń $m-1$ ge teń (2.3-súwret),

yaǵnıy

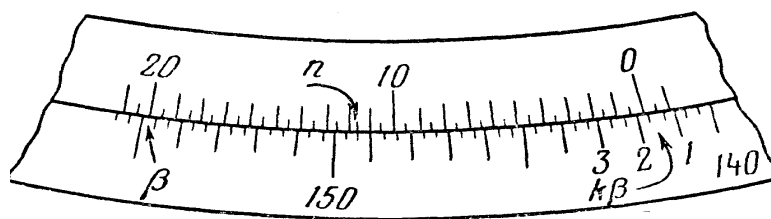
$$m\alpha = (m - 1) \beta, \quad (2.7)$$

bunda α - nonius bóliminiń gradus yamasa minutlarda ańlatılǵan mánisi, β bolsa *lim* β niń eń kishi bóliminiń mánisi. Sheńberli noniustıń anıqlıǵı

$$\Delta\alpha = \frac{1}{m} \beta \quad (2.8)$$

bolıp, *lim* β niń nóline salıstırǵanda esaplanatuǵın múyeshler tómendegi formuladan tabıladı.

$$\varphi = k\beta + n\Delta\alpha \quad \text{yamasa} \quad \varphi = k\beta + \frac{n}{m}\beta \quad (2.9)$$



2.4-súwret

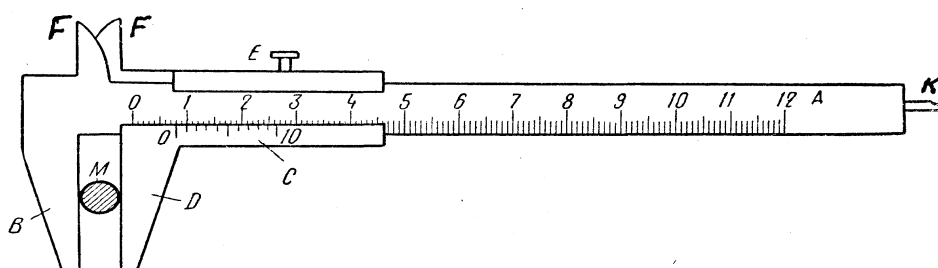
Mısalı 4-súwrette ólshenip atırılğan múyesh $141^{\circ} 51' 30''$ qa teń, sebebi $k\beta = 141^{\circ} 40'$; $\beta = 20'$ (1° úsh bólinge bólingen); $m=40$ kishi bólimnen; $n=23$ kishi bólimnen. Sonday qılıp múyesh

$$\varphi = 141^{\circ} 40' + 23 \frac{20}{40} = 141^{\circ} 40' + 11,5' = 141^{\circ} 40' + 11' 30'' \approx 141^{\circ} 51' 30'' \quad (2.10)$$

Noniusli ásbaplar astında shtangencirkul hám mikrometr kiredi.

Shtangencirkul

Detallardıń ólshemlerin millimetrdiń onnan bir úlesi shekem anıqlıqqa deyin ólshew ushın shtangentsirkul qollanıladı. Shtangentsirkuldıń tiykarlı bólimi santimetr hám millimetrlerge bólingen (hár bir bólim 1 mm ge teń) sıızılsh. Júdá úlken anıqlıq talap qılınbaytuǵın uzınlıqlardı ólshewde qollanılatusın ásbap (2.5 - súwret).



2.5- súwret

Onıń bir ushında B tisi bolılğan hám millimetrlerge bólingen A metall sıızılishtan ibarat bolıp, onda masshtab boylap qozılala alatuǵın hám C nonius penen táminlengen D formaǵa iye ramka bar. Bul ramkanı bir halǵa keltirip, E vint penen bekkemlep qoyıwımız múmkin. Tisler bir-birine tıǵız tiyip turılǵanda

noniustıń nóli masshtab nóline tuwrı kelip turadı. B tis ólshenetuńın denegge tayanısh bolıp xızmet etedi. Denelerdiń ishki ólshemleri eki tistiń FF bólimleri menen, tereńligi bolsa K sterjen menen ólshenedi. Tiykarınan bir ushında B,F ayaqshası bolǵan hám eń kishi bóleginiń anıqlıq dárejesi α bolǵan tiykarǵı shkala, ol boylap qozǵala alatuńın D, F ayaqshaǵa iye bolǵan c noniustan ibarat. Shtangencirkul járdeminde denelerdi ólshewdi 0,1 mm-den, 0,025 mm-ge shekem anıqlıqta ólshew múmkin. Ólsheniwi kerek bolǵan dene, b-d ayaqlar arasına (2.5-súwret) e vint járdeminde bekkemlenedi. f - f ayaqshalar bolsa, ishki sızıqlı shamalar (truba diametrleri)dı, k - tereńliklerdi ólshewde qollanıladı. Esaplaw tómendegishe orınlanadı:

$$L = \ell \cdot \alpha + \frac{\alpha}{n} k \quad (2.11)$$

α - tiykarǵı shkalanı eń kishi bólimi mánisi mm esabında.

ℓ - tiykarǵı shkaladaǵı bólimler sanı.

n - noniusdaǵı bólimlerdiń ulıwma sanı.

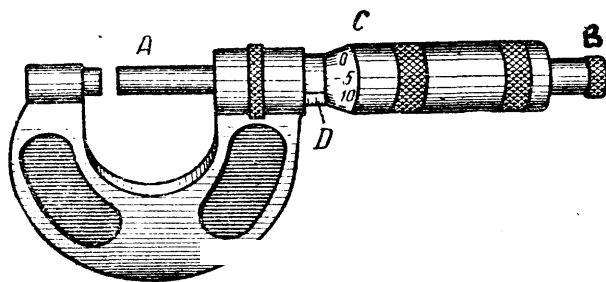
k - tiykarǵı shkaladaǵı bólimler menen ústpe-úst túsken nonius shkalasınıń tsifri.

Mikrometr

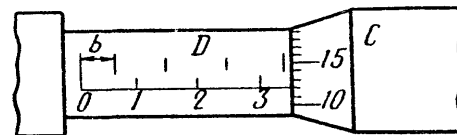
Mikrometr járdeminde detallar ólshemlerin shtangentsirkulge salıstırǵanda úlkenirek anıqlıq penen ólshew múmkin. Sımlardıń diametrin, juqa plastinkalardıń qalıńlıǵın hám basqa kishi denelerdiń sızıqlı ólshemlerin úlken anıqlıq penen ólshewge xızmet etiwshi noniuslı ásbap (2.6-súwret). Sonday-aq, bul ásbap bázi-bir ólshew qurılmalar (mikroskop, optikalıq truba hám basqalar)dıń tiykarǵı bólimin quraydı. Mikrometrlerdiń ólshew shegaraları 0-25 mm, 0-75 mm, 0-600 mm boladı.

Mikrometrdiń kórinisi diskige uqsas bolıp, ólshenetuńın predmet bul diskiniń vint - sterjeni hám tayanıshı arasına vint penen qısıp qoyıladı. Vinttiń

adımı, ádette 1 mm yamasa 0,5 mm boladı. A vinttiń sterjenge C baraban kiygizilgen bolıp, bul barabannıń sırtında 50 yamasa 25 bólimli shkala bar.



2.6 – súwret



2.7- súwret

Vintti tayanıshqa tiygizip qóyǵanda baraban shkalasınıń nól sızıǵı sızıqlı shkala (D) nıń noline tuwrı kelip turadı. Sızıqlı ólshemleri ólshenetuǵın predmetti vint penen onıń qasındaǵı tayanısh arasına qóyıp, vint predmetke tiygenshe buraladı. Sızıqlı shkaladan millimetrler, baraban shkalasınan bolsa, millimetrdiń júzden bir úlesleri tabıladı. Nátiyje barabandaǵı shkalalar arqalı tómendegishe esaplanadı:

$$L = \ell \cdot \alpha + \frac{\alpha}{n} k \quad (2.12)$$

α - barabannıń jiyegine shekemgi bolǵan aralıq.

k - shkaladaǵı bólimler sanı.

ℓ - shkaladaǵı eń kishi bóliminiń mánisi mm esabında.

n - baraban shkalasınıń ulıwma sanı.

Kólemdi ólshew.

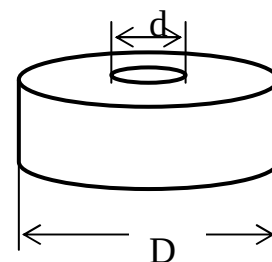
a) Tesik tsilindr formadaǵı plastinkanıń kólemin esaplaw

$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) h \quad (2.13).$$

D - Tselendrdiń sırtqı diametri.

d - Tselendrdiń ishki diametri.

h - plastinkanıń qalıńlıǵı



2.8- súwret

D, d hám h lar shtangensirkul járdeminde 0,01 mm ge shekemgi anıqlıqta 3-5 márte ólshenedi.

2.1-tablica.

N _o	D (mm)	ΔD (mm)	D (mm)	Δd (mm)	H (mm)	Δh (mm)	V (mm)	ΔV (mm)
1								

Nátiyje 2.1-tablicaǵa jazıp barıladı.

Tájiriybeden alınǵan mánislerdi (2.13) formulaǵa qoyıp kólemin esaplaymız.

Salıstırmalı qátelikti (2.14) formula menen esaplaymız:

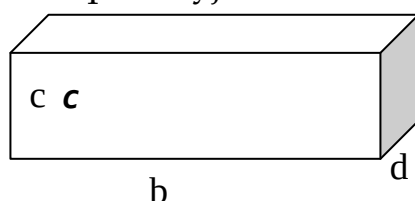
$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta V}}{\overline{V}} = \frac{\overline{\Delta \pi}}{\overline{\pi}} + \frac{\overline{\Delta h}}{\overline{h}} + \frac{\overline{\Delta D + d}}{\overline{D + d}} + \frac{\overline{\Delta D - d}}{\overline{D - d}} \quad (2.14).$$

b) Parallelopiped formadaǵı plastinkanıń kólemin esaplaw.

$$V = b * d * c \quad (2.15).$$

(2.15) formuladaǵı: b – uzınlıǵı, d – eni, c – biyikligi.

b, d, c - lardı shtangencirkul járdeminde yamasa mikrometr járdeminde 0,01 mm anıqlıqta ólshenip, nátiyjeni 2.2-tablicaǵa jazamız.



