

FIZIKA

Ulwma orta bilim beriw mektepleriniń
7-klası ushın sabaqlıq

MEXANIKA

Ózbekistan Republikası Xalıq bilimlendiriw minitrligi tárepinen tastıyqlangan

Qayta islengen hám tolıqtırılğan
qaraqalpaqsha tórtinshi basılımı

«Ózbekiston milliy ensiklopediyasi»

Mámleketlik ilimiy baspası

Tashkent – 2017

UO‘K: 53 = 512.121 (075.3)

KBK: 22.3 ya 72

Ф-63

Avtorlar:

**P. HABIBULLAEV, A. BOYDEDAEV,
A. BAHROMOV, S. BURXONOV.**

Juwaplı redaktorlar:






K. Tursunmetov – fizika-matematika ilimleriniñ doktori, Ózbekistan milliy universiteti professorı;

Sh. Usmonov – Ózbekstan Respublikası İlimler Akademiyasınıñ Fizika-texnika institutınıñ shama ilimiy xızmetkeri, fizika-matematika ilimleriniñ kandidati.

Pikir bildiriwshiler:

- B. Nurillaev** – Nizamiy atındağı TPU kafedrasınıñ baslıǵı;
B. Ibragimov – Nizamiy atındağı TPU kafedrasınıñ docenti;
Z. Sangirova – Respublikaliq tálım orayı bas metodisti;
N. Buranov – Tashkent qalası 178-sanlı IDUM fizika muǵallimi;
M. Rahmonov – Tashkent qalası 200-sanlı mekteptiñ fizika muǵallimi;
E. Jumaniyazov – Tashkent qalası 8-sanlı mekteptiñ fizika muǵallimi;
A. Rustamov – Fergana wálayatı 54-sanlı IDUM fizika muǵallimi;
B. Raxmatulıaev – Tashkent qalası 307-sanlı IDUM fizika muǵallimi;
D. Bekpolatov – Samarqand wálayatı, Aqdarya rayonındağı 18-sanlı mekteptiñ fizika muǵallimi.

Shartli belgilar:

-  – táriyiplemlerdi hám juwmaqlardı este saqlań;
 – formulani este saqlań;
 – tayanısh túsınikler;
 – úyge tapsırma;
 – shınıǵıwdıń tártip sanı.

**Respublika maqsetli kitap qorı qarjıları esabınan
basıp shıǵarıldı.**

© Habibullayev P. va boshq., 2005, 2017.

© «Ózbekiston milliy ensiklopediyasi»

Mámleketlik ilimiy baspası, 2005, 2017.

Qaraqalpaqsha awdarması

© «Bilim» baspası, 2017.

ISBN 978-9943-07-486-7

KIRISIW

Mexanika bóliminde nelerdi úyrenemiz?

Biz 6-klasta fizikalıq shamalar, zatlardın dúzilisi, mexanikalıq, jıllılıq, jaqtılıq, ses qubılısları haqqında dáslepki maǵlıwmatlardı aldıq. Nátiyjede, fizika páni haqqındaǵı dáslepki túsinikke iye boldıq.

Endi fizikanıń hárbir bólimin tereńirek úyreniwdi baslaymız. Sonıń ishinde, 7-klasta «Mexanika» bólimin úyrenemiz.

«Mexanika» sózi qaydan kelip shıqqan? Fizikanıń «Mexanika» bóliminde neler úyreniledi?

Adamlar áyyemnen baslap jasaw ushın úy-jaylardı qurǵan, haywanlardı awlaǵan, diyqanshılıq hám ónermentshilik penen shuǵıllanǵan. Olar jumıs islegende eń ápiwayı mashinalar – rıchag, qıya tegislik, sına, dóńgelek tárizli mexanizmlerden paydalanǵan ratapulta.

Bizniń eramızǵa shekemgi V ásirde Afina armiyasında diywaldı tesetuǵın mashinalardı (taranlardı), tas ılaqtıratuǵın dúzilislerdi paydalanǵan. Adamlardıń mıtájlikleriniń artıp barıwı menen insan miynetin ańsatlastırırwshı jáne de quramalı dúzilisler oylap tabıldı. Hár túrli dúzilisler, kópirlen menen dambalar qurıldı. İnsan ápiwayı qayıqdan baslap úlken kemelerdi, arbadan baslap velosiped, avtomobil, raketalardı dóretti (1-súwret).

Hár qıylı dúzilisler hám mashinalardı isletiw jáne jańaların oylap tabıwǵa bolǵan mıtájliklerdiń artıp barıwı olar haqqındaǵı bilimlerde toplaw hám olardı bir sistemaǵa túsiriw zárúrligin payda etti. Usıǵan baylanıshlı «Mexanika» ilimi júzege keldi.



1-súwret. Zamanlardıń ótiwi menen jetilistirilip barılǵan mexanikalıq dúzilisler.



Mexanika sózi grek tilinen alınğan bolıp, mashina haqqındaǵı tálimat degen mánisti ańlatadı.

Mexanika bóliminde materiyanıń eń ápiwayı kórinisindegi qozǵalıǵı – mexanikalıq qozǵalıstı úyrenemiz. Deneniń mexanikalıq qozǵalıstın tallaw ushın waqıttıń ótiwi menen keńisliktegi bul qozǵalıstı táriyiplewshi shamalar haqqındaǵı maǵlıwmatlarǵa iye bolıwımız kerek.



Mexanikanıń tiykarǵı wazıypası denelerdiń qozǵalıstı tezligin deneniń massası hám oǵan tásir etiwshi kúshlerge baylanıslıǵın sonday-aq, qálegen waqıttaǵı jaǵdaydı anıqlawdan ibarat.

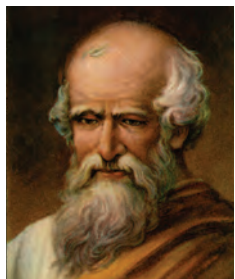
Bul tiykarǵı wazıypanı sheshiw ushın deneniń qalay qozǵalıp atırǵanlıǵın hám usı qozǵalıstıń barısında deneniń keńisliktegi ornınıń waqıttıń ótiwi menen qalay ózgeretuǵının anıq hám qısqa túrde kórsetiw kerek boladı. Házirgi waqıtlarda «Mexanika» dúzilisler hám mashinalardı jaratıwdı emes, al denelerdiń óz ara tásirin jáne usı tásir nátiyjesinde olardıń qozǵalıslarınıń ózgerislerin úyrenedi.

Mexanikanıń rawajlanıw tariyxınan maǵlıwmatlar



Aristotel

Grek alımı Aristotel (biziń eramızǵa shekemgi 384-322 jj.) 2300 jıldan kóbirek waqıt burın «Fizika» kitabında birinshi ret «mexanika» sózin paydalandı hám ilimge kirgizdi. Aristotel óziniń kitabında Jerdi álemnıń orayında jaylasqan, al onıń átirapında Quyash hám Ay aylanadı dep esapladı. Ol joqarı qaray ılaqtırılǵan denelerdiń jerge túsiwi, rıchag hám basqa mexanizmlerdiń islewi haqqında maǵlıwmatlardı keltirdi. Aristoteldiń denelerdiń qozǵalıstına baylanıslı pikiri sol dáwirler ushın aldınǵı qatar tálimat edi.



Arximed

Jáne bir áyyemgi grek alımı Arximed (biziń eramızdan burınǵı 287-212 jj.) birinshilerden bolıp mexanikalıq qubılıslardı tallaw ushın matematikani paydalandı. Ol matematikalıq esaplawlardıń járdeminde rıchagtıń islew principin, denelerdiń suwdaǵı júziw shártlerin táriyiplep berdi. Matematikalıq ámellerdiń fizikalıq proceslerge qollanılawı fizikanıń pán sıpatında qalıplesiwine tiykar bolıp hám onıń rawajlanıwında úlken áhmiyetke iye boldı.

Mexanikalıq qozǵalı haqqındaǵı Abu Rayxan Beruniy menen Abu Ali ibn Sinonıń tálimatları

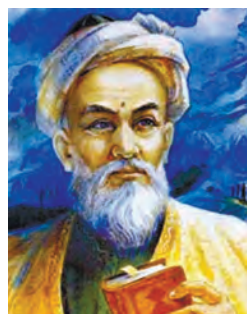
Orta ásirlerge kelgende basqa ilimler qatarında fizikanıń, sonıń ishinde, mexanikanıń rawajlanıwında jańa basqısh baslandı. Bul dáwirdegi mexanikanıń rawajlanıwında Orta Aziyadan jetilip shıqqan ullı alımlardıń da úlesi úlken bolǵan. Xorezmniń áyyemgi paytaxtı Kat qalasında (házirgi Beruniy rayonında) tuwılǵan **Abu Rayxan Beruniy** (973–1048) Jerdiń tartıw kúshi, denelerdiń erkin túsiwi, deneniń salmaǵı, ápiwayı mexanizmler, energiyanıń bir túrden basqa túrge aylanıwına baylanıslı maǵlıwmatlardı bergen. Sonıń ishinde, Jerdiń denelerdi ózine tartıwı haqqında bılay degen: «Jer shar formasında bolǵanlıqtan deneler barlıq tárepten Jerdiń orayına qaray tartılıp turadı». Beruniy okeanlardıń suwınıń betiniń sfera formasında bolıwına denelerdiń Jerge tartılıwı sebepshi ekenligin jazıp qaldırǵan. Jerdiń ishki qozǵalı, yaǵnıy onıń quramındaǵı zatlardıń óziniń tábiyyiy orınlarına umtılwına da denelerdiń Jerdiń orayına tartılıwı sebep bolıwı, sonıń sebebinen Jerdiń betindegi hár qıylı qozǵalıslardıń júzege keliwin túsindirgen.



Abu Rayxan
Beruniy

Beruniy Jerdiń radiusın, sheńber uzınlıǵın, kólemin anıqlap, Jerdiń kishireytilgen modeli – globustı oylap tapqan. Ol Amerika materigin teoriyalıq jaqtan ashqan. Jerdiń óz kósheri hám Quyash átirapında aylanıwı haqqında ilimiy pikirlerdi jazıp qaldırǵan.

Beruniydiń zamanlası, Buxaranıń Afshona awılında dúnyaǵa kelgen **Abu Ali ibn Sino** (980–1037) mexanikalıq qozǵalı, denelerdiń qozǵalıslarınıń salıstırmalıǵı, denelerdiń óz ara tásirlesiwleri, aylanbalı qozǵalı, orayǵa umtılwıshı kúsh, sızıqlı tezlik, atmosfera basımı haqqında áhmiyetli maǵlıwmatlardı jazıp qaldırǵan. Ibn Sinonıń «Fizika» hám «Mexanika» degen shıǵarmalarında keltirilgen maǵlıwmatlardıń házirgi dáwir tálimatlarına sáykes keliwi onıń ullı alım ekenligin dálilleydi. Abu Ali ibn Sino kúshtiń tásirinde denelerdiń qozǵalatuǵınlıǵı, al olardıń massaları qansha úlken bolsa, qozǵalı ushın úlken kúshtiń zárúr bolatuǵınlıǵı, birdey kúshlerdiń tásirinde ólshemleri hár qıylı denelerdiń alǵan tezligi hár qıylı bolatuǵının aytıp ótken. Sonlıqtan, ol bılay degen: «Eki shar alıń. Olardıń ólshemleri hár qıylı, sebebi birdey bolǵanda, nátiyjeleri hár qıylı



Abu Ali ibn Sino

boladı. Úlken shar ekinshisinen neshe ese úlken bolsa, nátiyjesi sonsha ese kishi boladı». Bunda Ibn Sino «sebep» dep házirgi waqıttağı «kúsh» túsinigin, al nátiyje dep «tezlik» túsinigin názerde tutqan. Bul tiykarda aradan jeti ásir ótkennen keyin inglis alımı Isaak Nyuton (1643–1727) tárepinen daǵazalanǵan mexanikanıń ekinshi nızamı dep atalatuǵın nızamınń sózler menen jazılǵan táriyiplemesi bolıp tabıladı.

Ibn Sino denelerdiń Jerge tartılıwın túsendiriwde mınaday mısál keltire-di: «Eger kimde-kim shertektiń astındaǵı baqandı tartıp alsa, onda shertek qulaydı – dep aytadı. Haqıyqatında ol shertekti qulatpaydı, al shertek ózi ushın tán bolǵan salmaqıń tásirinde qulaydı. Baqan bolsa shertekke qulawǵa múmkinshilik bermeydi. Baqanń tartıp alınıwı menen salmaqıń tásirinde qulaydı».

Nyuton tárepinen Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamınń ashılıwı Ibn Sinonıń bul haqqındaǵı pikirleriniń durıs ekenin dálilledi. Nyutonda almanıń úzilip túsiwi Jerge tartılısınń sebep ekenligin aytqan.

XVII ásirlerde italiyalı alım Galileo Galiley (1564–1642) qozǵalıstaǵı denelerdiń birden toqtay almawınń sebebi – denelerdiń inerciyası, denelerdi Jer sharınń ózine tartıp turıwınń nátiyjesinde olardıń erkin túsetuǵınlıǵın, mayatnik terbelisleriniń nızamlılıqların ashtı.

Inglis alımı Isaak Nyutonnın burın jasap dóretiwshilik etken alımlardıń mexanika tarawındaǵı jumıslarına, sonday-aq, ózi alıp barǵan baqlawlar menen tekseriwlerine tiykarlanıp, mexanikalıq qozǵalıstı hám denelerdiń óz ara tásir haqqındaǵı nızamlardı matematikalıq jaqtan ańlattı hám bir sistemaǵa túsirde. Nátiyjede mexanika óz aldına pán sıpatında qalıplesti. Mexanikanıń nızamları ilim menen texnikanıń rawajlanıwına úlken úles qostı.

Klassikalıq mexanikanıń qalıplesiw procesi jámiyettiń mánewiy jetilisiwine, adamzattıń rawajlanıwına úlken úles qostı. Eń birinshi ashılǵan fizikalıq nızamlar da mexanikaǵa tiyisli bolıp, álem haqqındaǵı eń birinshi fizikalıq kórinisi álemniń mexanikalıq súwretleniwi bolǵan. Mexanikanıń rawajlanıwınń nátiyjesinde ilimiy pikirlewdiń jańa usılı payda boldı, mikro hám makroálemniń sırları sheshilip, kosmostı tabıslı túrde iyelew isleri baslandı.



1. «Mexanika» nıń rawajlanıwına Orta Aziya oyshıllarınń qosqan úlesleri haqqındaǵı maǵlıwmatlardı jazıp keliń.
2. «Mexanika» nıń rawajlanıwına úles qosqan jáne qanday alımlardı bilesiz?
3. Ne ushın fizika pánin texnikanıń tiykarı dep ataydı? Juwabınızdı mısallar menen túsendiriń.

KINEMATIKANÍŇ TIYKARLARÍ

Mexanika: kinematika, dinamika hám statika bólimlerinen turadı.

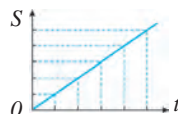
Biz Mexanikanı úyreniwdi kinematika bólimin úyreniw menen baslaymız. Kinematika bóliminde denelerdiń mexanikalıq qozǵalısları úyreniledi, biraq bul qozǵalıstı júzege keltiretuǵın sebepler bolǵan kúshlerdiń tásiri esapqa alınbaydı. «Kinematika» sózi grekshe «*kinematos*» sózinen alınǵan bolıp, «qozǵalıstı» degen mánisti bildiredi. Soń Mexanikanıń denelerdiń qozǵalıstına olardıń massasınıń hám óz ara tásirine baylanıslı ekenligin úyrenetuǵın bólimi bolǵan dinamika menen tanısamız. Qálegen deneni qozǵalısqıa keltiriw ushın oǵan belgili bir kúshlerdiń tásir etiwı kerek. Bunday kúshlerdiń qosılıw nızamları menen vektorlıq shamalar temasında tanısamız. Statika-da bolsa tásir etiwshi kúshlerdiń qosılıw nızamları hám denelerdiń teń salmaqlıqta turıw shártleri úyretiledi.

Biz kinematikanı úyreniw ushın zárúrli túsiniw (materiallıq noqat, esaplaw sisteması, traektoriya) hám shamalar (jol, orın awıstırıw, waqıt, tezlik, tezleniw) haqqında túsiniwke iye bolamız. Keyinirek deneler qozǵalıstı haqqında, kinematikıǵa tiyisli ápiwayı máselelerdiń qalay sheshiletuǵınlıǵın bilemiz. Bul bólimde keltirilgen maǵlıwmatlardı «mexanika»nıń keyingi bólimlerin úyreniwde paydalanamız.

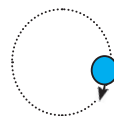
I bap. MEXANIKALÍQ QOZǴALÍS HAQQÍNDAGÍ ULÍWMA MAǴLÍWMATLAR



II bap. TUWRÍ SÍZÍQLÍ QOZǴALÍS



III bap. AYLANBALÍ TEŇ ÓLSHEWLI QOZǴALÍS





I bab. MEXANIKALÍQ QOZǴALÍS HAQQÍDA ULÍWMA MAǴLÍWMATLAR

1-Ş. DENELERDÍŃ QOZǴALÍSÍ

Mexanikalıq qozǵalı



2-súwret. Denelerdín mexanikalıq qozǵalı.

Dógerek-átirapımızda velosiped, avtomobil hám adamlardıń júriwin, aspan-da qustın, vertolyottın, samolyottın hám raketalardıń ushıwın (2-súwret), suwda balıqtın, akula hám delfinlerdín júziwin, Jerdín Quyash átirapında, Aydın Jer átirapında aylanıwın baqlaymız. Denelerdín qozǵalısları belgili nızam-qaǵıydalarǵa boysınadı. Mısalı, alımlar baqlawlardın nátiyjesinde aspan deneleriniń qaysı waqıtta keńisliktiń qaysı ornında bolıwın anıqlay aladı. Tap sol sıyaqlı Ay menen Quyashtıń qashan tutılatuǵınlıǵın aldınan aytıp beriwi múmkin.

Qálegen deneniń mexanikalıq qozǵalı basqa denegge salıstırǵanda baqlanadı. Mısalı, avtomobil terekler hám imaratlarǵa salıstırǵanda, dáryanıń suwı jaǵısqa salıstırǵanda, samolyot Jerdegi imaratlar, aspandaǵı bulıtlarǵa salıstırǵanda qozǵaladı. Deneniń qozǵalı basqlawshınıń turǵan ornına qarap hár qıylı boladı.