2.9- súwret

2.2-tablica.

N _o	d mm	Δd mm	b mm	Δb mm	c mm	Δc mm	V mm	ΔV mm	ε
1.									

Tájiriybe nátiyjelerinen paydalanıp kólemdi esaplaymız.

Qátelikti tómendegishe esaplaymız:

$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta V}}{\overline{V}} = \frac{\overline{\Delta a}}{\overline{a}} + \frac{\overline{\Delta b}}{\overline{b}} + \frac{\overline{\Delta c}}{\overline{c}} \quad (2.16).$$

Haqıqıy mánis $V_{\text{haq}} = \overline{V} + \overline{\Delta V}$ formada anıqlanadı.

Tájiriybeden alınǵan mánislerdi (2.15) formulaǵa qoyıp kólemdi esaplaymız.

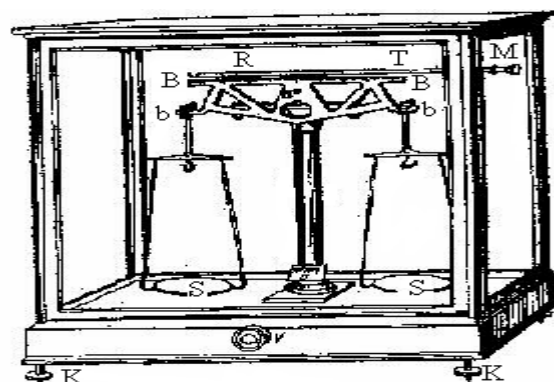
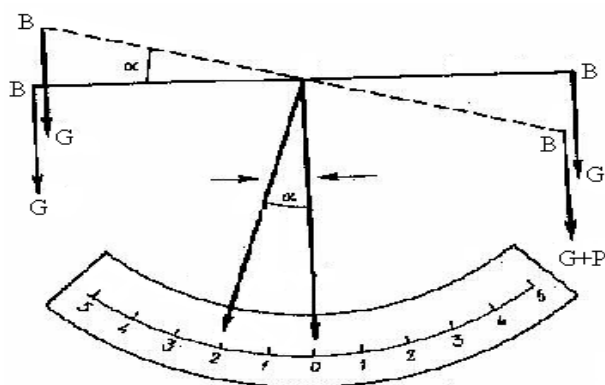
Salıstırmaı qátelikti (2.16) formula menen esaplaymız.

Táreziler

Prujinalı táreziden (dinamometr) basqa barlıq táreziler rıchag qádesi tiykarında iyinlerge ilingen massası ólsheniwshi dene hám tárezi tasları (júk) ushın teńsalmaqlılıq shártiniń orınlanıwına tiykarlanǵan.

Táreziniń tiykarǵı xarakteristikalarınıń biri - anıqlıq klassı. Táreziler 1g, 0,01g hám 0,0001g anıqlıqlarǵa iye klasslarǵa bólinedi. Ol tárezide, yamasa onıń pasportında keltirilgen boladı.

Táreziniń ekinshi xarakteristikası – sezgirliǵı. Tárezi sezgirliǵı dep onıń pálleleriniń birine bir birlik júk (ádette 1 mg) salınǵanda tárezi iynine bekitilgen strelanıń qosımsha shkalanıń neshe bólegine awısqaanlıǵı ayıladı. Bul shama tárezi taslarına qosımsha júk xızmetin atqaradı.



Tárezi dúzilisi: Analitikalıq tárezi 2.11-súwrette kórsetilgen. Tárezi tiykarına bekitilgen KK vintleri tárezini gorizontal halǵa keltiriwde qollanıladı. A vertikal shtativtiń joqarǵı ushına ornatılǵan BB iyinge bb – prizmalar bekitilgen. Olarǵa SS- pálleleri ildiriledi. BB iyinge I – strelka, al A shtativke S – shkala bekitilgen. BB iyni joqarısında M reyter, BB iyinde qosımsha júk iliw ushın R hám T arnawlı dúzilis ornatılǵan.

Tárezi tómendegi izbe-izlikte jumısqa tayarlanadı: 1) tárezi KK vintler járdeminde sabaqshaǵa bekitilgen N ushlı júgi tiykardaǵı belgilengen orınǵa dál keltirilip gorizontal halǵa keltiriledi; 2) I – strelka S shkalanıń ortasında turǵanlıǵı tekseriledi. Egerde ortada turmasa, BB iyinleri ushılarındaǵı vintlerdi buraw arqalı strelkanı 0 belgisine keltiriledi.

Tárezide islewden aldın tómendegilerge ámel qılıw kerek:

1. Táreziniń tazalıǵı anıqlanadı.
2. Tárezi jumısqa tayarlanadı.
3. Táreziniń orretirlengenligi (tárezi iyniniń prizmalardıń ekewine otırǵızılǵanlıǵı) tekseriledi. Tárezi orretirlenbegen jaǵdayda tárezi pállelerine júk qoyıw múmkin emes. İyinlerge qosımsha júk qoyıwshı reyter járdeminde júkti bir bólimnen ekinshisine kóshiriw múmkin emes.
4. Tárezi orretirlengen halında júkler pállelerdiń dál orayına qoyıladı, keyin júk salmaǵına shama menen sáykes taslar ekinshi pállege qoyıladı.
5. Tárezi tasların, ásirese kishi massaǵa iye taslardı qol menen uslamay, arnawlı qısqışlar járdeminde alıw kerek.
6. Taslardı táreziden alǵannan keyin arnawlı orınlarına qoyıw kerek.
7. Tárezi pállelerine júk hám oǵan sáykes taslar qoyılǵannan keyin B barabandı burap, iyindi orretirden shıǵaramız. Egerde usı waqıtta strelka taslar

tárepke burılsa, tárezi orretirlenip pállege jáne taslar qoyıladı, al júk tárepke burılsa taslar kemeytiriledi. Keyin iyin orretirden shıǵarıladı hám strelka nóllek belgige kelmegenshe usılay dawam ettiriledi.

8. Egerde tárezi pálleleri terbelip tursa, olardıń shetine qaǵaz tiygizip toqtatıladı.
9. Ólshewdiń sońǵı basqıshlarında tárezi qutısı esikleri jabıq bolıwı kerek.
10. Tárezi orretirlenbegen halda pállede júklerdi uzaq qaldırıwǵa bolmaydı
11. Tárezige pasportta kórsetilgennen zıyat júk qoyıwǵa bolmaydı.

Tekseriw sorawları.

1. Fizikalıq shamalardı ólshewdiń qanday túrlerin bilesiz?
2. Qanday jaǵdaylarda nátiyjeni grafikalıq usılında súwretlew múmkin?
3. Shtangensirkul yamasa mikrometrde ólshewdi túsindirip berin?
4. Shtangensirkul hám mikrometr arasındaǵı parq nede?
5. Kólem dep nege aytıladı hám onıń birliklerin jazın.
6. Denelerdi tárezilerde qalay ólshenedi.

2.2. Basımdı ólshew úskeneleri

Reje:

1. **Basım haqqında túsinikler**
2. **Manometrler**
3. **Mikromanometrler.**

Basım haqqında túsinikler.

Basım eń kóp ólshenetuńın fizikalıq shamalarǵa kiredi. Jıllılıq hám atom energetikasında, metallurgiyada, ximiyada hám basqa túrli tarawlarda kóplegen texnólogiyalıq processlerdiń baylanısın baqlaw gáz hám suyıqlıq ortalıqlarında basım yamasa basım parqların ólshew menen baylanıslı.

Basım Xalıq aralıq sistemasında paskal (Pa) birliği menen ólshenedi, ol bir nyuton kúshi menen 1 m² maydanǵa (N/m²) tásir etetuńın kúshke teń. **Pa** birliği kishi bolǵanı ushın, eseli kPa hám MPa birlikler keń qollanıladı. Onnan tısqarı, sistemadan tısqarı birliklerden, yaǵnıy bar, mm.sn.baǵ. hám mm.suw.baǵ. hám paydalanıladı. Bul birlikler CI sisteması birlikleri menen tómendegi qatnaslarǵa iye:

$$1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2,$$

$$1 \text{ mm.sn.baǵ.} = 133,322 \text{ N/m}^2,$$

$$1 \text{ mm.suw.baǵ.} = 9,80665 \text{ N/m}^2.$$

Házirgi waqıtta texnikada basqa sistema MKGSS qollanıladı (metr, kilogramm-kúsh, sekund), bunda basımınń tiykarǵı birliği sıpatında kg*k/m² yamasa sistemadan tısqarı texnikalıq ólshewler birliği 1 kg*k/sm² = 10⁴ kg*k/m² qollanıladı. Aqırǵı birlik N/m² birliği hám sistemadan tısqarı birlikleri menen tómendegi qatnaslarǵa iye:

$$1 \text{ kg*k/sm}^2 = 9,80665 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2,$$

$$1 \text{ kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2 = 0,980665 \text{ bar},$$

$$1 \text{ kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2 = 10^4 \text{ mm.suw.ba} \cdot \text{m},$$

$$1 \text{ kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2 = 735,566 \text{ mm.sn.ba} \cdot \text{m}.$$

Basımın ólshem birliklerin joqarı anıqlıq penen qayta tiklew ushın artıqsha basım $10^6 - 2,5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ da mámleketlik birden-bir etalonı arqalı ámelge asırıladı. Onıń quramına júk porshenli manometrler, arnawlı massa ólsheytuǵın tóplam hám basım uslap turıw ushın qurılma kiredi. 10^{-8} den $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ǵa shekem hám 10^9 dan $4 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ ǵa shekem hámde $4 \cdot 10^4$ ǵa shekem basımlar parqın basımlar birliklerin qayta tiklew ushın arnawlı etalonlardan paydalanıladı. Etalonlardan jumısshı ólshew qurallarına basım ólshew birliklerin jetkiziw kóp basqısh arqalı ámelge asırıladı: birinshi hám arnawlı etalonlardan ekinshi etalonlarǵa, soń izbe-iz birinshi razryadtan tórtinshi razryadlı úskenelerge, keyin bolsa jumısshı ólshew ásbaplarına jetkeriledi.

Ólshewde atmosfera hám vakuum basımları bar. **P - sap basım** zat halınıń (suyıqlıq, gaz, puw) parametri bolıp, p_{atm} - atmosfera basımı hám p_{art} - artıqsha basım jıyındısınan ibarat:

Artıqsha basım sap hám atmosfera basımları arasındaǵı ayırmashılıqtan ibarat;

Atmosfera basımı jer atmosferasındaǵı hawa baǵanasınıń basımı; onıń mánisi barometrler menen ólshenedi, sonıń ushın bul basım kóbinshe **barometrlik basım** dep ataladı. Eger sap basım atmosfera basımınan kishi bolsa, vakuum yamasa siyrekleniw payda boladı.

Manometrler

Basım hám basımlar ayırmashılıǵın ólshewge tiyisli ólshew úskenesi **manometr** dep ataladı. Manometrler ólshenip atırǵan yamasa atmosferalı,

artıqsha, vakuummetrlik hám sap basımlarǵa qarap barometr, manometr, vakuummetr hám sap basımlı manometrlerge bólinedi.

40 kPa ($0,4 \text{ kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2$) basımdı yamasa siyrekleniwdi ólsheuge tiyisli manometrler **naporomer hám tyagomer** dep ataladı. Tyagonaporomerlerde ± 20 kPa ($\pm 0,2 \text{ kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2$) ólsheuge shegarasına iye bolǵan eki tárepli shkalası bar.

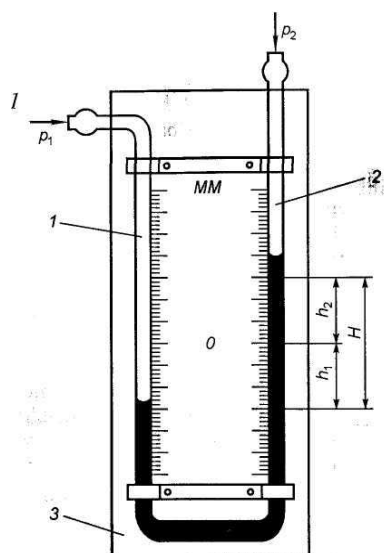
Diferencial manometrler basımlar parqın ólsheuge ushın qollanıladı.

Basım ólsheytuǵın ásbaplar islew printsiplerine qarap suyuqlıqlı, deformacion (prujinalı), júk-porshenli, elektr-ionizatsion hám jıllılıq túrlerine bólinedi.

Bul ásbaplardıń islew printsipti ólshenip atırǵan basımın suyuqlıq baǵanasınıń gidrostatikalıq basımın menen teń salmaqlılıqqa iye bolıwına hám basım kúshi tásirinde túrli elastik elementlerdiń deformatsiyasın yamasa olardıń kúshin ólsheuge tiykarlanǵan.

Ólshenip atırǵan shamanıń túrine qarap basımdı ólsheuge ásbapları tómendegi túrlerge bólinedi:

- 1) manometr sap hám artıqsha basımdı ólsheydi;
 - 2) barometr atmosfera basımın ólsheydi;
 - 3) vakuummetr jabıq ıdıs ishindegi suyuqlıq hám gaz basımınıń kemeyiwini (siyrekleniw) ólsheydi;
 - 4) monovakuummetr artıqsha basım hám basım kemeyiwini ólsheydi;
 - 5) naporomer kishi mánisli artıqsha basımdı ólsheydi;
 - 6) tyagomer kishi mánisli siyrekleniwdi ólsheydi;
 - 7) tyagonaporomer kishi mánisli basım hám siyrekleniwdi ólsheydi;
 - 8) diferencial manometrler eki basım parqın (basım ózgerisin) ólsheydi;
- Suyuqlıqlı basım ólsheuge ásbapları eki tútiksheli (U-sıyaqlı) hám bir tútiksheli (kosalı) manometrlerden ibarat.



Bul ásbaplar apiwayı, biraq jeterli anıqlıqqa iye bolǵan qurılmalar hám olar júdá joqarı emes, 2 bardan aspaytuǵın basımlardı ólshew ushın xızmet etedi. Jumısshı suyıqlıq sıpatında olarda ádette sınap, distillengen suw, etil spirti hámde transformator mayı qollanıladı. Sonday etip, suyıqlıqlı manometrlerde ólshenip atırǵan shamanıń ózgerisin qabıl etiwshi sezgir elementtiń wazıypasın jumısshı suyıqlıq orınlaydı.

2.12- súwret.

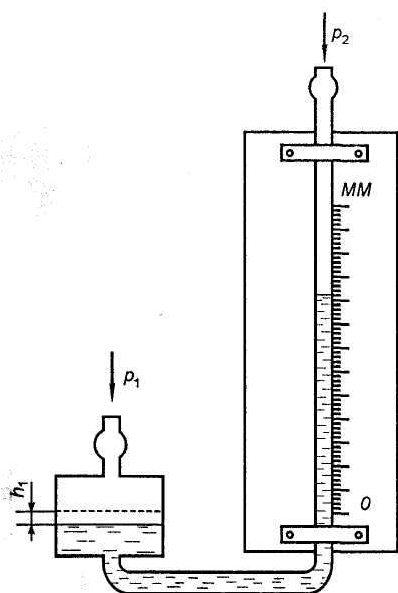
Eki tútiksheli suyıqlıqlı manometrdiń sıızılması 1- súwrette keltirilgen. Eki vertikal tutas tútikshe 1, 2 metall yamasa aǵash tiykar 3 ke bekkemlengen. Tútiksheler jumısshı suyıqlıq penen nól belgisine shekem toltırıladı. tútikshege ólshenip atırǵan basım jalǵanadı, 2 tútikshe bolsa atmosfera menen baylanısadı. Basım parqın ólshewde eki tútikshede ólshenip atırǵan basım keltiriledi. Suyıqlıq baǵanasınıń H biyikligi basımlar parqın teńlestiredi.

Standartlı eki tútiksheli U - tárizli suyıqlıqlı manometrler standartlarǵa qarap biyikligi $h - 20 \pm 5$ °C temperaturada ± 2 mm dan artpaydı. Manometrlerdiń joqarı ólshew shegaraları 10, 100, 250, 400, 600, 1000 mm qatarda ornatılǵan. Bul halda ólshew quralınıń keltirgen qáteligi 0,2 den 2% ge shekemgi aralıqta bolıwı múmkin.

Kórsetkish qáteligi shkalanıń dárejeleniwi anıq emesliginen (standartqa qarap ol 0,2—0,4 mm den artpaydı), kapillyar kúshleri tásirinen (0,1—0,2 mm); manometrdiń vertikal (tik) halı tuwrı emesliginen (2° awısıwında qátelik 0,06 % ti quraydı) hám eń kerek ólshew anıq emesliginen kelip shıǵıwı múmkin. Arnawlı qurılmalar járdeminde kórsetkishti ± 1 mm den anıqraq alıw qıyın.

Suyıqlıq baǵanası biyikliǵın tabıw ushın eki márte bagána biyikliklerin, bir márte tirsekdegi kemeyiwin, ekinshisinde bolsa kóbeyiwin ólshep shıǵıw zárúr hám olardıń mánisin qosıw kerek.

Bir tútikshedeǵı biyiklikti anıqlap, alınǵan nátiyjeni ekige kóbeytiw



múmkin emes, sebebi tútikshelerdegi shiysheniń diametrleri hár qıylı bolıwı sebepli alınǵan nátiyjelerde qosımsha qátelikler payda bolıwı múmkin.

U-tárizli manometrlerdiń tiykarǵı ekspluatacion kemshiligi, yaǵnıy eki baǵanadan esaplaw zárúrligi bir tútiksheli (kosalı) manometrlerde bolmaydı.

Bir tútiksheli (kosalı) manometrler. Bul ásbaplar eki tútiksheli ásbaplardıń bir túri bolıp,

2.13- súwret.

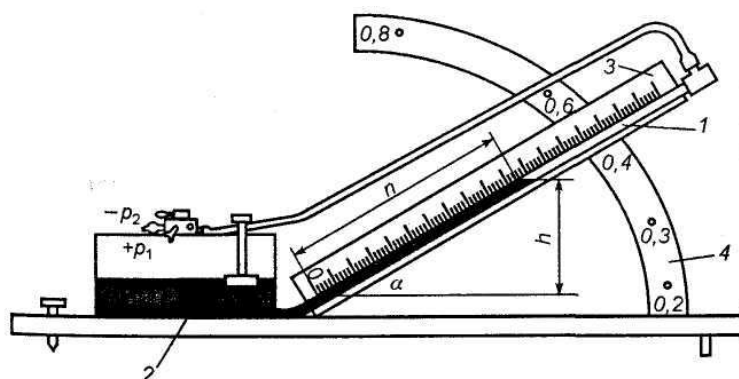
ekinshi tútikshe ornına keń ıdıs (kosa) qollanıladı. Bir tútiksheli manometrde tútiksheniń keń ıdısına ólshenip atırǵan basımınń úlkeni jalǵanadı. Shkalalı plastinkaǵa bekkemlengen tútikshe ólshewshi atmosfera menen baylanısqa boladı. Basımlar parqın ólshewde oǵan basımlardıń kishisi keltiriledi. Jumısshı suyıqlıq manometrge nól belgisine qoyıladı. Basım tásirinde jumısshı suyıqlıqtıń bir bólimi keń ıdıstan ólshewshi tútikshege aǵıp ótedi.

Bul hal ushın, ólshenip atırǵan artıqsha basım p tor tútiksheniń kesimi f ti dáslepki baǵana 0 den biyikliǵın ózgeriwine qaray anıqlanadı.