Deneniń mexanikalıq qozǵalı dep basqa denelerge salıstırǵanda keńislikte turǵan ornın waqıt ótiwi menen ózgerisine ayıldı.

Qozǵalıstıń salıstırmaǵı

Deneniń ornı jerge salıstırǵanda ózgermese, ol tınıshlıqta turıptı. Biraq deneniń tınısh yamasa qozǵalıǵı jaǵdayı salıstırmaǵı. Qayıqta otırǵan adam qayıqqa salıstırǵanda tınısh halda bolsa, jaǵısqa salıstırǵanda qozǵalısta. Jerdegi barlıq deneler tınısh turǵanday. Biraq olar Jer menen Quyashtıń átirapında aylanadı, yaǵnıy qozǵalısta boladı. Belgili bir tezlikte ketip baratırǵan poyezddiń ishinde júrip baratırǵan adam vagonǵa salıstırǵanda kishi tezlikte qozǵalsa, sırttaǵı temir joldiń relsine salıstırǵanda úlken tezlikte qozǵaladı. Bul adamnıń tezligi hár qıylı denelerge salıstırǵanda hár qıylı boladı. Basqa deneler bolmasa, deneniń tezligi haqqında heshqanday pikir aytıwǵa bolmaydı.



Barlıq denelerdiń qozǵalıǵı salıstırmaǵı bolıp, olardıń tınıshlıqta turıwı salıstırmaǵı bolıp tabıladı.

Esaplaw denesi

Qozǵalıstıń salıstırmaǵın esapqa alıw ushın «esaplaw denesi» túsiniǵi kirgiziledi. Mısalı, adam hám avtomobillerdiń qozǵalıǵı yamasa tınıshlıqtaǵı halı Jerge salıstırǵanda alınadı. Bul jaǵdayda Jer – esaplaw denesi bolıp esaplanadı. Átirapımızdaǵı barlıq denelerdiń tınıshlıq jaǵdayı yamasa mexanikalıq qozǵalıǵı tap sonday esaplaw denelerine salıstırǵanda qaraladı. Eger Jerdiń Quyash átirapındaǵı qozǵalıǵı qarap atırılǵan bolsa, Quyash esaplaw denesi boladı.



Deneniń qozǵalıǵı yamasa tınısh halı qaysı denegе salıstırǵanda baqlanıp atırılǵan bolsa, sol dene esaplaw denesi dep ataladı.

3-súwrette jerge salıstırǵanda 10 m/s tezlikte ketip baratırǵan platformanıń ústinde usı baǵıtta 1 m/s tezlik penen ketip baratırǵan adam súwretlengen. Bul adamnıń qozǵalıǵı ushın platforma esaplaw denesi dep alınsa, onıń tezligi 1 m/s boladı. Eger esaplaw denesi sıpatında Jer alınǵan bolsa, adamnıń tezligi 11 m/s boladı ($10 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s} = 11 \text{ m/s}$). Jolda ketip baratırǵan avtomobildiń, poyezd hám basqalardıń qozǵalıǵında esaplaw denesi sıpatında Jer sharınıń ornına onıń betinde qozǵalmay turǵan imarat, terекlerdi alamız. Mısalı, avtomobildiń qozǵalıǵı joldiń jaǵasındaǵı terекlerge salıstırǵanda, sol terек esaplaw denesi dep alınadı.



3-súwret. Platforma ústindegi adamnıń qozǵalıǵı salıstırmaǵı.

Esaplaw sisteması



4-súwret. Avtomobildin qozǵalısn eki ólshemli koordinatada kórsetiw.

Deneniń mexanikalıq qozǵalısqı haqqında tolıq maǵlıwmat beremiz. Mısalı, avtomobil qalanıń A punktinen B punktine barıwın tallayıq. Onıń tegisliktegi qozǵalısqın ańlatıwda tómenдеgi usıdan paydalanamız. Qalanıń kartasın alıp, onda qozǵalısqın baslanǵan A punkt, yaǵnıy esaplaw denesin tabamız (4-súwret). Usı noqattan ótiwshi Batıstan Shıǵısqı hám Qubladan Arqaǵa baǵıtlanǵan masshtabı kórsetilgen eki kósher ótkeremiz. Bunnan eki ólshemli koordinatalar sistemasın payda etemiz. Avtomobil júrgen kósherden sıziq ótkersek, onda avtomobildin koordinatalar basına salıstırǵandaǵı qozǵalısqın jolınıń sızilmasın kórsetemiz.

Al qozǵalısqın barısında avtomobildin koordinatalar basına salıstırǵanda qayjerde hám qashan bolǵanı anıq kórsetilse, qozǵalısqın haqqında tolıq maǵlıwmat berilgen boladı. Eger ushıp baratırǵan raketanıń koordinataların kórsetpekshi bolsaq, onıń biyiklik boyınsha qozǵalısqın haqqındaǵı maǵlıwmatları da kórsetiwimiz kerek boladı. Bunıń ushın tegisliktegi koordinatalar sistemasında joqarıǵa baǵıtlanǵan hám koordinata bası arqalı ótiwshi perpendikulyar kósher ótkeremiz. Nátiyjede úsh ólshemli koordinatalar sisteması payda boladı.

Raketanıń qozǵalısqın tolıq táriyiplew ushın úsh parametr beriledi:

- 1) esaplaw denesi (bul mısalda Jer sharı alınadı);
- 2) koordinatalar sisteması (koordinatalar orayı Jer sharında raketa ushan orındaǵı noqatqa jaylastırıladı);
- 3) waqıttı esaplaw (raketanıń ushıw traektoriyasınıń belgili bir noqatında qaysı waqıtta bolǵanı).



Esaplaw denesine baylanıshı koordinatalar sisteması hám waqıt esaplaw sistemasın payda etedi.

Mısalı, «Lasetti» avtomobili úyden shıǵıp, 10 minutta arqa tárepke qaray 8 km aralıqtı basıp ótken bolsın. Bunda «Lasetti»diń úydegi tınısh jaǵdayı da, joldaǵı qozǵalısqın da Jerge salıstırılıp qaraladı. «Lasetti» ushın Jer qozǵalmaytuǵın bolıp, esaplaw dene bolıp esaplanadı. Shofyordın saatınıń hám avtomobildin spidometri járdeminde 10 minut dawamında avtomobildin qansha aralıqtı basıp ótkenin anıqlawı múmkin. Bunda úy – koordi-

nata bası, onnan 8 km uzaqlaw aralıǵı bolsa koordinata basına salıstırǵanda basıp ótilgen jol bolıp esaplanadı. Bul jaǵdayda «Lasetti» diń qozǵalıǵında Jer – esaplaw denesi, úy – koordinata bası, shofyordıń saati – deneniń qozǵalıǵı waqıtın ólsheytuǵın ásbap. Olar birgelikte esaplaw sistemasın payda etip, qozǵalıstı tolıq táriyiplewge járdem beredi.



Tayanısh túsinikler: mexanikalıq qozǵalıǵı, qozǵalıstıń salıstırmaǵı, esaplaw denesi, koordinatalar sisteması, esaplaw sisteması.



1. Grek alımı Ptolemey Quyashtı Jerdiń átirapında aylanadı dep esaplaǵan. Polshalı alım Kopernik bolsa Jerdi Quyashtıń átirapında aylanadı degen pikirdi usınǵan. Siziń pikirinizshe qaysı alımniń pikiri durıs? Ózińizdiń pikirinizdi tiykarlap beriń.
2. Suwda qaynatıp pisirilgen birdey eki máyek alamız. Olardıń birdey táreplerin bir-birine tuwrıláp, birewin tınısh halda jaylastıramız hám ekinshisi menen birinshi máyekti soqlıǵıstıramız. Bul jaǵdayda tınısh turǵan máyek sına ma, yamasa soqqı bergen máyek sına ma?

2-§. KEÑISLIK HÁM WAQÍT

Keñislikniń sheksizligi

Álemde bar barlıq zatlar keñislikte jaylasqan. Keñislikte iyelemeytuǵın yamasa keñislikten sırtta bolǵan bir de obyekt joq hám bolıwı da múmkin emes. Basqasha aytqanda, keñislik materiya menen tıǵız baylanısqan. Keñislik sheksiz hám shegarası joq. Keñislik haqqında túsiniklerimizdi tek matematikalıq kóriniste – sanlar menen ańlatıwımız múmkin. Demek, aspan deneleriniń arǵı tárepinde uzaqta jaylasqan basqa deneler bar. Biz aspandaǵı juldızlardan tek 3 mının kóre alamız. Jaqtılıq nurı 1 sekunda 300 000 km aralıqtı basıp ótedi. Usınday tezlikte eń jaqın juldızdıń Sentavr nurı bizge 4 jılda jetip keledi. Bul aralıqtıń qansha dárejede úlkenligin tek esaplawlar kórsetedi. Usı juldızǵa shekemgi aralıqtı esaplaw kóreyik:

<i>Berilgen:</i>	<i>Formula:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$t = 4 \text{ jıl} \approx 126\,230\,400 \text{ s};$ $v = 300\,000 \text{ km/s.}$	$s = vt.$	$s = 300\,000 \text{ km/s} \cdot 126\,230\,400 \text{ s} =$ $= 37\,869\,120\,000\,000 \text{ km.}$
<hr/> <i>Tabıw kerek:</i> $s = ?$		<i>Juwap:</i> $s = 37\,869\,120\,000\,000 \text{ km.}$

Kóz aldımızǵa elesletip kóreyik. Saatına 1000 km tezlikte ushatuǵın samolyotta Jerden sol juldızǵa baramız. Esaplawlar 4300 jıldan kóbirek waqt kúni-túni toqtamastan ushıwımız kerekligin kórsetedi.

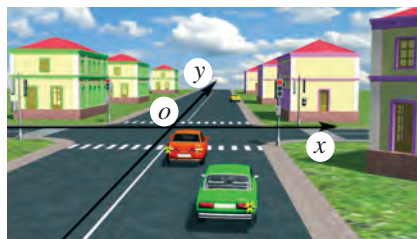
Bizge kórinetuǵın juldızlardıń artında júdá kóp sanlı juldızlar bar. Keńislikte bir-birine baylanıslı qozǵalatuǵın juldızlar sisteması galaktikanı payda etedi. Eń kúshli ásbaplarınan paydalansaq ta, biz keńisliktiń kishi bir bólimin baqlawımızǵa baylanıslı, galaktikalardıń dál sanın aytıw qıyın. Alımlardıń esaplawları boyınsha, Quyash sisteması orın alǵan biziń galaktikamızda 200 den 400 milliardqa shekem juldız barlıǵı boljanbaqta. Jaqtılıq tezliginde qozǵalsa galaktikamızdıń bir shetinen ekinshi shetine barıw ushın 100 mın jıl kerek bolar edi. Sheksiz keńislikte bolsa 100 den 200 milliardqa shekem galaktikalar bolıp, hárbir galaktikada júz milliardtay juldızlar bar dep esaplandı. Sol gallaktikalardıń eń uzaqta jaylasqaninan bizge jaqtılıq, 10 milliard jıldan keyin jetip keledi. Keńisliktiń qanshama keńligin kóz aldınıǵa keltirip kóriń. Demek, keńislik sheksiz.

Keńislikti úsh ólshemli koordinatalarda sáwlelendiriw



5-súwret. Tuwrı sızıqlı qozǵalıstı bir ólshemli koordinatada súwretlew.

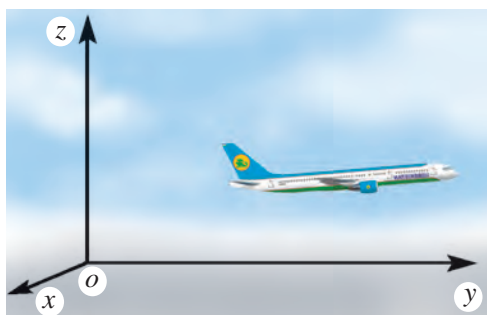
yamasa shepke, joqarı yamasa tómengen qozǵalmaytuǵınlıqtan qosımsha koordinata kósheriniń keregi joq, onıń qozǵalıstın bir ólshemli koordinatalarda súwretlewdiń ózi jetkilikli. Tuwrı jolda ketip baratırǵan avtomobil



6-súwret. Tegisliktegi qozǵalıstı eki ólshemli koordinatada súwretlew.

Tegis tuwrı jolda júrip baratırǵan avtomobilniń qozǵalıstın sızılmaında súwretlew ushın masshtabı kórsetilgen bir tuwrı sızıqlı jetkilikli (5-súwret). Temir joldıń tuwrı sızıqlı bólimindegi poyezddıń qozǵalıstın súwretlewge de bir ólshemli koordinata kósheri kerek. Bunda qozǵalıp baratırǵan dene ońa yamasa burılıwı yaǵnıy, tuwrı sızıqlı qozǵalıstın bolmay qaladı. Jerdiń betin úlken emes aralıqlarda tegislik dep esaplasaq, usı tegislikte adam, velosiped, avtomobillerdiń qozǵalıstın súwretlew ushın eki ólshemli koordinatalar kerek boladı. Demek, tegislikte ornın ózertip atırǵan dene qozǵalıstı, mısalı, avtomobilniń qozǵalıstın koordinatalar tegisliginde súwretleybiz (6-súwret).

Qustıń jerde yaǵnıy tegislikte júriwi yamasa aspanda yaǵnıy keńislikte ushıwı múmkin. Onıń jerdegi qozǵalıwın eki ólshemli, aspandaǵı ushıwın bolsa úsh ólshemli koordinatalarda súwretlew qolaylı. Samolyottıń ushıwı qozǵalıstıń baǵıtına baylanıslı tańlap alınǵan úsh ólshemli koordinatalar sistemasında súwretlenedi (7-súwret). Hawa sharınıń aspandaǵı, teńiz haywanlarınıń bolsa suw astındaǵı qozǵalıwın táriyiplew ushın da úsh ólshemli koordinatalar sisteması kerek.



7-súwret. Samolyottıń qozǵalıwın úsh ólshemli koordinatada súwretlew.



Keńisliktiń tiykarǵı qásiyetleri: haqıyqatında da bar ekenligi, materiya menen ajıralmaslıǵı (álemde keńislik penen baylanıspaǵan bir de obyekt joq), sheksizligi, úsh ólshemliliǵı (barlıq fizikalıq obyektlerdiń uzınlıǵı, eni hám biyikligi boladı).

Waqıttı bir ólshemli koordinatalarda sáwlelendiriw

Hárqanday process, waqıya, qubılıs belgili bir orında (keńislik) hám zaman (waqıt) da júzege keledi. Dene qozǵaladı, yaǵnıy óz ornın tek keńislikte emes, al waqıt boyınsha da ózǵertedi. Waqıttı ólshew ushın tákirarlanıp turıwshı qubılıstıń tákirarlanıwınıń uzaqlıǵın paydalanadı. Mısalı, Jerdiń óz kósheriniń átirapında Quyashqa salıstırǵanda bir ret aylanıw waqıtın 24 saat dep yamasa Jerdiń Quyashtıń átirapında bir ret aylanıw waqıtın bir jıl dep alǵan. Bir jıl 31 556 926 sekundqa teń. Sonlıqtan, 1 s Jerdiń Quyash átirapında bir ret aylanıw dáwiriniń 31 556 926 dan bir bólimine teń. Házirgi waqıttı úlken dállikte ólsheytuǵın kvarc hám molekualıq saatlar paydalanıladı. Olar waqıttı sekundtıń trillionnan bir bólimindegi dállikte ólsheydi. Waqıt bir ólshemli koordinatalarda súwretlenip, ol ótmishten keleshekke qaray ósip barıwı shama sıpatında paydalanıladı (8-súwret).



8-súwret. Waqıttı bir ólshemli koordinatada súwretlew.

Denelerdiń qozǵalıwın keńislik hám waqıttan ajratılǵan halda kóz aldımızǵa keltiriwge bolmaydı. Sonlıqtan denelerdiń qozǵalısları keńislikte hám waqıt dawamında júzege keledi, dep qaraladı.



Waqıt – bul qubılıslardıń izbe-iz ózgeriw tártibin hám proceslerdiń dáwiriligin sıpatlaytuǵın fizikalıq shama. Waqıt xalıq aralıq birlikler sistemasında (XBS) sekundlarda ólshenedi.

Bizdi, tiykarınan, deneniń keńisliktegi ornınıń waqıtqa baylanıslılıǵı qızıqtıradı.



Tayanısh túsinikler: keńislik, galaktika, waqıt, bir ólshemli eki ólshemli koordinatada hám úsh ólshemli koordinatada súwretlenetuǵın qozǵalı, úsh ólshemli koordinatadaǵı keńislik.



1. Oyımızda 99-bettegi maǵlıwmatlardan paydalanıp, samolyotta Jerden Ayǵa hám Quyashaqa barıw ushın qansha waqıt ushıw kerekligin esaplań.

3-§. KINEMATIKANÍŃ TIYKARǴÍ TÚSINIKLERI



Mexanikanıń deneniń qozǵalısin onıń massası hám onı qozǵalısqa keltiriwshi sebeplerin esapqa almaǵan halda úyrenetuǵın bólimine kinematika dep ataladı.

Kinematikanıń tiykarǵı wazıypası denelerdiń qálegen waqıttaǵı koordinataların aniqlawdan ibarat. Deneniń koordinatalarınıń waqıtqa baylanıslılıǵı haqqındaǵı maǵlıwmatlar hár túrde mısalı, grafik, keste yamasa formula kórinisinde beriliwi, sonday-aq, sózler menen ańlatılıwı múmkin. Bul maǵlıwmatlardı biliw arqalı deneniń qálegen waqıttaǵı keńisliktegi ornın anıq aytıwǵa boladı. Bunıń ushın bir qatar jańa túsinikler menen tanısıp alıwımız kerek.

Materiallıq noqat

Uzaqta ketip baratırǵan avtomobildıń forması anıq kórinbeydi, ol júdá kishkene, hátte noqattay bolıp kórinwi múmkin. Al kishkene qumırshaǵa mikroskop arqalı qaraǵanımda ol qorqınıshlı jırtqısh bolıp kórinedi. Denelerdiń qozǵalısin úyrengenimizde bir qatar ápiwayılastırıwırlardan paydalanamız. Bunday usıllardıń biri qozǵalıstaǵı deneniń ólshemlerin esapqa almastan, onı kórip atırǵan process yamasa sızılmalarda materiallıq noqat dep alıwdan ibarat.



Berilgen sharayatta ólshemlerin hám formasın esapqa almawǵa bolatuǵın dene materiallıq noqat dep ataladı.

Uzunlıǵı 4 m bolǵan avtomobildıń 10 km aralıqtı basıp ótiwdegi qozǵalısqın úyreniwde onı materiallıq noqat dep qaraw múmkin. Sebebi avtomobildıń basıp ótetuǵın aralıǵı onıń uzunlıǵınan 2500 ese úlken. Usı sıyaqlı samolyottıń uzaq aralıqqa ushıwı qaralıp atırǵanda, onı materiallıq noqat dep esaplaw múmkin. Dene bir jaǵdayda materiallıq noqat dep qaraladı, basqa jaǵdayda bolsa onı materiallıq noqat dep qarawǵa bolmaydı. Mısalı, oqıwshı mektepke baratırǵanda úyinen 1 km aralıqtı basıp ótse, bul qozǵalısta onı materiallıq noqat dep qaraw múmkin. Biraq usı oqıwshı úyiniń ishinde azanǵı gimnastika shınıǵıwların orınlap atırǵanda, onı materiallıq noqat dep bolmaydı. Kitaptı sumkadan alıp stolǵa qoyıw procesin súwrette kórsetkende kitaptıń qaysı tárepi menen qoyǵanlıǵımızdı kórsete alamız. Biraq, mektepke alıp baratırǵanda sızılmada kitap júdá kishkene noqat bolıp kórinedi. Bul jaǵdayda onı materiallıq noqat dep alıw múmkin.

Materiallıq noqat túsiniǵinen qozǵalıstaǵı deneniń ólshemi basıp ótilgen aralıqqa salıstırǵanda júdá kishi bolǵan jaǵdayda ǵana emes, al talqılanıp atırǵan deneniń ólshemi oǵan salıstırǵanda qaralıp atırǵan basqa bir denegeshkem bolǵan aralıqqa salıstırǵanda júdá kishi bolǵanda da paydalanıladı. Jer sharınıń ólshemleri júdá úlken. Biraq, Jer planetasınıń Quyash átirapında aylanıwın úyrengende, olardıń arasındaǵı aralıqtıń júdá úlkenligi sebepli, Jerdi materiallıq noqat dep qaraw múmkin.

Traektoriya

Taxtaǵa por menen sızǵanda, qarlı jolda avtomobil júrgende, aspandaǵı tas bólegi – meteor atmosferǵa kiringende iz qaldıradı (9-súwret). Por, avtomobil hám meteordıń qaldırǵan izleri olardıń traektoriyaları bolıp tabıladı.

Deneler ózleriniń qozǵalısqında barlıq waqıtta da iz qaldıra bermeydi. Mısalı, aspanda ushıp atırǵan meteor iz qaldırsa, trampılınen sekirip atırǵan sportshı bolsa iz qaldırmaydı. Sportshı, top, adam, mashina, qus hám samolyotlardıń qozǵalısqılarınıń barısqında izleri kórinbese de, olardıń izlerin úzliksiz sızıq dep kóz aldımızǵa keltiriw múmkin.



9-súwret. Meteor deneniń qozǵalısqı traektoriyası.



Materiallıq noqattıń qozǵalısqınıń barısqında basıp ótken noqatların tutastırıwshı sızıqtı qozǵalısqı traektoriyası dep ataladı.

Jol hám orın awıstırıw

Deneniń traektoriyasını sanlıq jaqtan bahalaw ushın fizikalıq shama – jol qabıl etilgen.



Deneniń qozǵalısnıń traektoriyası boylap basıp ótken aralıǵı, traektoriya uzınlıǵı jol dep ataladı hám s háribi menen belgilenedi.

Joldıń, ulıwma, uzınlıqtıń ólshem birligi etip metr qabıl etilgen. Onıń – etalonı etip Parijdegi Xalıq aralıq Ólshewler Byurosında saqlanǵan platinairidiyden soǵılǵan arnawlı sterjen uzınlıǵı alınǵan.

Ayırım jaǵdaylarda deneniń basıp ótken jolı emes, al ol qozǵalıstı qaysı noqtattan baslap, qaysı noqtatta toqtanǵanlıǵı áhmiyetlierek.



Deneniń qozǵalıstıǵı baslanǵısh hám aqırǵı orınlardı tutastırıwshı baǵıtlanǵan kesindi orın awıstırıw dep ataladı.



10-súwret. Jol hám orın awıstırıw.

Siz kóldiń jaǵasındaǵı soqpaqtan júrip, A noqtatınan B noqtatına iymek sızıqlı traektoriya boylap 100 m joldı basıp ótiwińiz múmkin (10-súwret). Bunda orın awıstırıw A noqtatınan B noqtatına shekemgi aralıqqa, yaǵnıy 40 m ge teń boladı. Dostıńız bolsa qayıqta A noqtatınan B noqtatına tuwrı sızıq boyınsha júzip ótse, traektoriya menen orın awıstırıw bir-birine teń bolıp, onıń uzınlıǵı 40 m boladı.

Tashkentten Andijanǵa shekemgi orın awıstırıw 245 km bolǵan jaǵday da, avtomobil Tashkentten Andijanǵa barıwı ushın 380 km joldı basıp ótedi. Tuwrı sızıqlı qozǵalıstı jol hám orın awıstırıw bir birine teń boladı.

Mexanikalıq qozǵalıstı

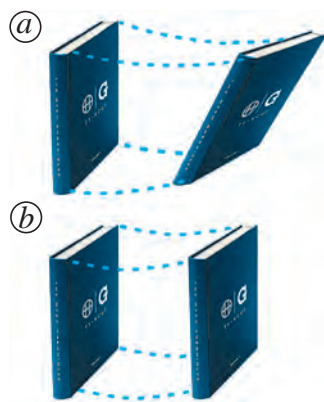


11-súwret. «Matiz» daǵı ilgerilmeli hám aylanbalı qozǵalıstı baǵıtı.

Ápiwayılastırıw maqsetinde denelerdiń qozǵalıstıń úsh túрге bólip úyreniledi: ilgerilemeli, aylanbalı hám terbelmeli. Avtomashinanıń korpusı ilgerilemeli qozǵalsa, onıń dóńgelekleri aylanbalı qozǵaladı (11-súwret). Motorındaǵı porshenleri terbelmeli qozǵaladı.

Ilgerilemeli qozǵalı

Eger deneniń qozǵalı ilgerilemeli bolsa, onıń qozǵalıń súwretlew ushın deneniń bir noqatınıń qozǵalıń súwretlew jetkilikli. Mısalı, stoldıń ústindegi kitaptı bir orınnan basqa orınǵa hár qıylı kóshiriw múmkin (12-súwret). (a) jaǵdayında onıń qırlarınıń qozǵalıları hár qıylı. (b) jaǵdayında kitaptıń qırlarınıń qozǵalı traektoriyaları birdey boladı, yaǵnıy kitaptıń tórt qırınıń traektoriyaların biriniń ústine birin qoyıw múmkin. Kitaptıń ekinshi jaǵdaydaǵı qozǵalı ilgerilemeli qozǵalısqá misal bola aladı. Bul jaǵdayda kitaptıń tek qırları ǵana emes, al ıqtıyarlı alınǵan noqatlarda birdey qozǵaladı.



12-súwret. Kitaptıń ilgerilemeli emes (a) hám ilgerilemeli (b) qozǵalı.

Velosiped yamasa motorlı qayıqtaǵı adam ilgerilemeli qozǵaladı. Biraq, velosipedtiń dóńgelegi hám motordıń párrikleriniń qozǵalı buǵan misal bola almaydı.



Qozǵalıstıń barısında deneniń barlıq noqatları birdey orın awıstırsa, bunday qozǵalıstı ilgerilemeli qozǵalı dep ataydı.

Ilgerilemeli qozǵalıstaǵı deneniń ıqtıyarlı túrde alınǵan eki noqatın tutastıratuǵın tuwrı sızıq ózine ózi parallel túrde orın awıstıradı).

Joqarıǵa kóterilip baratırǵan lift, ushıp baratırǵan samolyot hám raketa ilgerilemeli qozǵalısta boladı. Dem alıw baǵlarındaǵı sharq-pálek kabinası aylanbalı qozǵaladı (13- súwret). Biraq, usınıń menen bir waqıtta ol ilgerilemeli de qozǵaladı. Sebebi kabinanıń ıqtıyarlı eki noqatınan ótkerilgen tuwrı sızıq óz-ózine parallel túrde orın awıstıradı.

Ilgerilemeli qozǵalatuǵın deneniń qozǵalı- sınıń úyrenge, onıń tek bir noqatınıń qozǵalı sınıń úyreniw jetkilikli. Sonlıqtan, ilgerilemeli qozǵalatuǵın deneni materiallıq noqat dep qaraymız. Ilgerilemeli qozǵalı tuwrı sızıqlı hám iyemek sızıqlı boladı.

Denelerdiń qozǵalı sınıń úsh túrge: ilgerilemeli, aylanbalı hám terbelmeli qozǵalılarǵa bólip, bul quramalı qozǵalılardı tallawdı ańsatlastıradı hám matematikalıq jaqtan táriyiplew imkaniyatın beredi.



13-súwret. Sharq-pálek kabinalarınıń ilgerilemeli qozǵalı.



Tayanış túsinikler: materiallıq noqat, traektoriya, jol, orın awıstırıw, ilgerilemeli qozǵalı.



1. Bir deneni baqlanıp atırǵan hár qıylı proceslerdiń birinde materiallıq noqat dep alıw múmkin bolǵan, al ekinshisinde bolsa múmkin bolmaǵan birneshe mısál jazıń.
2. Úyińizden mektepke shekem barıw traektoriyasın hám orın awıstırıwdı sıızılmada sıızıp, olardıń arasındaǵı aralıqlardıń ayırmasın shamalap kóriń.

4-§. SKALYAR HÁM VEKTORLIQ SHAMALAR HÁM OLAR ÚSTINDEGI ÁMELLER

Skalyar shamalar

Fizikalıq shamalardı eki toparǵa – skalyar hám vektorlıq shamalarǵa bóliw múmkin.



Baǵıtınıń áhmiyeti bolmaǵan, tek san mánisi menen anıqlanatuǵın shamalardı *skalyar shamalar* dep ataymız.

Kólem, waqıt, jol, massa, energiya sıyaqlı fizikalıq shamalar skalyar shamalar bolıp tabıladı. Olar ústinde ámeller sanlar ústindegi ámellerdey bolıp orınlanadı. Mısalı, birinshi deneniń massası $m_1 = 8$ kg, ekinshi deneniń massası $m_2 = 4$ kg, onda olardıń birgeliktegi massası:

$$m_1 + m_2 = 8 \text{ kg} + 4 \text{ kg} = 12 \text{ kg}.$$

Bul eki deneniń massalarınń arasındaǵı ayırma:

$$m_1 - m_2 = 8 \text{ kg} - 4 \text{ kg} = 4 \text{ kg}.$$

Tap sonday birinshi deneniń massasınıń ekinshisiniń massasınan neshe ese artıq ekenligin anıqlaymız. Bunnan basqa deneniń massası qanday da bir sanǵa kóbeytiw yamasa bóliw múmkin. Mısalı, $m = 12$ kg bolsa, onı 3 ke kóbeytiw hám bóliw tómendegishe orınlanadı:

$$m \cdot 3 = 12 \text{ kg} \cdot 3 = 36 \text{ kg}; \quad m : 3 = 12 \text{ kg} : 3 = 4 \text{ kg}.$$

Tuwrı sıızıq boyınsha qozǵalısta deneniń qozǵalıstı qay ornınan baslaǵanı, qay tárepke qozǵalǵan hám basıp ótilgen jolınıń shamasın biliw deneniń qozǵalıstınıń aqırındaǵı ornın anıqlaw ushın jetkilikli.

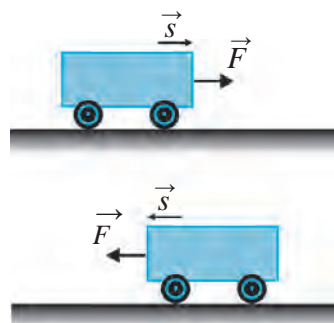
Vektorlıq shamalar

Bazı bir fizikalıq shamalar menen is alıp barganda olardıń san mánisin biliw jetkilikli emes, olardıń baǵıtı da zárúr áhmiyetke iye boladı. Mısalı,

dene $s = 5 \text{ m}$ aralıqqa orın awıstırdı, dew jetkilikli emes. Bunda orın awıstırıwdıń baǵıtında belgili bolıwı kerek. Sol jaǵdayda deneniń qaysı tárepke hám qayjerge orın awıstırǵanlıǵı haqqında tolıq túsinikke iye bolamız.

Stoldıń ústinde turǵan arbaǵa belgili bir kúsh tásir etip atır dep aytıw jetkilikli emes. Bul kúsh denegeshipten oń tárepke qaray tásir etkende, arba ońǵa, ońnan shep tárepke qaray tásir etkende bolsa shep tárepke qaray qozǵaladı (14-súwret). Eger kúsh arbaǵa joqarıdan tómengeshipte qaray tásir etse, arba qozǵalmaydı.

Kúsh, tezlik, orın awıstırıw sıyaqlı fizikalıq shamalar vektorlıq shamalar. Bul shamalar úyreniwde san mánisi menen baǵıtın biliw áhmiyetli.



14-súwret. Qozǵalıǵı baǵıtın kúsh baǵıtına baylanıslıǵı.



San mánisleri hám baǵıtları menen anıqlanatuǵın shamalar vektorlıq shamalar dep ataladı.

Ádette vektorlıq shamanıń ústine baǵıtlı strelka qoyıladı. Mısalı, kúsh – \vec{F} , tezlik – \vec{v} , orın awıstırıw – \vec{s} kórinisinde ańlatıladı. Vektorlıq shamanıń san mánisin tómendegishipte ańlatamız:

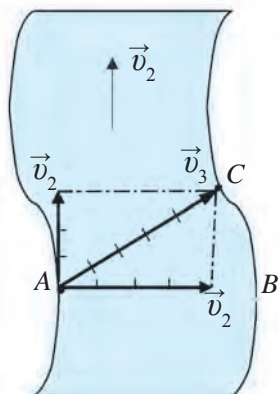
$$|\vec{F}| = 2 \text{ N}, |\vec{v}| = 10 \text{ m/s}, |\vec{s}| = 5 \text{ m} \\ \text{yamasa } F = 2 \text{ N}, v = 10 \text{ m/s}, s = 5 \text{ m}.$$

Vektorlıq shama sıızılmada uzınlıǵı san mánisine teń baǵıtlı strelka túrinde kórsetiledi.

Vektorlıq shamalar qosıw hám alıw

Háwızdın A noqatınan B noqatına qaray v_1 tezlikte júzip ótpekshipte bolǵan júziwshiniń qozǵalıǵın kórip shıǵayıq (15-súwret). Júziwshipte B noqatqa qaray júzbekte, biraq v_2 tezlikteǵi dárya aǵısınıń tásirinde ol arǵı jaǵanıń C noqatına baradı. Júziwshipte A dan B ǵa jetip barıwı ushın sarplanǵan t waqıtta dáryanıń suwı B dan C ǵa shekemǵi aralıqtı ótedi. Júziwshiniń \vec{v}_1 tezligine suwdıń \vec{v}_2 tezliginiń qosılıwı nátiyjesinde dáryanı \vec{v}_3 tezlikte júzip ótedi. Vektorlıq kóriniste bunı tómendegishipte ańlatıw múmkin:

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}_3.$$

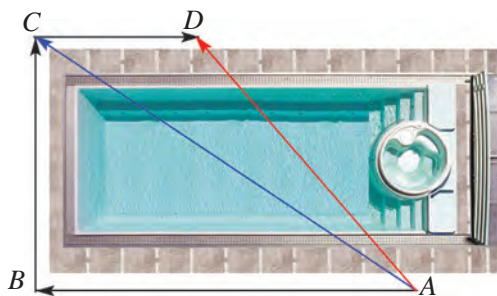


15-súwret. Júziwshiniń dáryadan júzip ótiwiniń vektorlıq súwretleniwi.

Vektorlıq shamalardıń ústinde ámeller ápiwayı sanlardıń ústindegi ámeller sıyaqlı orınlanbaydı. Mısalı, AB kesindisi 4 m, BC kesindisi 3 m bolsa, bul vektorlardıń qosındısı $4\text{ m} + 3\text{ m} = 7\text{ m}$ emes, al 5 m ge teń boladı. 16-súwrettegi A noqattan suw saqlaǵıshtı aylanıp, B hám C noqatlar arqalı D noqatına barıwımızdı sızılmada súwretlep kóreyik. AB vektorına BC vektori qosılǵanda AC vektori payda boldı:

$$\vec{AB} + \vec{BC} = \vec{AC}.$$

AB hám BC vektorları boyınsha júrgende payda bolǵan AC qosındı vektori A noqatınan C noqatına orın awıstırıwdı kórsetedi.



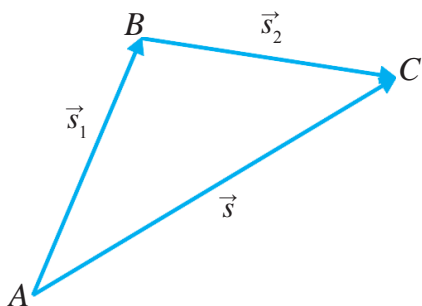
16-súwret. Imarattı aylanıp ótiwdiń sızılması.

AC vektorına CD vektor qosılǵanda AD vektori payda boladı:

$$\vec{AC} + \vec{CD} = \vec{AD}.$$

A noqatınan B hám C arqalı D noqatına barıw ushın úlken aralıq basıp ótildi, orın awıstırıw A noqatınan D noqatına shekem boldı:

$$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = \vec{AD}.$$



17-súwret. s_1 hám s_2 vektorların qosıw.