Standartqa qarap laboratoriya shiysheli bir tútiksheli manometrler tómendegi joqarı ólshew shegaralarında bolıwı kerek: 160, 400, 600 hám 1000 $\text{kg} \cdot \text{k} / \text{m}^2$, bul bolsa manometr suw menen toltırılǵanda millimetrlerge teń boladı. Ólshew quralınıń keltirilgen qáteligi 0,4 ten 0,06 ǵa shekem yamasa 0,025 % ti quraw kerek.

Mikromanometrler.

Júdá kishi basımlardı ólshew ushın qıya tútiksheli mikromanometrler qollanıladı.



2.14- súwret.

Jumısshı suyıqlıq sıpatında olarda tiykarınan distillengen suw yamasa etil spirtinen paydalanıladı. Tútikshe qıya halda bolǵanı sebepli ólshenip atırǵan basımdı teń salmaqlıqqa alıp keletuǵın suyıqlıq baǵanasınıń uzınlıǵı tómendegishe boladı:

Artıqsha basımdı mikromanometr járdeminde ólsheniwi tómendegi teńlemeden anıqlanadı:

$$\rho = n\rho g \sin \alpha \quad (2.17).$$

Bunday ásbaplar 160–1000 Pa shegaradaǵı basımlardı ólshewge tiyisli, olardıń qáteligi $\pm 1,0\%$ ten aspaydı.

Basımnuń keńeyiwi yamasa parqın keń shegaralarında ólshewge tuwrı kelgen hallarda ózgermeli awısıw múyeshli mikromanometrlerden paydalanıladı. MMH mikromanometri sonday ásbaplardan biri bolıp, 0,5 hám 1,0 anıqlıq klassı menen 0 - 24 kPa ólshew shegarasına baylanıslı shıǵarılǵan.

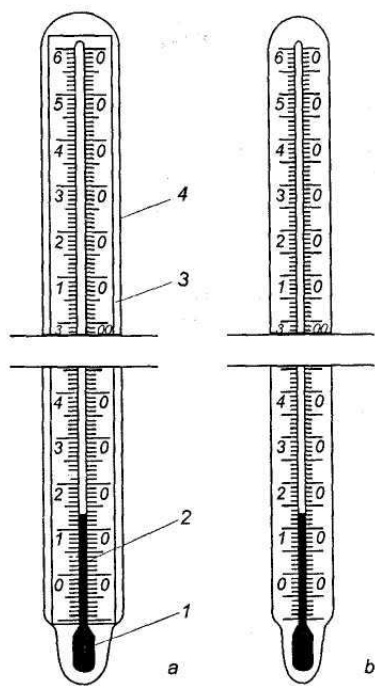
Joqarıda keltirilgen suyıqlıqlı ásbaplar laboratoriya hám islep shıǵarıw karxanalarında keń qollanıladı. Olardıń kemshiliklerin kórsetiwdi aralıqqa jetkeriw múmkin emesligi, ólshew shegaralarınıń kishiligi, kórsetkishlerdiń natuwrılıǵı hám mexanikalıq bekkem emesliginen ibarat.

Sorawlar

1. Qanday basım túrleri hám birliklerin bilesiz?
2. Basım ólsheytuǵın qanday ásbaplar bar?
3. Jumıs islenewine qaray basımdı ólshew ásbapları qaysı toparlarǵa bólinedi?
4. Basımdı ólshew ásbaplarınıń islew printsipine qaray qanday toparlarǵa bólinedi?
5. Mikromanometrler qalay isleydi?
6. Qanday prujinalı manometrlerdi bilesiz?

2.3. Temperaturani ólshew ásbapları

Suyıqlıqlı termometrler. Suyıqlıqlı termometrlerdiń islew printsipti, termometrdiń suıqlıǵınıń kólemi temperatura kóteriliwi yamasa tómewiniń ózgeriwine tiykarlanǵan. Suyıqlıqlı termometr shiyshe ballon,



kapillyar tútikshe hám qosımsha rezervuardan ibarat. Termometrdiń ballon, kapillyar tútikshe hám qosımsha rezervuardaǵı bos bólimi inert gáz benen toltırıladı. (temperatura +100 °C dan tómewin bolǵanda). Tóltirilǵan kapillyar yamasa shkala bólinbesiniń joqarı bólinbesinen shıǵıp turǵan kapillyar tútiksheniń bir bólimi termometrdiń qızıp ketiwinen hám buzılıp qalıwınan qorǵaydı. Rezervuar hám kapillyardıń bir bólimi túsirilip, ólshenip atırǵan ortalıqtıń temperaturası Tselsiy gradusında dárejelengen kapillyardaǵı suıqlıq qáddiniń jaǵdayına qaray

anıqlanadı.

2.15- súwret.

Konstruktsiyası jaǵınan suıqlıqlı termometrler eki túrge, tayaqsha formaǵa hám shkalası ishine ornatiǵan termometrlerge bólinedi (2.15 - súwret). Shkalası ishine ornatiǵan termometrlerde (2.15-a súwret) kapillyar tútikshesi 2 *jıńishke* bolıp, rezervuar 1 keńeytirilgen. Shkala dárejeleri sút reń shiyshe plastinka 3 te jaylasqan bolıp, kapillyar menen birlikte rezervuarǵa jabısqan qabıq 4 ishine ornatiǵan.

Tayaqsha formasındaǵı termometr (2.15-b súwret) qalıń diywallı, sırtqı diametri 6—8 mm ge teń qılıp tayarlanǵan kapillyar tútiksheden ibarat. Olardıń shkalası tikkeley kapillyardıń sırtına jazılǵan boladı. Suyıqlıqlı termometrler arasında eń kóp tarqalǵanı sinaplı termometrler. Ximiyalıq taza sinap

termometrlik zat sıpatında bir qatar qolaylıqlarğa iye: temperaturaların keń aralıǵında suyıqlıq bolsada, ol shiysheni hóllemeydi. Sınaptıń keńeyiw koefittsientiniń kishiligi termometr kóz – qarasınan onıń kemshiligi esaplanadı, bul bolsa termometrlerdiń kapillyarı jińishke qılıp tayarlanıwın talap etedi.

Sınaplı termometrlerdiń ólshew shegarası $-35^{\circ}\text{C} \div +600^{\circ}\text{C}$.

Normal sharayatta sınaptıń qaynaw temperaturası $356,58^{\circ}\text{C}$ tı beriwın esapqa alsaq, joqarı temperaturalardı ólshew ushın termometrlerde sınaptıń hám kapillyar tútiksheniń ústindegi boslıq jay ádette inert gáz benen toltırıladı. Sınaptan tısqarı, shiysheli termometrlerde termometrlik zat sıpatında metil hám etil spirti, kerosin, petroley efiri, pentan sıyaqlı organikalıq zatlar hám qollanıladı.

Organikalıq termometrlik suyıqlıqlardan ibarat shiyshe termometrler tiykarınan -200°C dan $+200^{\circ}\text{C}$ qa shekem temperatura intervalında qollanıladı. Biraq bul suyıqlıqlar shiysheni hólleydi hám sonıń ushın diametri salıstırmalı úlken kanallı kapillyarlardı isletiw talap etedi.

Suyıqlıqlı shiysheli termometrlerdiń abzallıǵı ólshewdiń joqarı anıqlıǵı, ápiwayılıǵı hám arzanlıǵı kiredi. Kemshilikleri shkalanıń salıstırmalı jaman kóriniwi, kórsetiwi ámelde uzaq aralıqqa jetkizip bólmashlıǵı sebepli, olardıń avtomatikalıq esawlaw bólmashlıǵı hámde sınawı sebepli termometrlerdi remontlap bólmashlıǵı bolıp esaplanadı.

Házirgi waqıtta shiysheli termometrlerdiń tómendegi túrлерinen paydalanıladı.

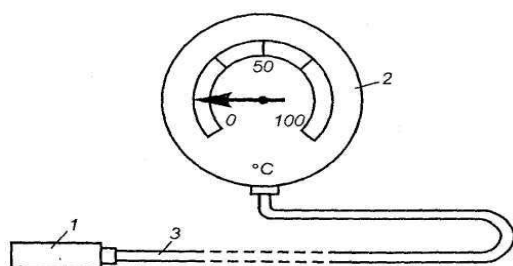
1. Ishine shkala jaylastırılǵan texnikalıq sınaplı termometrler.
2. Tayaqsha ishine shkala jaylastırılǵan laboratoriyalıq sınaplı termometrleri.
3. Suyıqlıqlı tayaqshalı (sınaplı emes) termometrler.
4. Sınaplı joqarı anıqlıqlı termometrler.

5. Sınaplı elektr kontaktli termometrler.

Shiysmeli termometrler ushın termometrlik zatlar (suyıqlıqlar)

Ataması	Formula	Kórinetu ǵın kólemli keńeyiw koeffitsie nti	Qatıw hám qaynaw ortasha temperaturası		Qollanıw shegaraları	
			Qatıq	qaynaw	tómengi	joqarı
Metil spirti	$\text{SH}_3 \text{ OH}$	0,00115	-95,8	65,6	-80	80
Etil spirti	$\text{C}_2\text{H}_5 \text{ OH}$	0,00103	-114,5	78,3	-80	80
Kerosin	-	0,00093	-	-	0	300
Petroley efiri	-	0,00140	-	-	-120	+20
Pentan (texnikalıq)	C_5H_{12}	0,00170	-200	-	-190	+20
Toluol	$\text{C}_6\text{H}_5 \text{ SH}_3$	0,00107	-97,2	+109,8	-80	100
Talliy	-	0,00016	-60,0	-	-50	+20
Galliy	Ga	-	+29,8	207,0	-	1200
Sınap	Hg	0,00016	-38,9	356,6	-35	600

2. Manometrlik termometrler.



2.16 – súwret

Manometrlik termometrlerdiń islew printsipi germetik bekitilgen termosistemadaǵı basımnıń temperaturaǵa baylanıslı. Manometrlik termometrdiń sıızılması súwrette kórsetilgen.

sbaptıń termosisteması termoballon 1, kapillyar tútikshe 3 hám manometrlik prujinadan ibarat. Onıń bir ushın kapillyar menen, basqası, yaǵnıy bekitilgen ushı bolsa

ólshew ásbabınıń 2 kórsetkishini menen jalǵanǵan.

Manometrlik termometrler jumısshı zatqa qaraǵanda gazli, suıqlıqlı hám kondensacion (puw - suıqlıqlı) termometrlerge bólinedi. Bul ásbaplar suıq hám gáz tárizli ortalıqtıń - 200° tan + 600 °C qa shekem bolǵan temperaturasını ólshewde qollanıladı.

Isletiw processinde termometr termoballonı ólshenip atırǵan ortalıqqa túsiriledi hám termoballondaǵı jumısshı zatı ólshenip atırǵan ortalıq temperaturasını qabıl etedi. Temperatura kóteriliwi menen basım artadı, temperatura tómencilewi menen kemeyedi.

Jumısshı zatı basımınıń ózgeriwi iyiliwshen kapillyar arqalı manometrlik termometrdiń bir bólimin quraytuǵın ólshew ásbabına jetkezedi. ólshew ásbabı prujinalı manometr, ol manometrlik termometr termosistemasında ornatılǵan basımdı ólshewde qollanıladı.

Gázli manometrlik termometrler. -200 °C tan + 600 °C qa shekemgi temperaturanı ólshewdi. Gázli termometrlerde jumısshı zatı sıpatında azot qollanıladı.

Gázli manometrlik termometr termoballonınıń uzınlıǵı 400 mm den artpawı kerek, onıń diametri bolsa 5, 8, 10, 12, 16, 20, 25 hám 30 mm li qatardan tańlap alınadı. Kapillyardıń uzınlıǵı 0,6 dan 60 m ge shekem bolıwı múmkin.

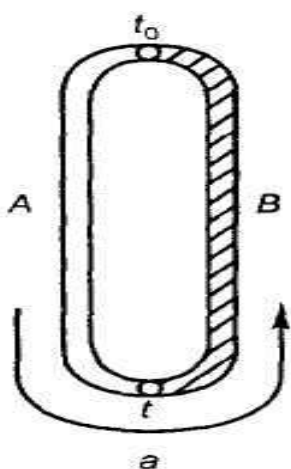
Arnawlı tayarlanǵan gázli manometrlik termometrler 0 °C tan tómenciler temperaturalarda ólshew ushın qóllanadı. máselen, vodorod gázli termometr - 250 °C qa shekem, geliy bolsa -267 °C qa shekem temperaturalar ushın isletiliwi múmkin.

Suyıqlıqlı manometrlik termometrler. $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ tan $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ qa shekem temperaturanı ólshew ushın qollanıladı. Termosistemanı tóltıratuın jumısshı zat sıpatında sınaq, propil spirti, metaksilol hám basqa suyıqlıqlar qollanıladı. ólshew sisteması termometrlik zat penen joqarı baslanış basımında toltırıladı.

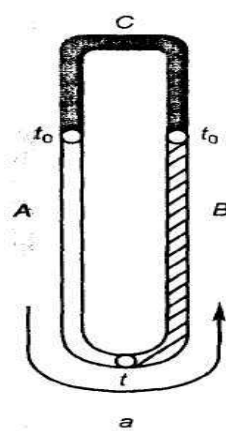
Átirap - ortalıqtıń temperaturası ózgergeninde suyıqlıqlı termometrlerdiń manometrinde ásirese kapillyarda, termometrlik zattıń termik keńeyiwi esabına, qosımsha qátelik payda boladı.

Termoelektrlik termometrler. Termoelektrlik termometrlerdiń isletiliwi termopara termo - elektr qozǵawshı kúshiniń (TEQK niń) temperaturaǵa baylanıslı.

Bul ásbap texnikanıń túrli tarawları hám ilimiy - tekseriw jumıslarında $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ tan $+2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ qa shekem bolǵan temperaturalarda ólshewde keńnen qollanıladı.



2.17 – súwret



TEQK eki hár qıylı metall sımnan ibarat shınjırda, olardıń bekitilgen jayında temperaturalar parqı esabınan payda boladı.

Birdey uzınlıqtıń eki túrli ótkizgishten dúzilgen shınjırda TEQK qosındısı ótkizgishler kontaktlı parqınıń qosındısına teń.

Eki hár qıylı ótkizgishten (termoelektrodlardan) dúzilgen termopara shınjırında TEQK ti ólshew ushın ólshew ásbabı talap etiledi.

Úshinshi ótkizgishti shınjırǵa jalǵaw ushın eki túrli usıldan paydalanıladı: jalǵawlardan birewindegi shınjırǵa jalǵaw yamasa termoelektrodlardan birin ajratıw.

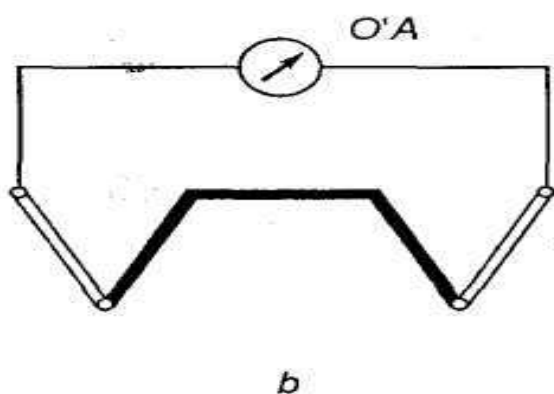
Birinshi halda tiykarınan (kóp qollanıladı) úshinshi ótkizgishsi jalǵaw ornı temperaturası termoelektrodlar ushınıń temperaturalarına teń, ekinshisinde bolsa t belgilisiz mániske iye.

Jıllılıq texnikasınıń ayırım máselelerin hal etiw ushın temperaturanı ólshewde termoelektrlik termometrlerdi hár qıylı jalǵaw usıllarınan paydalanıladı. Olardan eń kóp tarqalǵan usılları bul termobatareya hám diferencial termopara.

Termoelektrlik termometrlerdiń ózgertkish koeffitsientin kóbeytiw ushın bir neshe termoparanı izbe - iz jalǵaw (termobatareyadan) kerek. Bunda, termoparalardan payda bolǵan TEQK bir - birine qosıladı, yaǵnıy n termoparadan bolǵan termobatareyanıń TEQK i óz aldına alınǵan termoparanıń TEQK inen n márte kóp boladı.

Termobatareyalı jalǵaw usılıdan kem ózgeriwshi jumısshı temperaturası t nı hám erkin ushlarındaǵı temperatura t_0 di ólshewde paydalanıladı.

Eki noqat arasınan temperatura parqın ólshew ushın diferencial



2.18 – súwret

termoelektrlik termometr qollanıladı. Ol qarama - qarsı jalǵanǵan eki birdey termometrden dúzilgen. Eger temperaturalar parqı ólshenip atırǵan noqatlardıń temperaturasına óz - ara teń bolsa, onda usı noqatlarda termometr payda etken TEQK ler teń boladı. Bunday

halda termometrdegi shınjır toki nólge teń boladı, sebebi qarama - qarsı jalǵanǵanda bir termoparanıń TEQK i basqa

termoparanıń TEQK i menen kompensaciyalanadı hám ólshew ásbabı nólđi kórsetedi. Eger t_1 , hám t_2 temperaturalar hár qıylı bolsa, bul jaǵdayda qaysı temperatura joqarı bolıwına qarap, temperaturalar parqına proporcional bolǵan shıńır toki qandayda bir baǵdarda aǵadı hám bunı ólshew ásbabı kórsetedi.

Ayırım hallarda eki noqattaǵı temperaturalar parqın ólshew kerek boladı. Bul halda termoparanıń jumısshı birkken noqatlardıń birinde, bas ushları bolsa basqa noqatlarında jaylasadı.

Bunday tuwrı sıızqlı approksimaciya hár qanday termoparanıń temperaturalar parqı 20 – 25 °C tan asbaǵan jaǵday ushın tuwrı keledi.

Termoelektrlik materiallar hám termoelektrlik ózgertgishler. Túrli kóp sanlı termoelektrlik materiallar taza halda hám hár qıylı kombinaciyalarda bar bolıp, olardı termoelektrodlar sıpatında isletiw múmkin. Olardıń arasınan termoelektrod materiallardı ajratıp alıw ushın bir materialǵa salıstırǵanda normal elektrodtı hám onıń termoelektrlik qubılısların anıqlaw kerek. Normal termoelektrod ushın material sıpatında platina qabıl etilgen, ol ximiyalıq inertligi, jaqsı úyrenilgen fizika qubılısları hám joqarı eriw temperaturası menen ajıralıp turadı hámde platinanı taza halda alıw múmkin.

Barlıq materiallar óziniń termoelektrlik qubılıslarına qaray oń materiallar hám teris materiallar boladı.

Oń materiallar dep shartlı ayılatuǵın materiallarda platina menen jup ıssı ushınan tok platinadan usı materialǵa aǵadı. Teris materiallarda bolsa tok kerı baǵdarda aǵadı.

Ádette, bir - birine sáykes eki materiallar tańlap alınadı hám olar belgili termoelektrlik qubılıslarına iye bolǵan termoparanı payda etedi.

Ólshenip atırǵan ortalıqqa túsirilgen termoparanıń óz-ara baylanısqa ushları **jumısshı ushları** dep ataladı. Átirap - ortalıqta (atmosferada) olarǵa ádette ólshew ásbabınan sımalar jalǵanatuǵın ushları **bas ushları** dep ayıladı.

Standartlar 7a qaray tóمندegi standart termoelektrlik termometrler qollanıladı, olardıń xarakteristikaları tablicada keltirilgen.