Demek, vektorlıq shamalıń sanı ǵana emes, al baǵıtı da úlken áhmiyetke iye eken. Basqa bir mısaldı kórip shıǵayıq. Mısalı, A noqatta turǵan dene tuwrı sızıq boylap 4 m joldı basıp B noqatqa, soń B noqattan 3 m joldı basıp C noqatına orın awıstırǵan bolsın (17-súwret). Deneniń ótken jolın s_1 hám s_2 arqalı belgilesek, $s_1 = 4\text{ m}$ hám $s_2 = 3\text{ m}$ boladı. Deneniń A noqattan B noqatqa, soń B noqatınan C noqatına orın awıstırıwı $\vec{s}_1 + \vec{s}_2$ túrinde boladı. Bul orın awıstırıw A noqatınan C noqatına tuwrıdan-tuwrı orın awıstırıw \vec{s} ge teń:

$$\vec{s}_1 + \vec{s}_2 = \vec{s}. \tag{1}$$

Bul usılda qosıw úshmúyeshlik usılda qosıw qaǵıydası dep ataladı. Bunı tómendegishe táriyplew múmkin:



Eki vektordı qosıw ushın birinshi vektordıń ushına ekinshi vektordıń bası qoyıladı hám birinshi vektordıń basınan ekinshi vektordıń ushına baǵıtlanǵan vektor ótkeriledi. Usı vektor eki vektordıń qosındısı bolıp tabıladı.

Baǵıtları iqtıyarlı túrde alınǵan \vec{a} hám \vec{b} vektorları berilgen bolsın. Olardıń qosındısı:

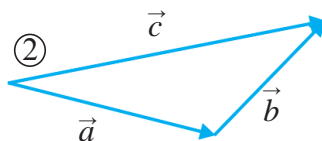
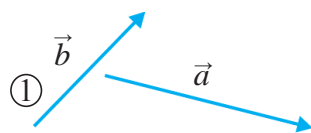
$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c} \quad (2)$$

vektorın tabıw 18-súwrette súwretlengen.

Baǵıtlanǵan tuwrı sızıq fizikalıq shamanıń baǵıtın ǵana emes, al sanlıq jaqtan shamasın da kórsetedi. Baǵıtlanǵan sızıqtıń uzınlıǵı qansha úlken bolsa, berilgen fizikalıq shama sonshama úlken mániske iye boladı.

Alıw ámeli qosıwǵa kerı ámel bolǵanı ushın 18-súwrette \vec{c} vektordan \vec{a} vektor alınsa, \vec{b} vektorı payda boladı. Bunda:

$$\vec{c} - \vec{a} = \vec{b}. \quad (3)$$



18-súwret. \vec{a} hám \vec{b} vektorlar (1), olardıń qosındısı \vec{c} vektorı. (2)



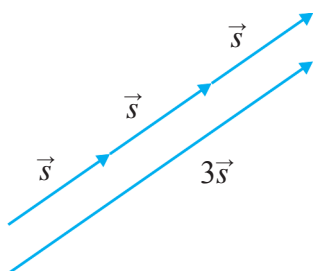
Bir vektordan ekinshi vektordı alıw ushın eki vektordıń basları bir noqatqa qoyıladı hám ekinshi vektordıń ushınan birinshi vektordıń ushına baǵıtlanǵan vektor júrgiziledi. Usı vektor eki vektordıń ayırması bolıp tabıladı.

Demek, vektorlardı qosıw hám alıwda baǵıtlanǵan sızıqtıń uzınlıǵı hám baǵıtın ózertpegen halda vektorlardıń bası menen ushınıń qalay jaylasqanlıǵına áhmiyet beriw kerek. Baǵıtı hám san mánisi birdey bolǵan vektorlar teń vektorlar dep ataladı.

Vektorlıq shamalardı sangá kóbeytiw hám bóliw

Dene qanday da bir baǵıtta tuwrı sızıq boylap qozǵalıp, s jolın basıp ótse, bul aralıqqa teń bolǵan orın awıstırıwdıń shaması s vektorına teń boladı: $s = \vec{s}$. Dene óziniń baǵıtın ózertpegen halda usınday s joldı jáne eki ret basıp ótsin. Bunday jaǵdayda onıń basıp ótken jolı $s + s + s = 3s$ ge, orın awıstırıwı $\vec{s} + \vec{s} + \vec{s} = 3\vec{s}$ ke teń boladı (19-súwret).

Demek, \vec{s} ti 3 ese arttırsa, $3\vec{s}$ vektorı payda boladı. Nátiyjede vektordıń baǵıtı ózgermeydi.



19-súwret. s vektorınıń 3 ke kóbeymesi.



Vektorlıq shama oń sanǵa kóbeytilse, onıń shaması sonshama ese artadı, al baǵıtı bolsa ózgermeydi.

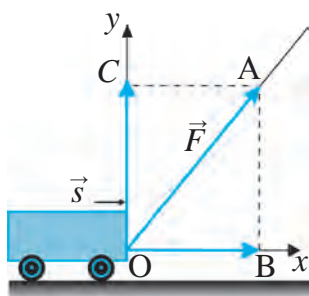
Bunda vektorlıq shama kóbeytiletuǵın san oń bolıwı kerek.

Sol sıyaqlı vektorlıq shamanı oń sanǵa bóliwge de boladı. Eger teris sanǵa kóbeytilse yamasa bólinse, qarama-qarsı baǵıtqa ózgeredi.



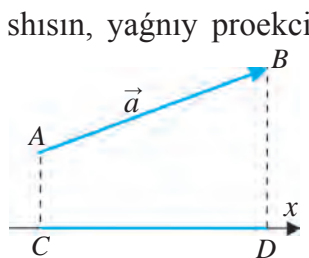
Vektorlıq shama oń sanǵa bólinse, onıń shaması sol san ese kemeyedi, al baǵıtı ózgermeydi.

Vektorlıq shamalardıń proekciyası



20-súwret. Arbaǵa tásir etetuǵın kúshniń proekciyası.

Arba qozǵalı baǵıtına salıstırǵanda bazı bir múyesh astında \vec{F} kúsh penen tartılıp atırǵan bolsın (20-súwret). Bul kúsh arbanı vertikal baǵıtta da, gorizont baǵıtında da tartadı. Arbaǵa qozǵalı baǵıtında tásir etetuǵın kúshniń shaması qanday boladı?



21-súwret. Íqtıyarlı baǵıtlanǵan vektordıń proekciyası.

Arbanıń qozǵalısinıń baǵıtı boylap Ox kósheriniń ótkeremiz. Bunda O noqtanıń \vec{F} vektorınıń ba-sına tuwrı keltiriwimiz kerek. \vec{F} vektorınıń ushı A noqtasına Ox kósherinen perpendikulyar ótkeremiz. Payda bolǵan \vec{OB} vektorı \vec{F} vektorınıń Ox kósherindegi qurawshısın, yaǵnıy proekciyasın táriyipleydi. Qozǵalı baǵıtında arbaǵa tásir etip atırǵan kúsh usı \vec{OB} proekciyasınıń uzınlıǵına teń boladı. Mısalı, múyesh astında tásir etetuǵın kúshniń mánisi $|\vec{F}| = 5 N$ bolsın. Bul kúshniń proekciyası da $3 N$ ǵa teń boladı. Arbaǵa qozǵalı baǵıtında tásir etetuǵın kúsh usı $3 N$ ǵa teń boladı.

Endi \vec{F} kúshi arbanı joqarıǵa qanday kúsh penen tartatuǵınlıǵın biliw ushın A noqtatta Oy kósheriniń C noqtasına perpendikulyar túsiremiz. Payda bolǵan

\vec{OC} vektorınıń uzınlıǵı vertikal tásir etiwshi kúshke teń. Onıń shaması $4 N$ bolıwı múmkin.

Íqtıyarlı baǵıttaǵı \vec{a} vektorınıń Ox kósherindegi proekciyasın anıqlaylıq (21-súwret). Onıń ushın Ox kósherinen vektorınıń bası A hám ushı B ǵa eki perpendikulyar ótkiziledi. Payda bolǵan CD kesindi \vec{a} vektorınıń Ox kósherindegi proekciyası bolıp tabıladı.



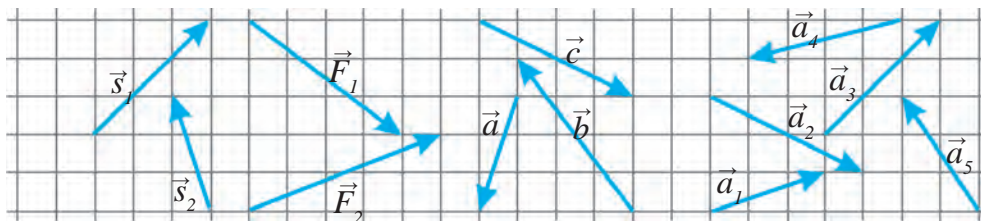
Tayanısh túsinikler: skalyar shama, vektorlıq shama, vektorlardıń qosındısı, vektorlardıń ayırması, vektordı sanǵa kóbeytiw, vektordı sanǵa bóliw, vektordıń proekciyası (qurawshısı).



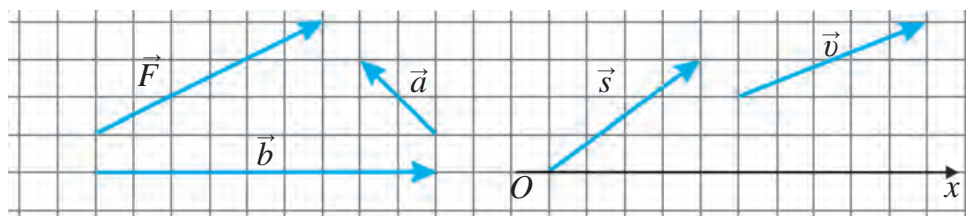
1. Úyińizden mektepke shekem júrgen jolıńızdı vektorlıq kórinisinde sáwlelendirip, usı vektorlardıń qosındısın tabıń.



- 22-súwrette kórsetilgen a) \vec{s}_1 hám \vec{s}_2 vektorlarınıń; b) \vec{F}_1 hám \vec{F}_2 vektorlarınıń; d) \vec{a} , \vec{b} hám \vec{c} vektorlarınıń; e) \vec{a}_1 , \vec{a}_2 , \vec{a}_3 , \vec{a}_4 hám \vec{a}_5 vektorlarınıń qosındısın dápterıńizde súwretleń.
- 22-súwrette kórsetilgen: a) \vec{s}_1 vektorınan \vec{s}_2 vektorınıń ayırmasın; b) \vec{F}_1 vektorınan \vec{F}_2 vektorınıń ayırmasın dápterıńizde súwretleń.
- 23-súwrette kórsetilgen a) \vec{F} vektorın 2 ge kóbeytiń; b) \vec{a} vektorın 5 ke kóbeytiń; d) \vec{b} vektorın 3 ke bóliń.
- 23-súwrette kórsetilgen \vec{s} hám \vec{v} vektorlarınıń Ox kósherine proekciyasın dápterıńizde súwretleń.



22-súwret. Qosındısı hám ayırması anıqlanatuǵın vektorlar

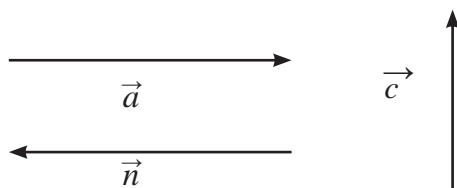


23-súwret. Sanǵa kóbeytiletuǵın hám bólinetuǵın, proekciyası anıqlanatuǵın vektorlar

I BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA SORAWLAR HÁM SHÍNÍGÍWLAR

1. Teń ólshewli qozǵalıp kiyatırǵan kemeniń aldınǵı tumsıǵında turǵan oq-jay atırwshı kemeniń artqı tárepindegi nishanaǵa, kemeniń artqı tárepindegi turǵan oq-jay atırwshı bolsa kemeniń aldınǵı tumsıǵındaǵı nishanaǵa oq atsa, olardıń qaysısınıń oǵı nishanaǵa birinshi bolıp jetip keledi?
2. Poyezddiń kupesinde otırǵan jolawshı: «Men tınıshlıqta turman, sırtaǵı rels hám terekler maǵan salıstırǵanda qozǵalıp atır», dese, poyezddiń mashinisti: «Men parovozda janılǵını sarılap, poyezddi júrgizip kiyatırman. Sırtaǵı rels hám terekler tınıshlıqta turıptı», deydi. Sizińshe kimniń gápi durıs?
3. Eger poyezd ekvatorda batıstan shıǵısqa qaray belgili bir tezlikte qozǵalatuǵın bolsa, ol Jerdiń shıǵıstan batısqa qaray saatına eki mın kilometr tezlikte óz kósheri dógeresinde aylanıwına baylanıslı qozǵalıslın azmaz bolsa da kishireytkeney boladı. Bul jóninde siz ne dep oylaysız?
4. Tınısh turǵan vagonniń ishinde turıp vertikal baǵıtta sekirsek, biz sekirgen ornımızǵa qayıp túsemiz. Eger tuwrı sıızqlı teń ólshewli qozǵalıp baratırǵan vagonniń ishinde vertikal sekirsek, onda qay orınǵa túsemiz? Sekirgen ornımızǵa ma yamasa qozǵalıstıń baǵıtına qarama-qarsı tárepke me? Qanday da bir júkti qozǵalıslı baǵıtında ılaqtırıw ushın vagon tınıshlıqta turǵanǵa qaraǵanda kóbirek kúsh kerek boladı. Qozǵalıslı baǵıtına qarama-qarsı ılaqtırıw ushın she?
5. Dostıńız benen kemeniń kayutalarınıń birine jaylasıp aldı dep oylań. Sirt sizge kórinbeydi. Uyqılawǵa jatqanıńızda keme toqtap turǵan edi. Uyqıdan turǵanıńızda kemeniń toqtap turǵanlıǵın yamasa tuwrı sıızqlı teń ólshewli qozǵalıp baratırǵanlıǵın biliw ushın ne isleysiz?
6. Trubaniń tómengi bólimin búgip, búgilgen táreptiń ushın tez aǵıp atırǵan suwdiń baǵıtına qarsı etip jaylastırsaq, trubadaǵı suwdiń qáddinen joqarıraqtaǵı ushınan suwdiń aǵıp atırǵanlıǵın baqlawımız mumkin. Tómen-degi mashqalanı sheship kóriń. Poyezdǵa stanciyada suw alıw kerek, biraq toqtawǵa waqıt joq. Joqarıdaǵı usıldan paydalanıp, toqtamastan poyezdǵa suwdi alıw múmkin be?

7. Vertolyot gorizont baǵıtında shıǵıs tárepke 10 km, soń qubla tárepke 8 km, onnan keyin batıs tárepke 12 km, onnan soń bolsa arqa tárepke 8 km ushtı. Vertolyottıń jolın hám orın awıstırıwın tabıń.
8. Kólge qalıń duman túsken, onıń jaǵaları kórinbeydi dep kóz aldınızǵa keltiriń. Kólde qayıqtıń qozǵalıǵı baǵıtın kórsetiw múmkin be?
9. Qayıq dáryanı aǵısqa perpendikulyar baǵıtta kesip ótpekte. Dáryada suw jaǵısqa salıstırǵanda dáryanıń aǵısı tezliginde qozǵaladı. Qayıqtıń qozǵalıǵın eki adam baqlap turıptı. Olardan biri jaǵada qozǵalmay turıptı, ekinshisi bolsa aǵıs penen birge júzip kiyatırǵan saldıń ústinde turıptı. Eki baqlawshı qayıqtıń orın awıstırıwın oǵan ketken waqıttı ólsheydi. Olardıń alǵan nátiyjeleri bir-birinen qalay ajıraladı? Qaysı kórsetkishler birdey boladı?
10. Tómenдеgi qaysı jaǵdaylarda Jerdi materiallıq noqat dep qaraw múmkin? Durıs juwaplardı belgileń:
- a) Ekvatordıń uzınlıǵın esaplawda;
 - b) Jerdiń Quyashtıń átirapındaǵı orbita boylap ótken jolın esaplawda;
 - d) Jerdiń óziniń kósheri átirapındaǵı sutkalıq aylanıwındaǵı ekvator noqatınıń qozǵalıǵı tezligin esaplawda;
 - e) Jerden Saturn planetasına shekemgi aralıqtı esaplawda.
11. Noqatlardıń ornına sáykes bolǵan gáplerdi qoyıp, anıqlamanı tolıqtırın: Vektorlıq shamalar bul ...
- a) tek sanlıq mánisi menen anıqlanatuǵın shamalar;
 - b) tek baǵıtı menen anıqlanatuǵın shamalar;
 - d) sanlıq mánisleri esapqa alınbasa da bolatuǵın shamalar;
 - e) sanlıq mánisleri hám baǵıtları menen anıqlanatuǵın shamalar.
12. Tómenде úsh vektor súwretlengen. \vec{a} vektorı \vec{n} vektorına teń be? \vec{c} vektorın \vec{a} vektorınan úlken dewge bola ma?





II bap. TUWRÍ SÍZÍQLÍ QOZǴALÍS

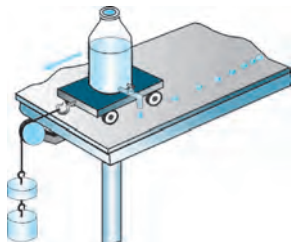
Átirapımızdaǵı denelerdiń qozǵalısqı quramalı kóriniske iye bolıp, olardı úyreniw hám sıızılmalarda ańlatıw ushın qozǵalıstıń eń ápiwayı kórinislerin tallawdan baslaymız. Eń ápiwayı túrlerin qozǵalısqı – bul tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozǵalısqı bolıp tabıladı.

Bul bapta dáslep denelerdiń tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozǵalısqın úyrenemiz, teń ólshewli emes qozǵalısqı haqqında qısqasha maǵlıwmat alamız. Soń tuwrı sıızıqlı teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstı úyreniwge kirisemiz.

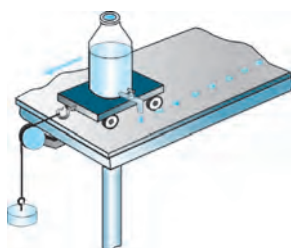
5-§. TUWRÍ SÍZÍQLÍ TEŃ ÓLSHEWLI QOZǴALÍS HAQQÍŃDA TÚSINIK

Teń ólshewli qozǵalısqı

Tómendegi tájiriybeni ótkereyik.



24-súwret. Arbanıń teń ólshewli emes qozǵalısqı



25-súwret. Arbanıń teń ólshewli qozǵalısqı

Arbaǵa 24-súwrette kórsetilgenindey tamızǵısh ornatılǵan bolsın. Birdey waqıt aralıǵında bir tamshı tamıp tursa, ol qaysı waqıtta arba qáyjerde bolǵanlıǵın belgilep ketedi. Arbanı jibersek, ol ildirilgen júk tásirinde qozǵaladı. Bunda arbanıń artındaǵı tamshılar arasındaǵı aralıqtıń birdey emesligin baqlaw múmkin. Demek, arba birdey waqıt aralıqlarında hár qıylı aralıqlardı basıp ótken, yaǵnıy ol teń ólshewli emes qozǵalǵan.

Endi joqarıdaǵı tájiriybemizdi biraz ózgertereyik. Bul ret ildirilgen júkti kemeytip tamǵan tamshılardıń arasındaǵı aralıqtıń birdey bolıwına eriseyik (25-súwret). Bul jaǵdayda arbanıń birdey waqıt aralıqlarında birdey joldı basıp ótkenligine iseniw múmkin. Arbanıń bunday qozǵalısqı teń ólshewli qozǵalısqıqa mısál boladı



Eger dene qálegen teńdey waqıt aralıǵında birdey joldı basıp ótse, bunday qozǵalıstı *teń ólshewli qozǵalıstı* dep ataladı.

Ózgermeytuǵın tezliktegi deneniń qozǵalıstı teń ólshewli qozǵalıstı bolıp tabıladı. Eger avtomobil teń ólshewli qozǵalıstı, hárbir minutta 1,5 km joldı basıp ótetuǵın bolsa, 2 minutta 3 km, 5 minutta 7,5 km, 10 minutta 15 km, 30 minutta 45 km, 1 saatta 90 km joldı basıp ótedi.

Saat tilleriniń ushınıń qozǵalıstı da teń ólshewli qozǵalıstıqa mısál bola aladı. Biraq, olardıń qozǵalıstınıń traektoriyası sheńber tárizli boladı. Joqarıdaǵı mısállardaǵı qozǵalıstılardı úsh túrge ajratıw múmkin:

- 1) tezligi birdey hám traektoriyası tuwrı sızıqlı;
- 2) tezligi birdey, biraq traektoriyası iymek sızıqlı;
- 3) traektoriyası tuwrı sızıqlı, biraq tezligi ózgermeli.

Kópshilik jadaylardaǵı átirapımızdaǵı denelerdiń qozǵalıstılarınıń traektoriyası iymek sızıqlı boladı. Ayırım jaǵdaylarda denelerdiń jolınıń belgili bir bólimin tuwrı sızıqlı qozǵalıstıwı múmkin.

Tuwrı sızıqlı qozǵalıstı



Deneniń qozǵalıstı traektoriyası tuwrı sızıqtan ibarat bolsa, bunday qozǵalıstı *tuwrı sızıqlı qozǵalıstı* dep ataydı.

24- hám 25-súwretlerdegi arbanıń tezliginiń birdey yamasa hár qıylı bolıwına qaramastan, olardıń qozǵalıstı traektoriyası tuwrı sızıqlı bolıp tabıladı. Tuwrı jolda ketip baratırǵan avtomobilniń, temir joldıń tuwrı bóliminde júrgen poyezddiń, belgili biyiklikke kóterilip alǵannan keyin samolyottıń belgili bir aralıqtaǵı qozǵalıstı tuwrı sızıqlı qozǵalıstı dep qaraw múmkin.

Tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı

24-súwrettegi arba tuwrı sızıqlı, biraq qozǵalıstı dawamında hár qıylı tezlikte, yaǵnıy teń ólshewli emes qozǵalıstı, onıń qozǵalıstı tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı dep bolmaydı. Saattıń tilleri birdey tezlikte, yaǵnıy teń ólshewli qozǵalıstı, biraq olardıń traektoriyası tuwrı sızıqlı emes. Sonıń ushın saattıń tilleriniń ushınıń qozǵalıstı tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstıqa mısál bola almaydı. Arbanıń 25-súwrettegi qozǵalıstında arba da tuwrı sızıqlı hám teń ólshewli qozǵalıstı. Sonıń ushın onıń qozǵalıstı tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı bolıp tabıladı.



Eger tuwrı sızıqlı qozǵalatuǵın materiallıq dene qálegen teń waqıtlar aralıǵında birdey aralıqlardı basıp ótse, onıń bunday qozǵalı tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalı dep ataladı.

Bunday qozǵalısqqa joldıń biyik, pás hám burılıslar bolmaǵan bólimindegi avtomobildıń tezlikti ózǵertpey qozǵalıwı mısál bola aladı. Sonday-aq, poyezd tezlik alıp, belgili aralıqtı ótkennen soń tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵala baslaydı.

Tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalı eń ápiwayı mexanikalıq qozǵalı bolıp tabıladı. Sonıń ushın úyreniwdi tezlik, aralıq hám waqıt arasındaqı eń ápiwayı baylanısqqa iye bolǵan deneniń tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalısinan baslaymız. Keyin teń ólshewli emes hám iyemek sızıqlı qozǵalıstıń tezliklerin tallawǵa ótemiz.



Tayanısh túsinikler: teń ólshewli qozǵalı, tuwrı sızıqlı qozǵalı, tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalı.



1. 24- hám 25-súwretlerde sáwlelendirilgen tájiriybeni túsindirip beriń.
2. Tuwrı sızıqlı bolmaǵan teń ólshewli qozǵalısqqa mısál keltiriń.
3. Tuwrı sızıqlı, biraq teń ólshewli bolmaǵan qozǵalısqqa mısál keltiriń.
4. Tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı táriyiplep beriń.
5. Siz mektepke ketip baratırǵanıńızda, joldıń qaysı bóliminde tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalısız?

6-§. TUWRÍ SÍZÍQLÍ TEŃ ÓLSHEWLI QOZǴALÍSTÍŃ TEZLIGI

Tezlikti anıqlaw

Eger birdey waqıt aralıǵında basıp ótilgen jol hár qıylı bolsa, birdey aralıqtı ótiw ushın hár qıylı waqıt sarplanadı. Mısalı, birdey aralıqtı basıp ótiw ushın avtomobil velosipedshiden kem waqıt sarplaydı. Piyada bir minutta 100 m aralıqtı basıp ótse, Jerdiń jasalma joldası bir minutta 500 km, jaqtılıq nurı bolsa 18 mln kilometrdi ótedi. Baqlawlarda bir deneniń ekinshi deneden tezirek yamasa ásterek qozǵalatuǵınlıǵın bilemiz. Mısalı, velosiped adamnan tez, avtomobil adam menen velosipedten tez, tez júretuǵın poyezddan ásterek qozǵaladı. Samolyottıń qozǵalı bolsa poyezddıń qozǵalısinan da tez (26-súwret).



26-súwret. Hár qıylı tezliktegi qozǵalıslar.

6-klastaǵı fizika sabaqlarında deneniń basıp ótken jolın s , usı joldı basıp ótiwge ketken waqıttı t , tezlikti v menen belgileniwin bilesiz. Usılargá tiykarlanıp, tezliktiń formulası tómendegishe ańlatılǵan edi:

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



Deneniń teń ólshewli qozǵalatuǵın tezligi dene basıp ótken joldıń usı joldı basıp ótiw ushın ketken waqıtqa qatnası menen anıqlanadı.

Deneniń teń ólshewli qozǵalıstıń tezligi joldıń qálegen bóliminde birdey boladı. Hárqanday sandı 1 ge bólse, nátiyjeniń sol sanǵa teń ekenligi belgili. Eger (1)-formulada $t = 1 s$ bolsa, onda

$$|v| = \left| \frac{s}{1} \right| = |s|$$

bolıp qaladı. Demek, teń ólshewli qozǵalıstı birlik waqıtta basıp ótilgen jol san jaǵınan tezlikke teń. Tezlikke tómendegishe anıqlama beriledi.



Waqıt birligindegi basıp ótilgen jolǵa teń bolǵan shama tezlik dep ataladı.

Joqarıda keltirilgen mısallarda waqıt birligi sıpatında 1 saat alınǵan. Eger adam 1 saatta 18 km, velosiped 36 km, avtomobil 90 km, poyezd 144 km, samolyot bolsa 900 km aralıqtı basıp ótse, olardıń 1 sekunda qansha aralıqtı basıp ótiwin, yaǵnıy waqıt sekundlarda ańlatılǵan tezliklerdi esaplap kóreyik:

adamnıń tezligi $v_0 = 5$ m/s, velosipediki $v_v = 10$ m/s, avtomobildiki $v_a = 25$ m/s, poyezddiki $v_p = 40$ m/s, samolyottiki bolsa $v_s = 250$ m/s.

Ilim menen texnikanıń rawajlanıwı menen waqıt, aralıq hám tezlik sıyaqlı fizikalıq shamalardı dál óshewge bolǵan talaplar kúsheymekte. Biz ushın arızımas kóringen bir sekunda velosiped 10 m aralıqtı basıp ótse, Jer Quyastıń átirapında aylanıwında 29 km, jaqtılıq nurı bolsa boslıqta 300 000 km joldı ótedi. Eger Jerdiń jasalma joldasları menen baylanıstaǵı maǵlıwmatta 1 sekund qátelikke jol qoyılsa, Jerde qozǵalatuǵın avtomobillerge jolda qozǵalıwǵa kórsetpe berip atırǵan «navigator» dıń maǵlıwmatlarında 10 km ge shekem qátelik baqlanadı.

Tezliktiń birligi

Xalıq aralıq birlikler sistemasında (XBS) uzınlıqtıń (joldıń) birligi – metr (m), waqıttıń birligi – sekund (s) qabil etilgenligin bilesiz.



XBS da tezliktiń birligi sıpatında m/s qabil etilgen.

Eger deneniń tezligi 6 m/s bolsa, dene 1 s waqıtta 6 m aralıqtı basıp ótedi. Tezliktiń tiykarǵı birligi m/s dan basqa esaplawda qolaylı bolıwı ushın basqa da birlikler: km/saat, km/min, km/s, sm/s sıyaqlı birlikleri de qollanıladı. Bunday jaǵdayda: $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/saat}$, $1 \text{ m/s} = 0,06 \text{ km/min}$, $1 \text{ km/s} = 1000 \text{ m/s}$, $1 \text{ m/s} = 100 \text{ sm/s}$ tı quraydı.

Máselelerdi sheshiwde hám kúndelikli turmısta tezliktiń km/saat da mánisin berilgen m/s da yamasa m/s da berilgen shamanı km/saat da beriw kerek boladı. Eger tezlik m/s da berilgen bolsa, onıń shamasın 3,6 ǵa kóbeytiw arqalı tezliktiń km/saat da kórsetilgen shamasın tabıw múmkin. Mısalı, velosiped 10 m/s tezlik penen qozǵalatuǵın bolsa, onıń km/saat da kórsetilgen tezligi tómendegishe tabıladı:

$$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{saat}}.$$

Eger tezlik km/saat da berilgen bolsa, onıń tezligin 3,6 ga bóliw yamasa 5/18 ge kóbeytiw arqalı tezliktiń m/s da kórsetilgen shamasın tabıw múmkin. Mısalı, avtomobil 90 km/saat tezlikte qozǵalatuǵın bolsa, onıń m/s da kórsetilgen tezligi tómendegishe tabıladı:

$$v = 90 \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 90 \cdot \frac{5}{18} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Tezliktiń tábiyiy ólshem birliginiń – jaqtılıqtıń boslıqtaǵı (kosmos keńisligindegi) tezligi 300 000 km/s ǵa teńligi belgili. Astronomiyada uzınlıqtıń shaması sıpatında jaqtılıqtıń bir jılda basıp ótetuǵın aralıǵınan ($9,5 \cdot 10^{12}$ km) paydalanıladı. Házir bunday úlken aralıqlar da keńisliktiń ólshemlerin kórsetiwde kishilik etkeni ushın, parsek ($31 \cdot 10^{12}$ km), onnan 1000 ese úlken bolǵan kiloparsek hám 1 000 000 ese úlken megaparseklerden paydalanılmaqta.

Tezlikti ólshew

Qozǵalatuǵın denelerdiń tezligi arawlı ásbaplardıń járdeminde ólshenedi. Mısalı, avtomobil, keme, samolyottıń tezligi spidometrdiń (inglisshe *speed* – tezlik, latinsha *metreo* – ólshew) járdeminde ólshenedi.

Siz avtomobillerge ornatılǵan spidometrdi kórgensiz (27-súwret). Onıń islew principi avtomobilniń dóńgeleginiń waqıt birliğindegi aylanıw sanın ólshewge tiykarlanǵan. Mısalı, shinanıń sırtqı betiniń uzınlıǵı 2 m bolsa, onda dóńgelek hár bir aylanǵanda avtomobil 2 m aralıqtı basıp ótedi. Eger 1 sekunda dóńgelek 10 ret aylanatuǵın bolsa, usı waqıt ishinde avtomobil 20 m aralıqtı basıp ótken boladı. Bunday jaǵdayda avtomobilniń spidometriniń kórsetetuǵın tezligi 20 m/s yamasa 72 km/saat boladı. Jerde turıp, aspanda ushıp baratırǵan samolyottıń tezligin, joldıń shetinde turıp, jaqınlasıp kiyatırǵan avtomobilniń tezligin anıqlaytuǵın da ásbaplar bar. Jol patruli xızmetiniń xızmetkerleri usınday arawlı ásbap–radardıń járdeminde mashinalardıń tezliklerin anıqlaydı.



27-súwret. Avtomobilniń spidometri



Tayanış túsinikler: teń ólshewli qozǵalıstıń tezligi, tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstıń tezligi, tezliktiń birlikleri, spidometr.



1. Qoyanıń tezligi 54 km/saat. Delfinniń tezligi bolsa 20 m/s. Usı tezliklerdiń qaysısı úlken?
2. Aǵıstıń tezligi 0,5 m/s bolǵan dáryada ıǵıp baratırǵan sal 15 km joldı qansha waqıtta basıp ótedi?



1. Tezliklerdi km/saat da ańlatıń: 2 m/s, 5 m/s, 20 m/s, 50 m/s.
2. Metronıń eskalatorınıń uzınlıǵı 18 m. Ol adamdı 12 sekunda joqarıǵa alıp shıǵadı. Eskalatorda turǵan adamnıń tezligin tabıń.

3. Velosiped teń óshewli qozǵalıp, 15 minutta 4,5 km aralıqtı basıp ótti. Onıń tezligin m/s esabında tabıń.
4. Teń óshewli qozǵalıstığı avtomobil 30 minutta 40 km aralıqtı basıp ótti? Avtomobil tezligin tabıń.

7-Ş. TUWRÍ SÍZÍQLÍ TEŇ ÓLSHEWLI QOZǴALÍSTIŇ GRAFIKALÍQ SÚWRETLENIWI

Tezlik formulasınan jol menen waqıtı tabıw

Deneniń qozǵalıstıń tezligi belgili bolsa, tezliktiń formulasınan onıń qálegen waqıt ishinde basıp ótken jolın tabıw múmkin:

$$s = v \cdot t.$$



Teń óshewli qozǵalatuǵın deneniń basıp ótken jolın tabıw ushın tezlikti usı joldı basıp ótiwge ketken waqıtqa kóbeytiw gerek.

Mısalı, dene $v = 8$ m/s tezlik penen teń óshewli qozǵalatuǵın bolsa, ol $t = 10$ s dawamında $s = v \cdot t = 8 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ s} = 80 \text{ m}$ joldı basıp ótedi.

Deneniń teń óshewli qozǵalıstıdğı tezligi hám basıp ótken jolı belgili bolsa, tezlik formulasınan onıń qozǵalıstı waqıtın tabıw múmkin:

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



Teń óshewli qozǵalıp atırǵan deneniń qozǵalıstı waqıtın tabıw ushın usı waqıtta basıp ótilgen joldı tezlikke bóliw gerek.

Máselen, dene 12 m/s tezlik penen teń óshewli qozǵalıp atırǵan bolsa, ol 60 m joldı $t = \frac{s}{v} = \frac{60 \text{ m}}{12 \text{ m/s}} = 5 \text{ s}$ ta basıp ótedi.

Tezliktiń grafigi

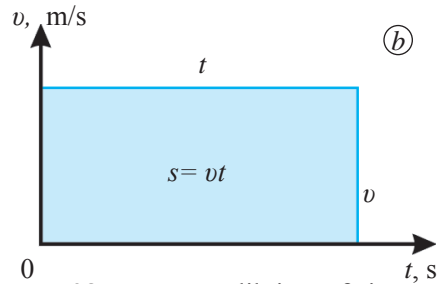
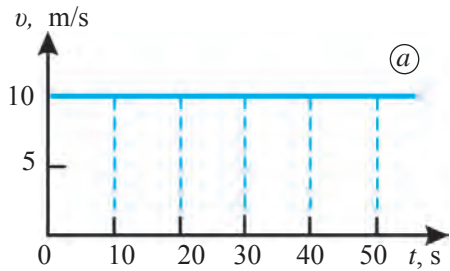
Teń óshewli qozǵalıstı t waqıtınıń artıp barıwınan deneniń tezligi ózgermey qala beredi. Mısalı, tuwrı sızıqlı teń óshewli qozǵalatuǵın deneniń baslanǵısh tezligi 10 m/s bolsa, 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s tan keyin de onıń tezligi 10 m/s qa teń bola beredi. Bunday jaǵdayda tezliktiń grafigin 28-a súwrette kórstilgendey súwretlew múmkin.

Ulıwma alganda, teń ólshewli qozǵalısta tezliktiń grafigi tárepleri v hám t bolǵan tuwrı tórtmúyeshlikten ibarat boladı. Usı tórt múyeshtiń beti san jaǵınan dene basıp ótken s jolǵa teń (28-b súwret).