Termoelektrlik termometr termoparanıń túri	Dárejele w belgisi	ólshew shegarası °C	Joqarı ólshew shegarası	
			Uzaq waqıt qóllanıwda	Qısqa waqıt qollanıwda
Mıs-kopelli	-	-200	100	600
Mıs-mıs-kopelli	T	-200	400	600
Temir-mıs-nikelli	J	-200	700	900
Xromel – kopelli	(XK)	-50	600	800
Nikelxrom-mis-nikelli	E	-100	700	900
Nikelxrom-nikel alyuminiyli	K (XA)	-200	1000	1300
Platinarodiy (10%) – platinalı	B (PP)	0	1300	1600
Platinarodiy(30%) platinarodiyli(6%)	B (PR)	+300	1600	1800
Volframreniy(5%) volframreniyli(20%)	Vr	0	2200	2500

Qımbat baha bolmaǵan metallardan tayarlanǵan 1 den 6 7a shekem termoelektrlik termometrler inertli hám tikleniwshi atmosferada ózin jaqsı tutadı, oksidleniwshi atmosferada olardıń islew múddeti shegaralanǵan.

7 den 9 7a shekem sanap ótilgen termometrlerde oksidleniwshi hám neytral ortalıqlarda dárejelew xarakteristikaların bir dárejede uslap turılıwı saqlanadı.

Termoelektrik termometrni ólshew ásbabı menen jalqaytuwın sımlar sonday materiallardan tayarlanadı, olar óz-ara jup bolıp, jalqanqan termoelektrik termometrler EQK n payda etedi.

Uzaytırıwshi termoelektr sımlar bir sımlı hám kóp sımlı bolıp, izolaciyalı hám sırtqı qaplama yamasa qabıqlıq etip islep shıqaradı.

Sorawlar

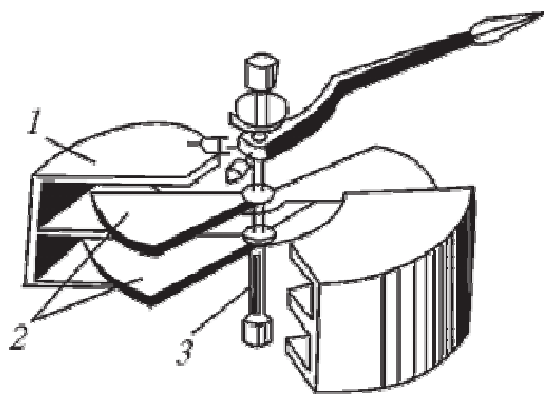
1. Shiyshele keńeyiw termometrleri haqqında nelerdi bilesiz?
2. Shiyshele keńeyiw termometrleriniń abzallıqları hám kemshilikleri haqqında nelerdi bilesiz?
3. Manometrlık termometrlerdiń qanday túrlerin bilesiz?
4. Manometrlık termometrler qay jerlerde qollanıladı?
5. Termoelektrik termometrler qanday printsipte isleydi?

2.4. Elektrik ólshewler

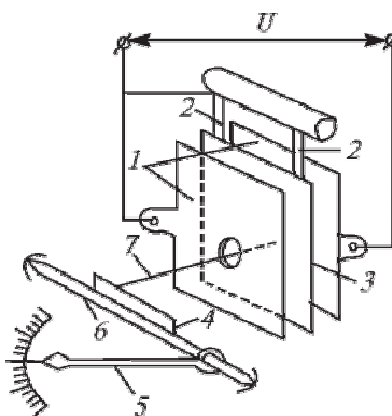
1. Elektrostatikalıq ólshew mexanizm.
2. Magnitoelektrik ólshew mexanizmi.
3. Elektromagnit ólshew mexanizmi.
4. Elektrodinamik ólshew mexanizmi.

Elektrostatikalıq ólshew mexanizmleri qozǵalıwshı hám qozǵalmas (plastinka) ótkizgishlerden ibarat bolıp, olarda aylandırıwshı moment zaryadlanǵan eki sistema plastinkalarınń, ótkizgishlerdiń óz-ara tásirlesiwinen payda boladı. Elektrostatikalıq ólshew mexanizmlerinde qozǵalıwshı bóliminiń háreketke keliwi (burılıwı) sıyımlılıqtıń ózgeriwine, yáǵnıy plastinkalardıń aktiv beti yamasa olar arasındaǵı aralıqtıń ózgeriwine baylanıslı boladı. Sonıń ushın bul sistema asbapları tek kernewin ólshewde, yaǵnıy voltmetr sıpatında isletiledi.

Birinshi túrdegi elektrostatikalıq ólshew mexanizmleri tiykarınan 10 hám 100 voltlerdegi kernewlerdi ólshewde isletiledi, ekinshi túrdegi bolsa joqarı, yaǵnıy kilovoltlardaǵı kernewlerdi ólshewde isletiledi.



2.19-súwret



2.20-súwret

2.19-súwrette elektrodlar aktiv betiniń ózgeriwine baylanıslı bolǵan mexanizm kórsetilgen. Onda bir yamasa bir neshe kamera 1 bolıp, hár qaysı kamera bir-birinen belgili aralıqta jaylasqan eki metall plastinkadan ibarat boladı. Eger qozǵalıwshı hám qozǵalmas plastinkalarǵa ólshenetuǵın kernew berilse, olar kerı belgide zaryadlanadı hám nátiyjede qozǵalıwshı plastinka elektrostatikalıq tartıw kúshi tásirinde kamera ishine tartıladı.

Kósher 3 ke bekkemlengen qozǵalıwshı plastinkanıń qozǵalıwı (burılıwı), kerı (kerı tásir etiwshi) moment payda bolıwshı spiral prujinanıń (yamasa tartqın) burılıwına alıp keledi. Aylandırıwshı hám kerı tásir etiwshi momentler teńleskende qozǵalıwshı bólim háreketten toqtaydı hám asbap shkalasınıń kórsetkishi boyınsha ólshenetuǵın kernew anıqlanadı. Elektrostatikalıq ólshew mexanizminiń ekinshi túri (elektrodlar arasındaǵı aralıqtıń ózgeriwine baylanıslı) 2.20-súwrette kórsetilgen bolıp, eki qozǵalmas plastinkalar 1 (elektrodlar)den, olar bolsa juqa metall lentasına asıp qoyılǵan qozǵalıwshı plastinkadan ibarat. Qozǵalıwshı elektrod qozǵalmas plastinkalardıń birine jalǵanǵan bolıp, basqasınan izolatsiyalangan boladı. Elektrodlar arasında potensiallar ayırması payda bolıwı nátiyjesinde qozǵalıwshı plastinka qozǵalmas plastinkadan iterilip, kerı belgi menen zaryadlanǵan plastinkaǵa tartıladı.

Plastinka burılıwınıń baǵıtı kernewdiń belgisine baylanıslı emes. Qozǵalıwshı plastinkanıń háreketke keliwi qozǵalıwshı kósher 6 nı hám sońınan asbap kórsetkishi 5 ti shkala boylap burılıwına alıp keledi. Bunnan mexanizmlerde kerı tásir etiwshi moment qozǵalıwshı plastinkanıń awırılıǵınan payda boladı.

Elektrostatikalıq ólshew mexanizmleriniń qozǵalıwshı bóliminiń burılıw múyeshi tómendegishe boladı.

Zaryadlanğan deneler sistemasınıń elektr maydan energiyası:

$$W_e = CU^2/2, \quad (2.18).$$

bul jerde: C — zaryadlanğan dene sıyımlılıǵı; U — olarga qoyılğan kernew.

Aylandıırıwshi moment belgisin (2.18) den tómendegishe jazıw múmkin:

$$M = \frac{dW_e}{d\alpha} = \frac{1}{2} U^2 \frac{dC}{d\alpha} \quad (2.19)$$

Keri tásir etiwshi moment elastik element járdeminde payda bolıwın esapqa alsaq, turǵın burılıw halatı:

$$\frac{1}{2} U^2 \frac{dC}{d\alpha} = W\alpha \quad (2.20)$$

bunnan:

$$\alpha = \frac{1}{2W} * U^2 * \frac{dC}{d\alpha} \quad (2.21)$$

Elektrostatikalıq voltmetrler hám turaqlı hám ózgermeli tok shınjırlarında qollanıwı mumkin, kernew U dıń polyusı ózgeriwi menen qozǵalıwshı bóliminiń burılıw baǵıtı ózgermeydi.

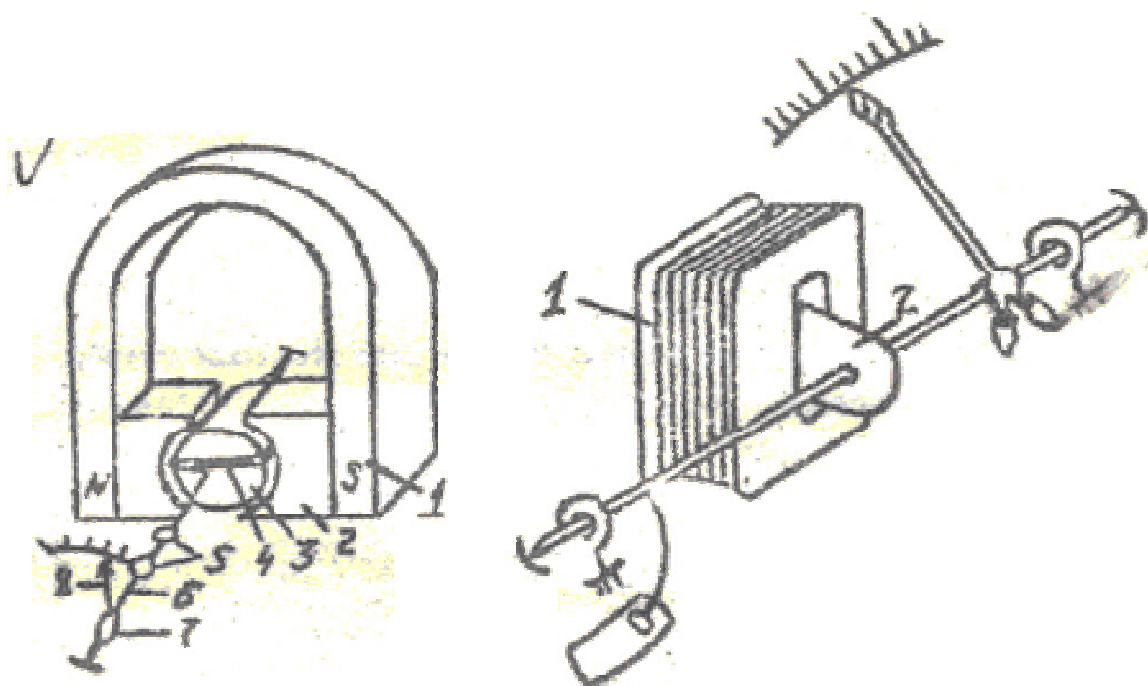
Eger (4) $dC/d\alpha = \text{const}$ bolsa, elektrostatikalıq voltmetrdiń shkalası kvadrat xarakterde boladı (darejelenedi). Elektrostatikalıq asbap shkalasın bir tekis dárejelewge qozǵalıwshı hám qozǵalmas plastinkalardıń formasın tańlap alıw menen yamasa sıyımlılıqtı qozǵalıwshı bólimin burıw múyeshi boyınsha belgili nızamlılıq tiykarında ózgeriwin táminlew menen erisiw múmkin. Bul usıl ámelde ásbap shkalasın 15— 20% dan joqarı bóliminde bir tekis dárejeleniwine imkan beredi.