Joldıń grafigi

Dene $v=5$ m/s tezlik penen qozǵalatuǵın bolsın. Joldıń formulası bolǵan $s=vt$ daǵı t ǵa san mánislerin berip, s joldıń tiyisli mánislerin tabamız hám nátiyjelerdı kestege jazamız:

t, s	5	10	15	20
$s = vt, m$	25	50	75	100



28-súwret. Tezliktiń grafigi

Kestedegi t waqıttıń hárbir mánisine tuwrı kelgen s joldıń sáykes mánislerin koordinata kósherlerine túsirsek, joldıń grafigin payda etemiz (29-a súwret). Tezlikleri $v_1 = 2,5$ m/s hám $v_2 = 5$ m/s bolǵan teń ólshewli qozǵalatuǵın eki deneniń jol grafikleri 29-b súwrette keltirilgen. Grafikten tezligi úlken bolǵan deneniń grafiginiń Ox kósherine salıstırǵanda múyeshi úlken boladı (yaǵnıy tiklew jaylasatuǵınlıǵı) kórinip tur. Eger joldıń grafigi tuwrı sızıqtan ibarat bolsa, dene turaqlı tezlik penen qozǵaladı, yaǵnıy, teń ólshewli qozǵalıstıń joldıń grafigi tuwrı sızıq.

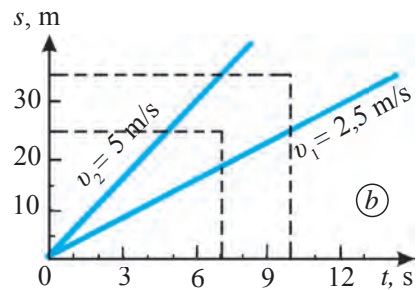
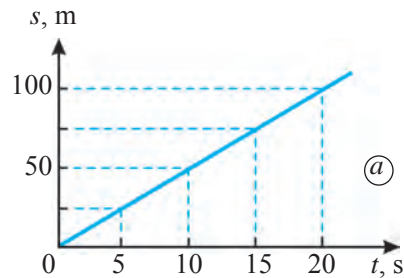
Másele sheshiw úlgisi

Avtomobil 60 km/saat tezlik penen teń ólshewli qozǵalmaqta. Onıń 15 minut dawamındaǵı qozǵalıstı ushın tezlik penen joldıń grafiklerin sızıń.

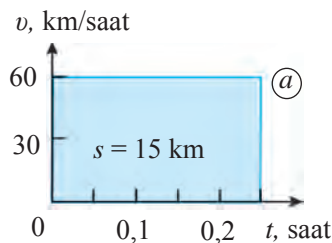
Sheshimi: 15 min = 0,25 saat. Tezliktiń grafigi tárepleri 60 km/saat hám 0,25 saat tuwrı tórtmúyeshlikten ibarat (30-a súwret). Payda bolǵan tuwrı tórtmúyeshliktiń beti: 60 km/saat · 0,25 saat = 15 km.

Bul san avtomobildıń 15 minutta basıp ótken s jolına teń.

$s = vt$ formulasına $v = 60$ km/saat mánisin qoyıp, tómendegi kesteni dúzemiz:

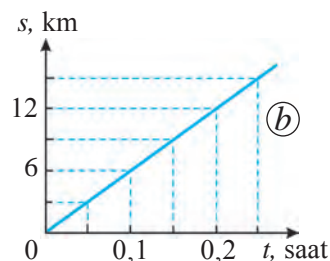


29-súwret. Joldıń grafigi.



t , saat	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
s , km	3	6	9	12	15

Bul keste tiykarında 30- b súwrette súwretlengen joldıń grafigin payda etemiz.



30-súwret. Avtomobil-diń qozǵalıwınıń tezligi (a) menen jolınıń (b) grafikleri.



Tayanış túsinikler: teń ólshewli qozǵalısta basıp ótilgen jol, deneniń qozǵalıw waqıtı, tezliktiń grafigi, joldıń grafigi.



1. Úyińizden mektepke barıwıńız ushın tezlik penen joldıń grafiklerin juwıq túrde sızıń.
2. Joldıń grafiginde Ox kósherine salıstırǵanda hár qıylı múyeshtegi eki tuwrı sıziq júrgizip, payda bolǵan grafikti tallań.



1. 3 m/s tezlik penen teń ólshewli qozǵalatuǵın dene 20 sekunda qansha aralıqtı basıp ótedi?
2. 126 km/saat tezlik penen teń ólshewli qozǵalatuǵın poyezd 15 minutta neshe kilometr aralıqtı basıp ótedi?
3. 10 m/s tezlik penen teń ólshewli qozǵalatuǵın dene 6 km aralıqtı neshe minutta basıp ótedi?
4. Aspanǵa kóterilgennen keyin 900 km/saat tezlik penen teń ólshewli ushıp baratırǵan samolyot 450 km aralıqtı neshe saatta ushıp ótedi?
5. 18 km/saat tezlik penen teń ólshewli qozǵalatuǵın velosiped ushın tezlik penen joldıń grafiklerin sızıń.

8-§. TEŇ ÓLSHEWLI EMES QOZǴALISTAǴÍ TEZLIK

Ortasha tezlik

Teń ólshewli qozǵalatuǵın dene qálegen $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ waqıt aralıqlarında sıykes túrde $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ jolların basıp ótkendegi tezligi ózgermeydi:

$$v = \frac{s_1}{t_1} = \frac{s_2}{t_2} = \frac{s_3}{t_3} = \dots = \frac{s_n}{t_n} = \text{const}, \quad (1)$$

Bunda «const» ózgermeytuǵın mánisi kórsetiwshi belgi. Latınsha *constantus* – ózgermeytuǵın, turaqlı degen mánislerdi ańlatadı.

Qorshağan-átırapımızda deneler, tiykarınan, teń ólshewli emes qozǵaladı. Mısalı, bir orınnan shıqqan avtomobil yarım saattıń ishinde 35 km aralıqtı basıp ótti. Avtomobil jolda hár qıylı tezlikte júrip, joldıń ayırım bólimlerinde birdey tezlikte qozǵaldı (31-súwret). Avtomobildıń qozǵalı pútin jolǵa salıstırǵanda teń ólshewli emes.



Qozǵalıstıń barısında deneniń tezligi ózgerse, onda bunday qozǵalıstı teń ólshewli emes qozǵalıstı dep ataladı.

31-súwrette súwretlengen hawa reńli formanıń beti basıp ótilgen $s = 35$ km joldıń san mánisine teń. Joqarıdaǵı misalda avtomobildıń ózgermeytuǵın tezligi emes, al ortasha tezligi haqqında aytıw múmkin. Bul jaǵdayda avtomobildıń ortasha tezligi $35 \text{ km} : 0,5 \text{ saat} = 70 \text{ km/saat}$.



Teń ólshewli emes qozǵalıstı ortasha tezlik dene basıp ótken joldıń usı joldı ótiwge ketken waqıtqa qatnası menen anıqlanadı.

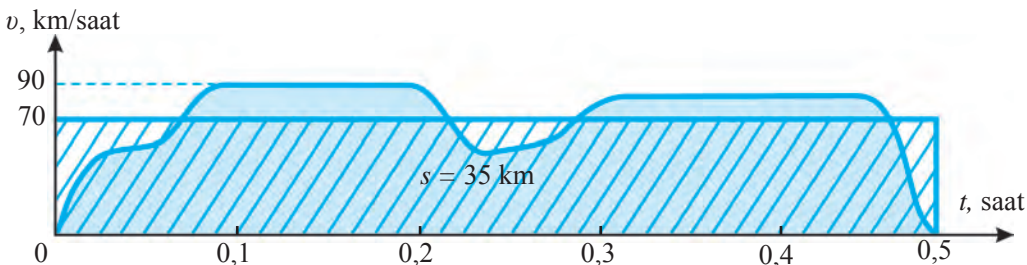
Yaǵnıy:

$$v_{\text{orta}} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Ortasha tezliktiń grafigi ózgermeytuǵın tezliktiń grafigi sıyaqlı gorizontál baǵıtındaǵı tuwrı sızıqtan ibarat boladı. (2)-formuladan teń ólshewli emes qozǵalıstı basıp ótilgen jol tómendegishe ańlatıladı:

$$s = v_{\text{orta}} \cdot t.$$

31-súwrette kórsetilgen tuwrı tórt múyeshliktiń betiniń maydanı avtomobildıń ortasha tezligi $v_{\text{orta}} = 70 \text{ km/saat}$ penen qozǵalıstı waqıtı $t = 0,5$ saat kóbeymesine teń. Bul jaǵdayda ortasha tezliktiń grafigi payda etken shtrixlanǵan formanıń beti teń ólshewli emes qozǵalıstı tezliginiń grafigi payda etken hawa reńli formanıń betine teń boladı.



31-súwret. Avtomobildıń teń ólshewli emes qozǵalıstıdǵı tezliktiń grafigi.

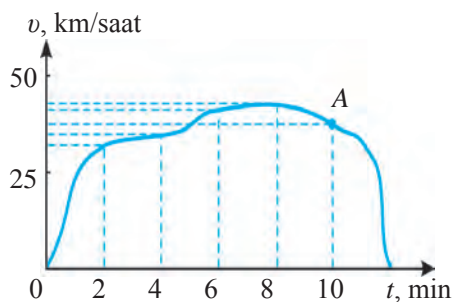
Bir zamatlıq tezlik

Ortasha tezlik teń ólshewli emes qozǵalatuǵın deneniń pútkil jol dawamındaǵı qozǵalısn ulıwma túrde táriyipleydi. Biraq, onnan joldıń qálegen noqatındaǵı tezlikte biliwge bolmaydı. Teń ólshewli emes qozǵalısta bizdi joldıń qálegen noqatındaǵı tezlik qızıqtırıwı múmkin.



Deneniń belgili bir waqıttaǵı yamasa traektoriyaniń belgili bir noqatındaǵı tezligi biz zamatlıq tezlik dep ataladı. Bir zamatlıq tezlik deneniń baqlanıp atırǵandaǵı tezligin bildiredi.

Avtobustıń eki bándirgi arasındaǵı teń ólshewli emes qozǵalısn tallayıq. Ol bándirgi arasındaǵı joldı ol 6 minutta basıp ótsin. Avtobustıń qozǵalısn tezliginiń grafigi 32-súwrettegidey bolsın. Baqlaw ushın hár qıylı waqıtlardı tańlap alıp, usı waqıtlarǵa sáykes kelgen tezliktiń mánislerin, yaǵnıy usı orındaǵı bir zamatlıq tezlikte tabıw múmkin. Grafikten 1 minut ótkendegi bir zamatlıq tezligi shama menen 32 km/saat, 3 minut ótkendegi bir zamatlıq tezligi 40 km/saat, 5 minut ótkendegi bir zamatlıq tezligi bolsa 36 km/saat qa teń bolǵanlıǵın bilip alamız. Qozǵalıstıń belgili bir



32-súwret. Avtobustıń tezliginiń grafigi

noqattaǵı bir zamatlıq tezligin shama menen anıqlaw ushın usı noqatta kishi Δt waqıt ishindegi deneniń basıp ótken Δs jolı tabıladı. Bunda Δ – (delta) júdá kishi aralıqtı bildiriwshi belgi.

32-súwrettegi tezlikteń grafiginde A noqatta avtobus $\Delta t = 0,3$ s waqıt ishinde $\Delta s = 3$ m jol basıp ótti. Bunda avtobustıń A noqatındaǵı shama menen bir zamatlıq tezligi tómendegishe anıqlanadı:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{30 \text{ m}}{0,3 \text{ s}} = 10 \cdot 3,6 \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{saat}} .$$



Tayanısh túsinikler: teń ólshewli emes qozǵalısn, ortasha tezlik, teń ólshewli emes qozǵalıstaǵı ortasha tezlik, bir zamatlıq tezlik.



1. Lijashı biyiklikten túskennen keyin tolıq toqtaǵansha qozǵalısta boldı. Onıń baslanǵısh hám qozǵalıstıń aqırındaǵı tezligi nolge teń bolsa, pútkil jol dawamındaǵı ortasha tezligi nolge teń be?
2. 31-súwrette súwretlengen tezlikteń grafigin tallañ.



1. Dene teń ólshewli emes qozǵalıp 2 minutta 60 m aralıqtı basıp ótti. Onıń ortasha tezligi neshe m/s ǵa teń boladı.
2. Tashkentten saat 7:30 da jolǵa shıqqan «Spark» 270 km joldı basıp ótip, saat 10:30 da Fergánaǵa jetip keldi. Onıń ortasha tezligin tabıń.
3. Oqıwshı joldıń belgili bir bóliminde 2 s dawamında 3 m júrdi. Joldıń usı bólimindegi oqıwshınıń tezligin tabıń. Bul shama menen bir zamatlıq tezlik pe yamasa ortasha tezlik pe?
4. Eger oqıwshınıń ortasha tezligi 1 m/s, úyinen mektepke shekemgi aralıq 600 m bolsa, ol mektepke 7:50 de jetip barıwı ushın úyinen saat neshede shıǵıwı kerek?

9-§. TEŇ ÓLSHEWLI ÓZGERIWSHI QOZǴALÍSTAGÍ TEZLENIW

Teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstıń haqqındaǵı túsinik

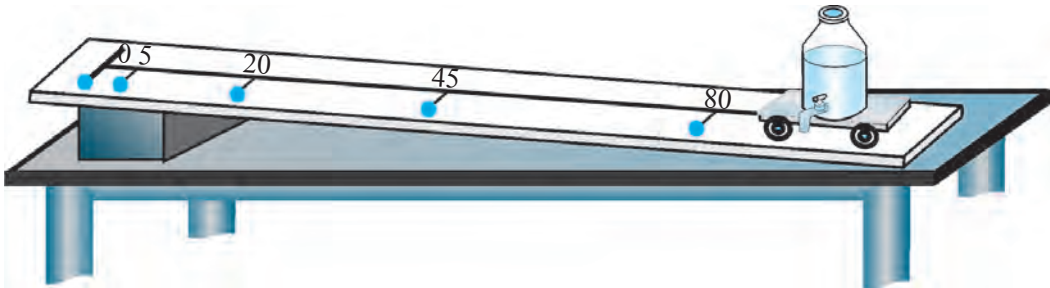
Teń ólshewli emes qozǵalıstıń eń ápiwayı kórinisi – bul teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstıń bolıp tabıladı. Qıya nawadaǵı shardıń yamasa arbanıń qozǵalıstı teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstıqqa mısál bola aladı.

Tamızǵısh ornalastırılǵan arbanıń qıya tegisliktegi qozǵalıstıń kórip shıǵamız. Tamızǵıstıń bir tegiste hár 0,5 sekunda bir tamshı tamsın. Arba jiberilgende qozǵalıstıń traektoriyasındaǵı tamshılar arasındaǵı aralıqtıń artıp barǵanlıǵın baqlaw múmkin (33-súwret).

Bunda:

- 1- hám 2-tamshılardıń arası: $5 \text{ sm} - 0 \text{ sm} = 5 \text{ sm}$;
- 2- hám 3-tamshılardıń arası: $20 \text{ sm} - 5 \text{ sm} = 15 \text{ sm}$;
- 3- hám 4-tamshılardıń arası: $45 \text{ sm} - 20 \text{ sm} = 25 \text{ sm}$;
- 4- hám 5-tamshılardıń arası: $80 \text{ sm} - 45 \text{ sm} = 35 \text{ sm}$

Demek, tamshılardıń arasındaǵı aralıq hár 0,5 sekunda 10 sm ge artıp barmaqta. Bunnan hár 0,5 s da arbanıń tezligi $10 \text{ sm} : 0,5 \text{ s} = 20 \text{ sm/s}$ qa artıp barıwın anıqlaw múmkin.



33-súwret. Qıya tegisliktegi arbanıń teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstı.



Qálegen birdey waqt aralıqlarında tezligi sáykes túrde birdey shamağa ózgerip baratuǵın qozǵalıstı teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstı dep ataladı.

Avtomobil ornınan qozǵalıp, tezligin bir tegis asırıp barsa, onıń qozǵalıstı da teń ólshewli ózgeriwshi (tezleniwshi) qozǵalıstı delinedi.

Deneniń tezligi bir tegis kemeyip barǵanda da teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstı boladı. Mısalı, kishkene shardı qıya tegislikte tómenen joqarıǵa dumalatqanda onıń tezligi teń ólshewli ózgeriwshi (ásteleniwshi) boladı. Tegis tuwrı jolda úlken tezlikte baratırǵan avtomobildıń motorı óshirilse, ol teń ólshewli ózgeriwshi (ásteleniwshi) qozǵalıp, belgili joldı basıp ótkennen keyin toqtaydı. Bunnan bılay teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstı degende, tezligi teń ólshewli tezleniwshi yamasa teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıstı názerde tutıladı.

Tezleniw hám onıń birligi

Teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalıstı táriyiplew ushın **tezleniw** dep atalatuǵın shama kirgizilgen. v_0 – deneniń baslanǵısh tezligi, v – deneniń t waqıttaǵı tezligi bolsa, tezleniwdiń formulası tómendegishe ańlatıladı:

$$a = \frac{v - v_0}{t}. \quad (1)$$



Tezliktiń ózgerisiniń usı tezlik ózgerisi júzege keletuǵın waqt aralıǵına qatnası menen ańqlanatuǵın shama tezleniw bolıp, a háribi menen belgilenedi.

Tezleniwdi tómendegishe táriyiplew de múmkin:



Waqt birligindegi deneniń tezliginiń ózgeriwine san jaǵınan teń keletuǵın shama tezleniw dep ataladı.

Tezleniwdiń formulasınan paydalanıp, onıń birligin tabıw múmkin. Tezleniwdiń tiykarǵı birligi sıpatında m/s^2 alınǵan.



Xalıq aralıq birlikler sistemasındaǵı tezleniw birligi – m/s^2 sonday birlik, bunda deneniń qozǵalıstı tezligi hár 1 s da 1 m/s ǵa ózgeredi.