Elektrostatikalıq asbaplardıń kórsetiwine ólshenetuǵın kernew jıylıǵı, ortalıq temperaturasınıń ózgeriwi hám sırtqı maydanlar sezilerli tásir etpeydi. Bunda qarama – qarsı sırtqı elektr maydanınıń tásiiri sezilerli dárejede boladı. Elektrostatikalıq asbaplardıń menshikli energiya beriwi júdá kem, máselen, turaqlı tokta ol nólge teń.

Elektrostatikalıq voltmetrler kem quwatlılıqqa shıjırlarda júdá keń, hátte 30 MHz ke shekem bolǵan jıylik diapazonında kernew ólshevide isletiledi. Anıqlıǵı boyınsha elektrostatikalıq voltmetrler kóbinshe 1,0—1,5 klasslarında islenedi. Arnawlı islengen, anıqlıǵı 0,1; 0,05 bolǵan voltmetrlerde bar.

Sırtqı elektr maydan tásirín kemeytiriw maqsetinde elektrostatikalıq ekran isletiledi.

Magnitoelektrlik ólshew mexanizmi. Magnitoelektrlik ólshew mexanizmi (2.21-súwret) turaqlı magnit 1, magnit polyusları 2, tsilindr tárizli polat ózek 3, qozǵalıwshı katushka (ramka) 4, spiral prujinalar 5, kórsetkish (strelka) 6 hám posonlar 7 den dúzilgen.



2.21-súwret .

Magnitoelektrlik sistemasındaǵı ólshew mexanizmi.

Ramkadan ótip atırǵan tok penen (2.21-súwret) turaqlı magnit maydanınıń óz-ara tásirinde ramkanı háreketke keltiriwshi kúsh

$$F = BIlw \quad (2.22).$$

payda boladı.

Bunda B – polyus ushları hám tsilindr tárizli ózek aralıǵındaǵı magnit induktsiyası; w -ramkadaǵı óramlar sanı; l -magnit maydanında jaylasqan ramkanıń aktiv bólimi uzınlıǵı, I - tok kúshi.

Bul kúshlerdiń baǵıtı shep qol qádesine tiykarlanıp tabıladı. Bul kúshler payda etken aylanıwshı moment tómendegishe anıqlanadı:

$$M_a = 2F \frac{b}{2} = Fb = BlbwI = BswI \quad (2.23).$$

bul jerde b - ramkanıń keńligi;

s -ramkanıń maydanı.

Aylanıwshı moment tásirinde ramka kósher átirapında aylanıp spiral prujinalar buralıp keri tásir etiwshi moment M_T payda etedi:

$$M_T = W\alpha \quad (2.24)$$

bul jerde W - salıstırmalı keri tásir etiwshi moment bolıp, spiral prujinanıń materialı hám ólshewlerine baylanıslı;

α - ramkanıń burılıw múyeshi (kórsetkishtiń shkala boylap jılıwın kórsetetuǵın múyesh yamasa bólekler sanı).

Ramkaǵa tásir etetuǵın eki (aylandırıwshı hám keri) moment óz-ara teńleskende ramka háreketten toqtap, teń salmaqlılıq halda boladı, yaǵnıy: M_a

$$= M_T$$

Yamasa $BswI = W \cdot \alpha \quad (2.25)$

bunnan $\alpha = \frac{Bsw}{W} I \quad (2.26)$

Aqırǵı (2.26) formulada magnitoelektrik ólshew mexanizmleriniń shkala teńlemesi dep ataladı.

$$\frac{Bsw}{W} = S_I \quad - \text{ ólshew mexanizminiń tok boyınsha sezgirliǵi dep ataladı.}$$

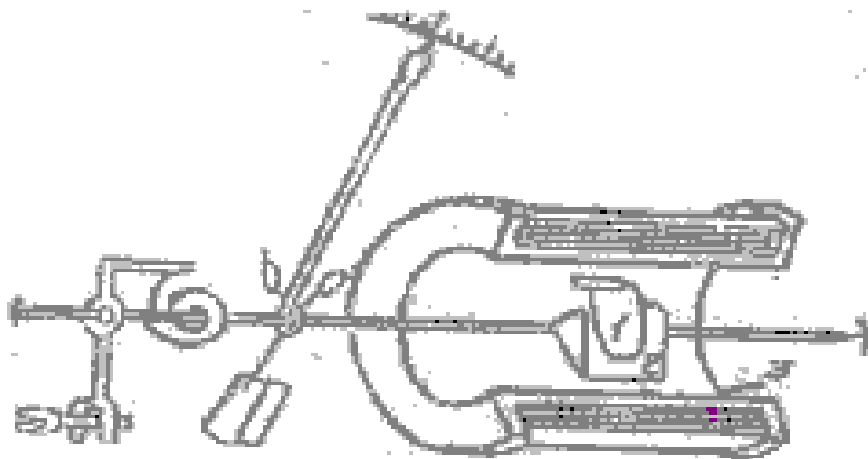
Berilgen ólshew mexanizmi ushın

$$S_I = \text{const.}$$

Sonı esapqa alıp (2.26) ti tómendegishe jazamız:

$$\alpha = S_I \cdot I. \quad (2.27)$$

Yaǵnıy ramkanıń burılıw múyeshi α ólsheniwshi toktıń mánisi 1 ge tuwrı proporsional, sol sebepli, magnitoelektrlik ólshew mexanizmleri turaqlı tok shınjırlarında qollanıladı hám olardıń shkalası bir tegis boladı. Bunday shkaladan paydalanıw qolay.



2.22-súwret

Magnitoelektrlik ólshew mexanizmleri ampermetr, voltmeter, ommetr hám galvanometrler sıpatında qollanıladı. Bunday ásbaplar quramalı bolsada joqarı sezgirlikke iye bolıp, quwatlılıqtı kem sarıplaydı 3 súwret sırtqı magnit maydanınıń tásirinen ańsat qorǵaydı.

Elektromagnit ólshew mexanizmi. Elektromagnit ólshew mexanizmleri tegis (1 - súwret) hám domalaq (2 - súwret) katushkalı etip tayarlanadı. Bul katushkalar qozǵalmas bolıp, olardan ólsheniwshi tok ótedi. Bunda payda bolatuǵın magnit maydanı qozǵalıwshı eki ózekke tásir etiwinde (1 -súwret) bul ózek katushka ishine tartıladı, nátiyjede kósher aylanıp, kórsetkishti qandayda bir múyeshke buradı. 1 - súwretteǵı qozǵalıwshı ózekler birdey

magnitlenedi; nátiyjede qozǵalıwshı ózek qozǵalmas ózekten iyterilip, kósherdi aylandıradı.

Ulıwma aylandırıwshı moment M_a magnit maydanı energiyasınan qozǵalıwshı bólim burılıw múyeshi boyınsha alınǵan qatnasına teń.

$$M_a = \frac{dW_e}{d\alpha} \quad (2.28)$$

Ferromagnit ózekli katushka magnit maydanınıń energiyası.

$$W_e = \frac{1}{2} LI^2 \quad (2.29)$$

bul jerde L - katushka induktivligi bolıp, ózektiń jaǵdayı katushkanıń ólshewlerine baylanıslı.

I-katushkadan ótip atırǵan turaqlı tok.

Qozǵalıwshı bólim teńsalmaqlıqta bolǵanında.

$$M_a = M_T \text{ yamasa } \frac{1}{2} LI^2 = W\alpha. \quad (2.30)$$

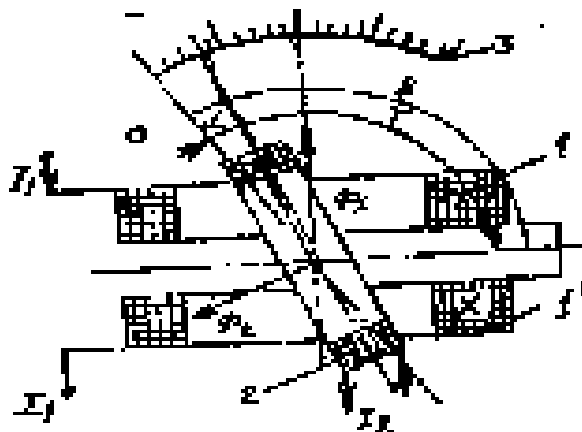
Bunnan

$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 \frac{dL}{d\alpha} \quad (2.31)$$

(2.31) formula elektromagnit ólshew mexanizmleriniń **shkala teńlemesi** dep ataladı. Burılıw múyeshi α ólshenip atırǵan toktiń kvadratına tuwrı proportsional. Katushkadan ózgermeli tok ótkende α ushın (2.31) formulaǵa iye bolamız. Bul jaǵdayda (2.31) formuladaǵı I - toktiń effektiv mánisi. Sol sebepli elektromagnit ólshew ásbapları turaqlı hám ózgermeli tok shınjırında qollanıwı múmkin. Olardıń shkalası tegis emes bolıp, kvadrat xarakterge iye hám bunday shkalanıń baslanǵısh bóliminen paydalanıw qolaylı bolmaydı.