Tezleniwdiń birligi sıpatında sm/s^2 kóp qollanıladı. Bunday jaǵdayda:

$$1 \text{ m/s}^2 = 100 \text{ sm/s}^2.$$

Tezleniwdiń formulası ásteleniwshi qozǵalı ushın da orınlı. Keyingi waqt aldıńǵı waqıttan báhama úlken bolǵanı ushın (1)-formula bólimi bárqulla oń boladı. Baqlanıp atırǵan waqıttaǵı tezlik baslanǵısh tezlikten kishi bolsa, bul formulaniń alımındaǵı $v - v_0$ ayırma teris boladı. Mısalı, deneniń baslanǵısh tezligi $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $\Delta t = 10 \text{ s}$ waqt ótkennen keyingi tezligi $v = 5 \text{ m/s}$ bolsa, tezleniw tómendegishe tabıladı:

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{5 - 20}{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = -1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Demek, teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstaǵı deneniń tezleniw oń ($a > 0$), teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalısta bolsa teris ($a < 0$) boladı. Tezleniw vektorlıq shama. Onıń vektor kórinisindegi ańlatpası tómendegideshe boladı:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}. \quad (2)$$

Tuwrı sızıqlı teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstaǵı tezleniw baǵıtı deneniń qozǵalı baǵıtı boyınsha, teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalısta bolsa qozǵalıstıń baǵıtına qarama-qarsı boladı. Tezleniw tezliktiń waqt birligindegi ózgeriw bolǵanı ushın, tezliktiń ózgeriw qashan baqlanadı, degen soraw tuwıladı. Hár qıylı waqıttaǵı tezlik mánisleriniń bir-birinen parqı bolǵanlıǵı sebepli tezleniw payda boladı. Ózgeris bolıwı ushın shamanıń hár qıylı waqıttaǵı mánisleriniń ayırması nolden ózgeshe bolıwı kerek. Tezlik vektorlıq shama bolǵan ushın waqıtıń ótiwi menen tezliktiń ózgeriw eki jaǵdayda baqlanadı:

1) tuwrı sızıqlı qozǵalısta tezliktiń absolyut mánisi, yaǵnıy moduli ózgergende: $|v_2 - v_1| \neq 0$;

2) shaması jaǵınan, birdey bolsa da qozǵalıstıń baǵıtı ózgergende: $\vec{v}_2 - \vec{v}_1 \neq 0$. Demek, tezliktiń moduli ǵana emes, qozǵalıstıń baǵıtı ózgergende de tezleniw baqlanadı eken.

Tuwrı sızıqlı qozǵalısta tezlik hám tezleniwdiń vektorlıq mánisleriniń ornına skalyar mánislerin alıw múmkin. Sebebi tuwrı sızıqlı qozǵalıstıń hár túrli waqıttaǵı baǵıtları ózgermeydi. Ózgeriwshi qozǵalı haqqında maǵlıwmat beretuǵın tiykarǵı shamalardıń biriniń tezleniw ekenligi belgili. Keyingi baplarda onıń payda bolıw sebeplerine toqtap ótemiz.

Másele sheshiwdiń úlgisi

Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın «Spark» avtomobili 5 s da tezligin 36 km/saat tan 90 km/saat qa asırdı. Onıń tezleniwın tabıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formula:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$\Delta t = 5 \text{ s};$ $v_0 = 36 \text{ km/saat} = 10 \text{ m/s};$ $v = 90 \text{ km/saat} = 25 \text{ m/s}.$	$a = \frac{v - v_0}{t}.$	$a = \frac{25 - 10 \text{ m}}{5 \text{ s}^2} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$
<i>Tabıw kerek:</i> $a = ?$		<i>Juwapı:</i> $a = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$



Tayanısh túsinikler: teń ólshewli ózgeretuǵın qozǵalı, teń ólshewli tezleniwshi qozǵalı, teń ólshewli ástelenetuǵın qozǵalı, tezleniw.



- 40 km/saat tezlik penen qozǵalıp kiyatırǵan avtomobil teń ólshewli tezleniwshi qozǵala basladı. 100 m aralıqtı 60 km/saat tezlikke iye bolıw ushın ol qanday tezleniw menen qozǵalıwı kerek?
- Siz júre basladıńız hám belgili waqıttan keyin toqtadıń. Bunda qanday jaǵdayda tezleniwshi, qanday jaǵdayda ásteleniwshi qozǵalasız?



- Tınısh turǵan dene teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıp, 8 s da 20 m/s tezlikke eristi. Dene qanday tezleniw menen qozǵalǵan?
- Ornınan qozǵalǵan dene $0,3 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen qozǵalıp, qansha waqıtta 9 m/s tezlikke iye boladı?
- Ornınan qozǵalǵan velosiped hám 10 s da 18 km/saat tezlikke iye boldı. Soń tormoz berip, 5 s tan keyin toqtadı. Velosipedtiń teń ólshewli tezleniw hám teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıslarındaǵı tezleniwın tabıń.
- Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstaǵı «Kaptiva» avtomobili 25 s da tezligin 45 km/saat tan 90 km/saatqa arttırdı. «Kaptiva» nıń tezleniwın tabıń.
- Samolyottıń qonıwda dóńgelekleriniń jerge tiygendegi tezligi 360 km/saat. Eger onıń tezleniwı $2,0 \text{ m/s}^2$ bolsa, ol qansha waqıttan keyin toqtaydı?

10-§. TEŇ ÓLSHEWLI ÓZGERMELI QOZǴALÍSTIŇ TEZLIGI

Teń ólshewli ózgermeli qozǵalıstaǵı tezlik hám onıń grafigi

Eger teń ólshewli ózgermeli qozǵalısta deneniń baslanǵısh tezligi hám tezleniwı belgili bolıp, onıń qozǵalıstadaǵı qálegen waqıttaǵı tezligin esaplaymız.

Tezleniwdiń $a = \frac{v - v_0}{t}$ formulasınan deneniń t waqtı ishindegi alǵan v tezligi tómendegishe tabıladı:

$$v = v_0 + a \cdot t. \quad (1)$$

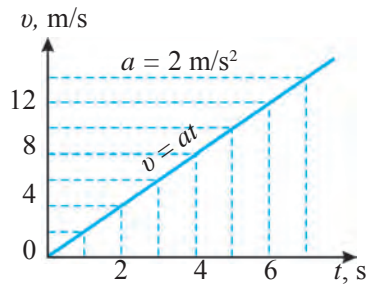
Dene baslanğısh tezliksiz ($t_1 = 0$ de $v_0 = 0$) teń ólshewli tezleniwshi qozǵalganda tezliktiń formulasın tómendegishe ańlatıladı ($\Delta t = t$):

$$v = at. \quad (2)$$

Baslanğısh tezliksiz $a = 2 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen qozǵalatuǵın deneniń tezliginiń grafigin sızayıq. Onıń ushın $a = 2 \text{ m/s}^2$ dep alıp, (2)-formulada t ǵa san mánislerin beremiz hám oǵan sáykes bolǵan v nıń mánislerin esaplaymız. Nátiyjeni tómendegi kestege jazamız:

$t, \text{ s}$	1	2	3	4	5	6	7
$v, \text{ m/s}$	2	4	6	8	10	12	14

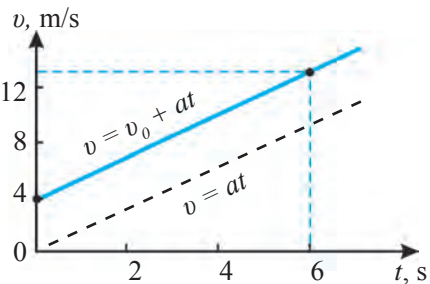
Kestedeǵı t hám v nıń san mánislerin tiyisli koordinatalar kósherine qoyıp, $v_0 = 0$ jaǵday ushın teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstıń tezlik grafigin sızamız (34-súwret).



34-súwret. Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstıń tezlik grafigi ($v_0 = 0$)

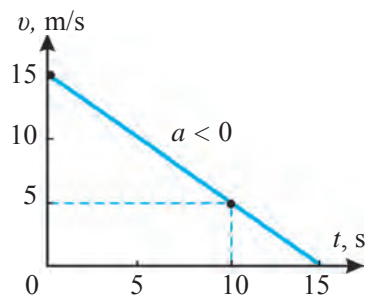
Teń ólshewli ózgermeli qozǵalıstıń tezlik grafigi tuwrı sızıqtan ibarat. Tuwrı sızıqtı júrgiziw ushın bolsa waqıttıń eki mánisi hám oǵan sáykes kelgen tezliklerdi grafikte sáwlelendiriw jetkilikli. Belgili bir tezlikte kiyatırǵan deneniń teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstıń baslanǵan jaǵdayın kórip óteyik. Mısalı, $a = 1,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń baslanǵısh tezligi $v_0 = 4 \text{ m/s}$ bolsın. Bunday jaǵdayda (1)-formuladan $t = 0$ ushın $v_0 = 4 \text{ m/s}$, $t = 6 \text{ s}$ mánis ushın $v = 13 \text{ m/s}$ ekenligin esaplap tabamız. Olardı koordinatalar kósherine qoyıp, 35-súwrette súwretlengen grafikti payda etemiz. Bul baslanǵısh tezlik penen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń tezlik grafigi bolıp tabıladı.

Demek, deneniń baslanǵısh tezligi $v_0 \neq 0$ bolsa, onıń grafiktegi tuwrı sızıǵı $v_0 = 0$ haldaǵıǵa salıstırǵanda (punktir sızıqqa) parallel jılısadı eken.



35-súwret. Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstıń tezlik grafigi ($v_0 > 0$).

Endi teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıstıń, yaǵnıy $a < 0$ jaǵday ushın tezlik grafigin dúzeyik. Dene $v_0 = 15 \text{ m/s}$ baslanǵısh tezlik hám $a = -1 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli áste qozǵalsın. (1)-for-



36-súwret. Teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıstıń tezlik grafigi.

muladan $t=0$ mánis ushın $v = 15$ m/s, $t = 10$ s bolsa $v = 5$ m/s ekenligin esaplaymız. Olardı koordinatalar kósherine qoysaq, onda teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıstıń tezlik grafigi payda boladı (36-súwret).

Teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıstıń dene toqtaydı. Bul jaǵdaydı 36-súwrettegi tuwrı sızıqtıń abscissa kósheri menen kesilisiwinen kóremiz. Haqıyqatında da, (1)-formulada $t=15$ s ushın $v=0$, dene toqtaydı. Demek, tezlik grafigi abscissa kósherine múyeshke

burılǵan tuwrı bolsa, onda deneniń turaqlı tezleniw menen qozǵalǵanlıǵın bilemiz.

Ádette, deneler belgili bir waqıt dawamında tezleniw menen, keyin turaqlı tezlik penen, keyin bolsa ásteleniw menen qozǵaladı hám toqtaydı. Mısalı, ornınan qozǵalǵan velosipedshi 10 s ta tezligin 5 m/s ǵa jetkerdi. Usı tezlikte vilosipedshi 40 s qozǵalsın. Soń áste-aqırın tormoz beriw menen 5 s dawamında teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıp toqtasın. Velosipedshiniń tezlik grafigi 37-súwrette sáwlelendirilgen.



37-súwret. Velosiped qozǵalıstıń tezlik grafigi.

Teń ólshewli ózgermeli qozǵalıstıń ortasha tezligi

Teń ólshewli ózgermeli qozǵalatuǵın deneniń ortasha tezligi tómendegishe ańlatıladı:

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_0 + v}{2}; \quad (3)$$

Bunda v_0 – deneniń baslanǵısh tezligi, v – deneniń qálegen t waqıttaǵı tezligi. Mısalı, tezliginiń grafigi 35-súwrette kórsetilgen deneniń 6 s waqıt ishindegi ortasha tezligin bılayınsha esaplaw múmkin:

$$v_{\text{ort}} = \frac{4 + 13}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

(3)-formuladağı tezliktiń ornına onıń $v = v_0 + at$ ańlatpası qoyılsa, onda ortasha tezliktiń tómendegi formulası kelip shıǵadı:

$$v_{\text{ort}} = v_0 + \frac{at}{2}. \quad (4)$$

Mısalı, 36-súwrettegi tezliktiń grafiginde $v_0 = 4 \text{ m/s}$, $a = 1,5 \text{ m/s}^2$ ekenliginen $t = 6 \text{ s}$ waqıt ótkendegi deneniń ortasha tezligin tabıw múmkin:

$$v_{\text{ort}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{1,5 \cdot 6}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

(3)-hám (4)-formulalardan baslanǵısh tezliksiz, yaǵnıy $v_0 = 0$ jaǵday ushın teń ólshewli ózgermeli qozǵalıstaǵı ortasha tezlikte esaplaw formulaları tómendegi kóriniske keledi:

$$v_{\text{ort}} = \frac{v}{2}; \quad (5) \quad v_{\text{ort}} = \frac{at}{2}. \quad (6)$$

Másele sheshiw úlgisi

Baslanǵısh tezligi 18 km/saat bolǵan «Matiz» avtomobili $1,0 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıp, 10 s tan keyin qanday tezlikke iye boladı? «Matiz»diń ortasha tezligin tabıń.

Berilgen:
 $v_0 = 18 \text{ km/saat} = 5 \text{ m/s}$;
 $a = 1 \text{ m/s}^2$;
 $t = 10 \text{ s}$.

Formula:
 $v = v_0 + at$;
 $v_{\text{ort}} = v_0 + \frac{at}{2}$.

Sheshiliwi:
 $v = (5 + 1 \cdot 10) \text{ m/s} =$
 $= 15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/saat}$;
 $v_{\text{ort}} = [5 + (1 \cdot 10)/2] \text{ m/s} =$
 $= 10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/saat}$.

Tabıw kerek:
 $v = ?$ $v_{\text{ort}} = ?$

Juwabı: $v = 54 \text{ km/saat}$; $v_{\text{ort}} = 36 \text{ km/saat}$.



Tayanısh túsinikler: teń ólshewli ózgermeli qozǵalıstaǵı tezlik, teń ólshewli ózgermeli qozǵalıstıń ortasha tezligi.



- 100 metr aralıqqa juwırıw jarısındaǵı qozǵalı tezliginiń grafigin sızıń.
- Teń ólshewli tezleniwshi hám teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıstaǵı deneniń tezliginiń grafigin sızıń.



- Ornınan qozǵalǵan dene $0,2 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen qozǵala baslasa, ol 1 minutta qanday tezlikke erisedi?

2. Baslanğısh tezligi 3 m/s bolğan dene 0,4 m/s² tezleniw menen teń ólshewli tezleniw menen qozǵalıp, 30 s da qanday tezlikke erisedi?
3. 60 km/saat tezlik penen ketip baratırǵan «Neksiya» avtomobiliniń motorın óshirgennen keyin 0,5 m/s² tezleniw menen teń ólshewli ásteleniwshi qozǵala basladı. 20 s tan keyin onıń tezligi qansha boladı? Usı 20 s dawamında ortasha tezligi qansha boladı?
4. 0,4 m/s² tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi deneniń belgili waqıttaǵı tezligi 9 m/s qa teń. Deneniń usı waqıttan 10 s aldınǵı waqıttaǵı tezligi qansha bolǵan?
5. Baslanğısh tezligi 2 m/s bolğan dene 3 m/s² tezleniw menen qozǵala basladı. Bunday qozǵalısh ushın tezliktiń grafigin sıziń.
6. Avtomobil jolınıń birinshi yarımın $v_1 = 20$ m/s, ekinshi yarımın $v_2 = 25$ m/s tezlik penen basıp ótti. Onıń barlıq joldaǵı ortasha tezligin tabıń.

11-§. TEŃ ÓLSHEWLI ÓZGERMELI QOZǴALISTAǴI BASIP ÓTILGEN JOL

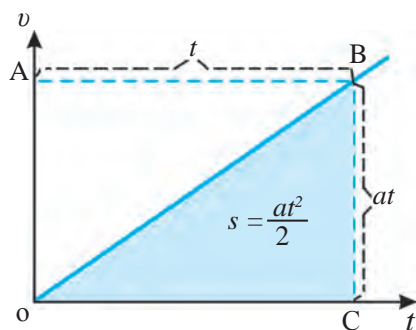
Joldıń formulası

Tınısh haldadı ($v_0 = 0$) dene a tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıp, t waqıtı dawamında v tezlikke iye bolsın. Usı waqıt dawamında deneniń basıp ótken jolı tómendegishe ańlatıladı:

$$s = v_{\text{ort}} t. \quad (1)$$

Bunda $v_{\text{ort}} = at/2$ ekenliginen paydalanıp, baslanğısh tezliksiz teń ólshewli tezleniwshi qozǵalısta ótilgen jol ushın tómendegi formulanı payda etemiz:

$$s = \frac{at^2}{2} \quad (2)$$



38-súwret. $v_0 = 0$ bolǵan jaǵday ushın teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstaǵı joldıń grafigi. tezlanuvchan harakatda yo'1

Baslanğısh tezliksiz teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń tezlik grafigi qıyalıq boyınsha baǵıtlanǵan tuwrı sıziq ekenligin bilesiz (38-súwret). Bul súwrette sáwlelendirilgen OBC úshmúyeshliginiń maydanın anıqlayıq. Súwrettegi OABC tuwrı tórtmúyeshhtiń tárepleri at hám t ekenligin, onıń maydanı $at \cdot t = at^2$ ǵa teń. OBC úshmúyeshliginiń maydanı OABC tórtmúyeshliginiń maydanınıń yarımına teń, $at^2/2$. Bul deneniń basıp ótken s jolın penen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın

deneniń t waqıtı dawamında basıp ótken s jolı 39-súwrette súwretlengen. $OABD$ figurası betiniń san mánisine teń boladı. Ol eki bólimnen – maydanı v_0t bolǵan $OACD$ tuwrı tórtmúyeshliktiń maydanı $at^2/2$ ge teń ABC úshmúyeshlikten ibarat. Demek, teń ólshewli ózgermeli qozǵalısta deneniń basıp ótken jolı tómedegishe ańlatıladı:

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2}. \quad (3)$$

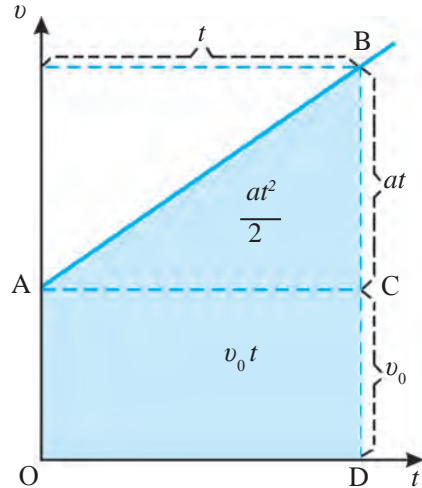
Joldıń grafigi

Joldıń grafigin dúziw ushın basıp ótilgen joldıń usı joldı basıp ótiw ushın sarplangan waqıtqa baylanıslılıǵın sızılma kórsetiwimiz kerek. Bul sızıqtı joldıń waqıtqa baylanıslı grafigi yamasa qısqasha, joldıń grafigi dep ataladı. Hárqanday teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń jolı grafigi tuwrı sızıqtan ibarat ekenligin bilemiz. Endi teń ólshewli ózgermeli qozǵalıstaǵı deneniń jolı grafigin dúzip kóreyik.