Elektromagnit ólshew mexanizmleri ampermetr, voltmetr sıpatında hám logometrlık printsipinde jasalǵanda bolsa fazometr, faradometr hám shastotometrler sıpatında qollanıladı.

Elektrodinamik ólshew mexanizmi hám ásbapları. Eki birdey 1 hám 1` qozǵalmas katushkalar, qozǵalıwshı 2 katushkadan turaqlı toklar I_1, I_2 ótkende hár bir oram átirapında magnit maydanı payda boladı (2.23-súwret).



2.23-súwret

I_1 hám I_2 toklar payda etken magnit maydanlarınń óz-ara tásirinde aylandırıwshı moment M_a (2.28) payda boladı.

Toklı qozǵalmas hám qozǵalıwshı katushkaların elektromagnit maydan energiyası tómendegishe:

$$W_e = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 + I_1 I_2 M_{12} \quad (2.32)$$

bul jerde: L_1 - qozǵalmas katushkaların induktivligi;

L_2 - qozǵalıwshı katushka induktivligi bolıp, olar katushkanıń óz-ara jaǵdayına baylanıslı emes.

M_{12} - óz-ara induktivlik koeffitsienti bolıp, onıń mánisi qozǵalmas hám qozǵalıwshı katushka kósherleri ortasındaǵı múyeshke baylanıslı. W_e (2.32) mánisin (2.28) formulaǵa qoyıp, aylandırıwshı moment formulasın jazamız.

$$M_a = I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (2.33)$$

Aylandırıwshi hám keri tásir etiwshi momentler óz-ara teń bolǵanında ásbap qozǵalıwshı bólimi ushın turǵın jaǵdayı payda boladı.

$$I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} = W \alpha \quad (2.34)$$

Bunnan

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (2.35)$$

(2.35) formulada elektrodinamikalıq ólshew mexanizmleriniń shkala teńlemesi dep ataladı. Toklar ózgermeli bolsa, tómendegige iye bolamız:

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \cos \varphi \frac{dM_{12}}{d\alpha} . \quad (2.36)$$

bul jerde φ - I_1 hám I_2 - toklardıń órtasındaǵı faza jılıw múyeshi.

$$\alpha = \frac{1}{W} I^2 \cos \varphi \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (2.37)$$

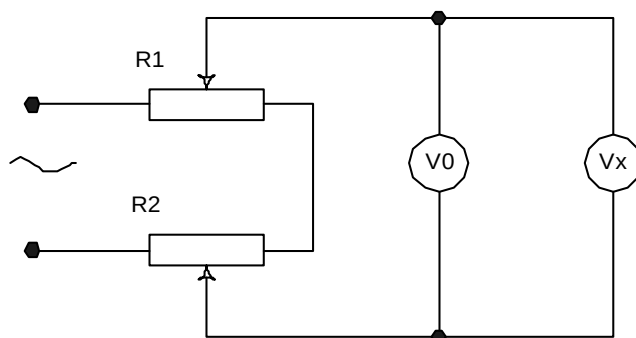
Bunday ásbaplardıń shkalası tegis - kvadrat xarakterge iye boladı.

Elektrodinamikalıq ólshew mexanizmleri ampermetr hám voltmetrler sıpatında qollanıladı. Olar tiykarınan quwatlılıqtı ólshew ushın wattmetr sıpatında hám logometrlik printsipinde jasalǵanda bolsa, fazometr hám shastotometr sıpatında qollanıladı.

Ásbap sisteması	Shartli belgiler		Tok túri	Jiylik diapazonı	Ayl. moment teńlemesi	Shkala teńlemesi	Anıqlıq klası	Wazıypası
	M _{αmex}	M _{αel}						
Me			-	0	BswI	KX	0,1; 0,2; 0,5	A, V, Ω, G
			-	0	BswI	KX	0,1; 0,2; 0,5	A, V, Ω, G
Em			~	KGs	$\frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$	KX ²	0,5; 1; 1,5	A, V, Gs, φ
Ed			≡	Bir neshe on KGs ke shekem	$I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$	KX ₁ X ₂	0,05; 0,1; 0,2	A, V, W, Gs, φ
Fd			≡		KI ₁ I ₂	KX ₁ X ₂	0,1; 0,2; 0,5	A, V, W, Gs, φ
Es			≡	MGs	$\frac{1}{2} U^2 \frac{dC}{d\alpha}$	KX ²	0,1; 0,2; 0,5	W
I			~	50 Gs	$cfF_1 F_2 \sin \varphi$	KN	1; 1,5; 2	W, Wh

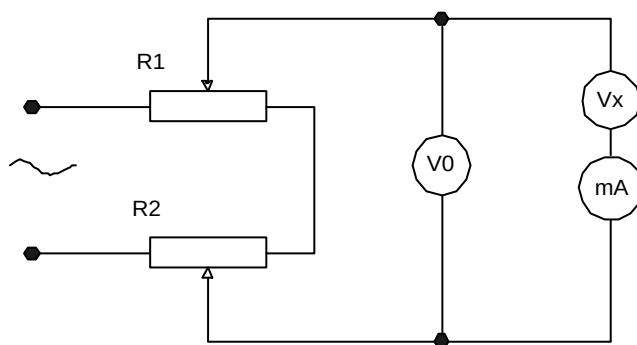
Jalqaw sxemaları

1. Voltmetrді текseriw



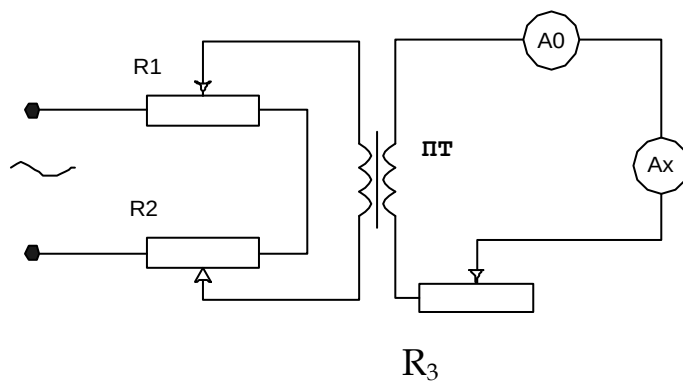
2.24-súwret

2. Voltmetrдің qarsılıǵın ólshew



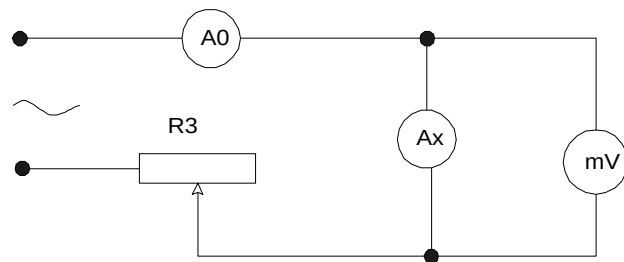
2.25-súwret

3. Ampermetrді tekseriw



2.26-súwret

4. Ampermetrдің qarsılıǵın ólshew



2.27-súwret

Sxemadaǵı belgiler:

V_0, A_0 - úlgili voltmetr hám ampermetr;

V_x, A_x - tekserilip atırǵan voltmetr hám ampermetr;

mA - milliampermetr; mV- millivoltmetr;

R1, R2, R3 - reostatlar;

PT - kernewdi páseytiriwshi transformator 220/12 V.

Sorawlar.

1. Magnitoelektrlik, elektormagnit hám elektrodinamikalıq ásbaplardıń jumıs islew printsipin túsindirıń.
2. Ásbaplardıń ulıwma dúzilisin aytıp berıń.

Paydalanilgan ádebiyatlar

1. M.Raxmatullaev. Fizika kursi. Mexanika. Toshkent, Óqituvshi, 1996y.
2. M.İsmoilov, P.Xabibullaev, M.Xaliulin. Fizika kursi. Toshkent, Ózbekiston, 2000y.
3. J.Kamolov, İ.İsmailov va boshq. «Molekulyar fizika va termodinamika» T.Óqituvshi 1993y.
4. T.Rizaev, B.İbragimov «Fizikadan masalalar echish metodikasi (mexanika va molekulyar fizika)». TDPU saytida - 2005.
5. P.R.Ismatullaev, Sh.A.Qodirova, ʔ.ʔoziyev «Elektr oʻlchashlar va oʻlchash asboblari» T. SHARQ. 2007.

MAZMUNI

Kirisiw.....	3
I. Fizikalıq ólshewler hám onıń áhmiyeti	
1.1. Fizikalıq shamalar haqqında túsinik	4
1.2. Ólshewlerdiń usılları hám túrleri	14
1.3. Ólshew qátelikleri haqqında túsinik. Ólshew dálligi	19
II. Fizikalıq ólshew úskeneleri	
2.1. Mexanikalıq ólshew úskeneleri	31
2.2. Basımdı ólshew úskeneleri	41
2.3. Temperaturanı ólshew ásbapları.....	48
2.4. Elektrlik ólshewler	57
Paydalanılǵan ádebiyatlar	69

Dúziwshiler:

Janabergenov Jaqsılıq Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutınıń Fizika woqıtıw metodikası kafedrasınıń docenti, fizika - matematika ilimleriniń kandidatı

Yusupov Oralbay Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutınıń Fizika woqıtıw metodikası kafedrasınıń assistant oqıtıwshıları

Nawrızbaevish

Tursınbaev Sabırbay

Awesbaevich

Fizikada ólshew úskeneleri

(Akademiyalıq licey hám kásip – óner kolledjleri talabaları ushın)

METODIKALIQ QOLLANBA

Oqıw-metodikalıq qollanba Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı ilimiy-metodikalıq keńesiniń - 2017-jılǵı № protokoli menen baspadan shıǵarıwǵa usınıs etilgen.

Bas redaktor

Tex.redaktor

Korrektor

Operator

Ájiniyaz atındaǵı NMPI redaktsiya-baspa bólimi

Ájiniyaz atındaǵı NMPI baspaxanasında 2017-jılı basılǵan.

Buyırtpa № . Nusqası dana. Formatı . Kólemi b.t.

230105, Nókis qalası, A. Dosnazarov kóshesi-104. Reestr №