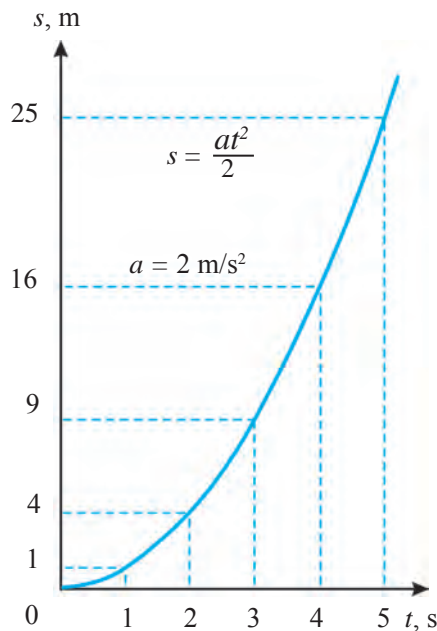
Dene tınısh halınan qozǵalıp ($v_0 = 0$), $a = 2 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın bolsın. Joldıń grafigin sızıw ushın dáslep $s = at^2/2$ formuladan t waqıtın birneshe mánisine sáykes kelgen s jolın esaplaymız hám nátiyjelerdi kestege jazamız:

$t, \text{ s}$	0	1	2	3	4	5
$s, \text{ m}$	0	1	4	9	16	25

Kestedegi t hám s tiń sáykes mánislerin koordinata kósherlerinde sáwlelendirip, joldıń grafigin payda etemiz (40-súwret). Bul grafik iymek sızıq bolıp, waqıtın artıwı menen basıp ótilgen jol proporcional túrde artadı.



39-súwret. $v_0 > 0$ bolǵanda teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstıń ushın joldıń grafigi.



40-súwret. $v_0 = 0$ bolǵanda teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstıń ushın joldıń grafigi.

Bunday kóriniske iye bolǵan iymek sızıq **parabola** dep ataladı. Biz baslanǵısh tezligi $v_0 = 0$ bolǵanda waqıt birliginde tezligi birdey shamaǵa artıp barıwshı qozǵalı ushın joldıń grafigin kórip shıqtıq. Baslanǵısh tezligi nolge teń bolıp teń ólsheuli ózgermeli tezlik penen qozǵalatuǵın deneniń qozǵalısinıń birinshi sekundında ($t = 1$ s) tezleniwdiń yarımına teń aralıqtı ótiwiniń (2)-formuladan esaplap tabıwımız múmkin. Demek, birinshi sekunda basıp ótilgen joldı bilgen halda tezleniwdi tabıw múmkin eken.

Másele sheshiw úlgisi

10 m/s tezlik penen tuwrı jolda ketip baratırǵan velosiped $-0,2$ m/s² tezleniw menen teń ólsheuli ásteleniwshi qozǵala basladı. Velosiped 40 s dawamında qansha joldı basıp ótti? Velosiped qansha waqıttan keyin toqtaydı?

<p><i>Berilgen:</i></p> $v_0 = 10$ m/s; $a = -0,2$ m/s ² ; $t = 40$ s; $v = 0$. <hr/> <p><i>Tabıw kerek:</i></p> $s = ?$ $t_0 = ?$	<p><i>Formulası:</i></p> $v = v_0 + at_0$; $v_0 + at_0 = 0$; $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$; <hr/> $t_0 = -\frac{v_0}{a}$	<p><i>Sheshiliwi:</i></p> $s = (10 \cdot 40 + \frac{-0,2 \cdot 40^2}{2})$ m = 240 m. $t_0 = -\frac{10}{-0,2}$ s = 50 s. <hr/> <p><i>Juwabı:</i> $s = 240$ m; $t_0 = 50$ s.</p>
---	--	---



Tayanısh túsinikler: teń ólsheuli ózgermeli qozǵalısta basıp ótilgen jol, teń ólsheuli ózgermeli qozǵalı ushın joldıń grafigi.



1. Tınısh haldan qozǵalıp, ($v_0 = 0$), $a = 3$ m/s² tezleniw menen teń ólsheuli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń jolınıń grafigin sızıń.
2. 39-súwrettegi grafikten $v_0 > 0$ ushın deneniń basıp ótken jolı qalay tabıladı?



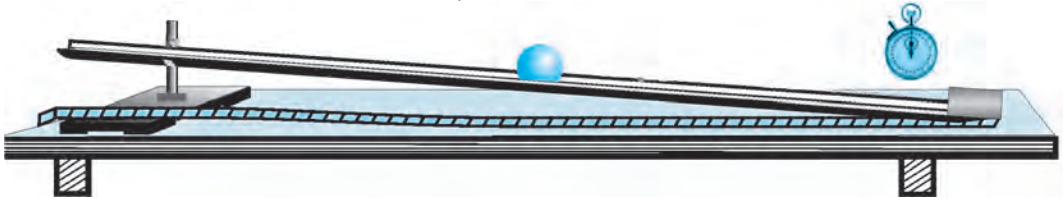
1. Ornınan qozǵalıp $0,3$ m/s² tezleniw menen teń ólsheuli qozǵalatuǵın dene 10 s ishinde qansha joldı basıp ótedi?
2. Baslanǵısh tezligi 30 km/saat bolǵan avtomobil $0,5$ m/s² tezleniw menen teń ólsheuli tezleniwshi qozǵalıp 1 minutta qanday joldı basıp ótedi?
3. Dene ornınan qozǵalıp, 1 m/s² tezleniw menen teń ólsheuli tezleniwshi qozǵalmaqta. Deneniń qozǵalıсындаǵı joldıń grafigin sızıń.
4. Baslanǵısh tezligi 36 km/saat bolǵan avtomobil 4 m/s² tezleniw menen teń ólsheuli tezleniwshi qozǵalmaqta. Avtomobilniń qozǵalıсындаǵı joldıń grafigin sızıń.
5. Dene birdey waqıt aralıqlarında $v_0 = 0$ m/s, $v_1 = 1$ m/s, $v_2 = 2$ m/s h.t.b. tezlikke iye bolsa, onıń qozǵalısin teń ólsheuli ózgermeli qozǵalı dep aytıwǵa bola ma?

12-§. TEŇ ÓLSHEWLI TEZLENIWSHI QOZǴALÍSTAǴÍ DENENIŇ TEZLENIWIN ANÍQLAW

(1-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstıń maqseti: qıya nawadan domalap túsip kiyatırǵan shariktiń basıp ótken jolı hám qozǵalıw waqıtın ólshew arqalı teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń tezleniwın anıqlawdı úyreniw.

Kerekli ásbap-úskeneler: metall nawa, polat sharik, shtativ, metall cilindr, ólshew lentası, sekundomer.



41-súwret. Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstaǵı tezleniwdi anıqlaw ushın dúzilis.

Jumıstı orınlaw tártibi

1. 41-súwrette kórsetilgendey, metall nawanı shtativke ornatiń, metall cilindrđi nawanıń tómeni ushına jaylastırıń.

2. Nawanıń joqarǵı ushınan jiberilgen sharik nawanıń tómeni ushındaǵı cilindrge barıp urılǵanǵa shekem ótken waqıtı sekundomerdiń járdeminde ólsheni.

3. Tájiriybeni 3 ret tákirarlań. Hámme waqıt shariktiń qozǵalıw waqıtı t_1 , t_2 , t_3 tı ólsheni. Nátiyjelerdi 1-kestege jazıp barıń.

4. Ólshew lentası járdeminde shariktiń basıp ótken s jolın ólsheni.

5. Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalısta dene basıp ótken jol $s = at^2/2$ formulasınan tezleniwdiń formulası $a = 2s/t^2$ boladı. Tájiriybede ólshen-gen s joldı hám hárbir t_1 , t_2 , t_3 waqıtı birme-bir tezleniw menen usı formulasına qoyıp, a_1 , a_2 , a_3 tezleniwlerin esaplań.

6. $a_{\text{ort}} = (a_1 + a_2 + a_3)/3$ formulasınıń járdeminde ortasha tezleniwdi esaplań. Alınǵan bul mánis qıya nawadan dumalap túsetuǵın shariktiń tezleniwın kórsetedi.

7. Usı tájiriybeni nawanıń qıyalıǵı úsh túrli jaǵdaylar ushın orınlalı.

8. $\Delta a_n = |a_{\text{ort}} - a_n|$ formulasınan absolyut qátelikti tabıń.

9. $\Delta a_{\text{ort}} = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3)/3$ formulasınan ortasha absolyut qátelikti esaplań.

10. $\varepsilon = (\Delta a_{\text{ort}} / a_{\text{ort}}) \cdot 100\%$ formulasınan salıstırmalı qátelikti tabıń.

11. Nátiyjelerdi tallalı hám juwmaqlar shıǵarıń.

Q/s	s, m	t_1, s	t_2, s	t_3, s	$a_1, m/s^2$	$a_2, m/s^2$	$a_3, m/s^2$	$a, m/s^2$	$a_{ort}, m/s^2$	$\varepsilon, \%$
1										
2										
3										



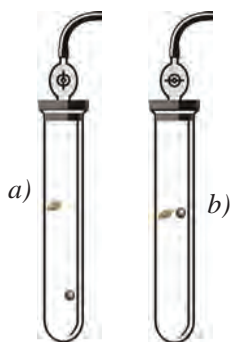
1. Nawanın qıyalığı úlkeygende ne sebepten tezleniwdiń mánisi artadı?

13-Ş. DENELERDİŇ ERKIN TÚSIWI

Birdey biyiklikten taslangan tas hám párdiń jerge hár qıylı waqıtlarda túsiwin baqlağan áyyemgi grek filosofi Aristotel Jerdiń tartıw kúshiniń tásirinde awır deneler jeńil denelerden salıstırǵanda aldın túsedı, degen juwmaqqa kelgen. Bul durıs emes tálimattı derlik eki mın jıl dawamında durıs dep esaplandı. Italiyalı alım Galileo Galileydiń (1564–1642) XVI ásirdeń aqırında ótkergen tájiriybelerden keyin Aristoteldiń pikirleri durıs emes ekenligi dálillendi.



42-súwret. Piza minarı.



43-súwret.

Siyrekletilgen hawadaǵı denelerdiń qozǵalıwı.



Deneniń hawasız jerde tek Jerdiń tartıwınıń tásirindegi Jerge qaray qozǵalıwı erkin túsiw dep ataladı.

Deneniń erkin túsiwi tuwrı sızıqlı teń ólshewli ózgermeli qozǵalısqqa anıq mısál boladı. Belgili bir biyiklikten taslangan sharık teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıp, onıń tezligi hár sekunda 9,81 m/s qa artıp baradı (44-súwret).



Erkin túsiwshi deneniń tezleniwi turaqlı bolıp, bul shama *erkin túsiw tezleniwi* dep ataladı hám *g* háribi menen belgilenedi.

Bunda: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Dál ólshewler Jer júziniń hár qıylı geografıyalıq keńliklerinde erkin túsiw tezleniwiniń mánisleri hár qıylı ekenligin kórsetti. Mısalı, bul tezleniw polyuste $g = 9,83 \text{ m/s}^2$ bolsa, ekvatorda $g = 9,78 \text{ m/s}^2$ qa teń. Onıń tiykarǵı sebebi Jerdiń absolyut shar formasında emes ekenligi bolıp tabıladı. Erkin túsiw tezleniwiniń shama menen $9,8 \text{ m/s}^2$, ayırım jaǵdaylarda dóńgeleklep 10 m/s^2 qa teń dep alıw múmkin.

Erkin túsiw tezleniwi vektorlıq shama bolıp, ol barlıq waqıtta tómengen tik baǵıtlangan boladı.

Tuwrı sızıqlı teń ólshewli ózgermeli qozǵalısqqa tiyisli barlıq formulardı erkin túsiwge qollanıw múmkin. Tek bunda a tezleniwdi g erkin túsiw tezleniwi menen, s joldı h biyiklik penen almasırw jetkilikli. Usıǵan baylanıslı erkin túsiwge tiyisli bolǵan tómendegi formulardı jazıw múmkin:

1. Erkin túsiw atırǵan deneniń t waqıttaǵı tezligi:

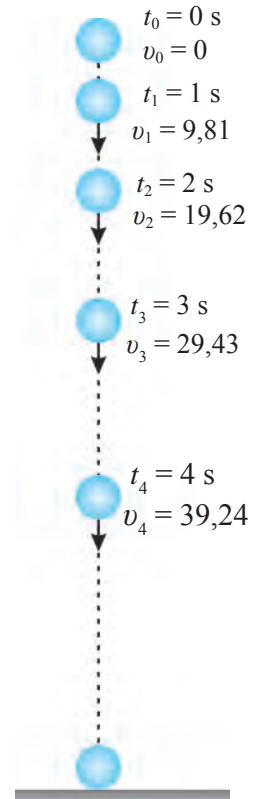
$$v = v_0 + gt; \quad (1) \quad v_0 = 0 \text{ de: } v = gt. \quad (2)$$

2. Erkin túsiw atırǵan deneniń ortasha tezligi:

$$v_{\text{ort}} = v_0 + \frac{gt}{2}; \quad (3) \quad v_0 = 0 \text{ de: } v_{\text{ort}} = \frac{gt}{2}. \quad (4)$$

3. Erkin túsiw atırǵan deneniń túsiw biyikligi:

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}; \quad (5) \quad v_0 = 0 \text{ de: } h = \frac{gt^2}{2}. \quad (6)$$



44-súwret. Erkin túsiw atırǵan deneniń qozǵalısqı.

Másele sheshiw úlgisi

Dene biyiklikten jiberilgende 5 s da jerge tústi. Dene qanday biyiklikten taslanğan? Ol jerge qanday tezlik penen túsken? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

Berilgen:

$$t = 5 \text{ s}; v_0 = 0;$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2.$$

Tabıw kerek:

$$h - ? \quad v - ?$$

Formulası:

$$h = \frac{gt^2}{2};$$

$$v = gt.$$

Sheshiliwi:

$$h = \frac{10 \cdot 5^2}{2} \text{ m} = 125 \text{ m};$$

$$v = (10 \cdot 5) \text{ m/s} = 50 \text{ m/s}.$$

$$\text{Juwabi: } h = 125 \text{ m}; \quad v = 50 \text{ m/s}.$$



Tayanış túsinikler: erkin túsiw, erkin túsiw tezleniwi.



1. Eki birdey tastı birdey biyiklikten izli-izinen jiberilse, túsiw barısında olardıń arasındaqı aralıq ózgere me?
2. Qanday da bir biyiklikten baslanğısh tezliksiz taslanğan dene 5 s ta jerge tústi. Ol qanday biyiklikten taslanğan?



1. Dene belgili biyiklikten taslap jiberildi. Erkin túsip atırğan deneniń 6 s tan keyingi tezligi qansha bolğan? Usı waqıt dawamında dene qansha biyiklikti basıp ótken? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.
2. Belgili bir biyiklikten taslap jiberilgen dene erkin túspekte. Ol qansha waqıtta 40 m/s tezlikke iye boladı? Bunday waqıt dawamında dene qanday aralıqtı basıp ótedi?
3. Dene belgili biyiklikten 15 m/s tezlik penen tik tómenge ılaqtırıldı. 3 s tan keyin dene qanday tezlikke iye bolğan? Usı waqıt dawamında dene qansha biyiklikti basıp ótken?

14-§. JOQARÍGA TIK İLAQTÍRILGAN DENENİŇ QOZĖALISÍ

Hárqanday dene joqarıǵa ılaqtırılǵanda, ol qanday da bir biyiklikke kóterilip, jáne qaytıp jerge túsedi. Endi bunday qozǵalıstı tallap kóreyik. Bizdi deneniń qanday tezleniw menen qozǵalatuǵınlıǵı qızıqtıradı. Dene joqarıǵa tik ılaqtırılǵanda, ol teń ólshewli ásteleniwshi qozǵaladı. Bul jaǵdayda deneniń erkin túsiw tezleniwi g nıń ornına onıń teris mánisi $-g$ alınadı. Bunda $v = v_0 + gt$ formulasınan paydalanıp, joqarı tik ılaqtırılǵan deneniń qálegen t waqıttaǵı tezligi tómendegishe tabıladı:

$$v = v_0 - gt.$$

(1)

49-bettegi (5)-formuladan bolsa joqarıǵa tik ılaqtırılǵan deneniń qálegen t waqıttaǵı kóteriliw biyikligin anıqlaw múmkin:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} . \quad (2)$$

Tájiriybeler belgili bir noqattan joqarıǵa qaray tik ılaqtırılǵan deneniń joqarıǵa kóteriliwine qansha waqıt ketse, usı noqatına qaytıp túsiwine de sonsha waqıtın ketetuǵınlıǵın kórsetedi. Mısalı, dene $v_0 = 20$ m/s tezlik penen joqarıǵa tik ılaqtırıladı dep esaplayıq (45-súwret).

$g = 10$ m/s² dep alıp, tómendegi esaplawlardı orınlayıq. Dene eń joqarı biyiklikke kóterilgende, onıń tezligi $v = 0$ boladı. Bunday jaǵdayda (1)-formuladan eń joqarı biyiklikke kóterilgenshe ketken waqıtı esaplaw múmkin:

$$t = \frac{v_0}{g} = \frac{20}{10} \text{ s} = 2 \text{ s} .$$

(2)-formulada $v_0 = 20$ m/s dep alıp, dene ılaqtırılǵan noqattan qansha biyiklikke kóteriliwin esaplayıq:

$$h = (20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2}) \text{ m} = 20 \text{ m} .$$

Dene eń joqarǵı noqatqa kóterilgende baslanǵısh tezlik $v_0 = 0$ bolıp, endi ol g tezleniwi menen tómenge túse baslaydı. Tómenge tuwrı túskende deneniń 2 sekunda dawamında qansha aralıqtı basıp ótiwin esaplayıq:

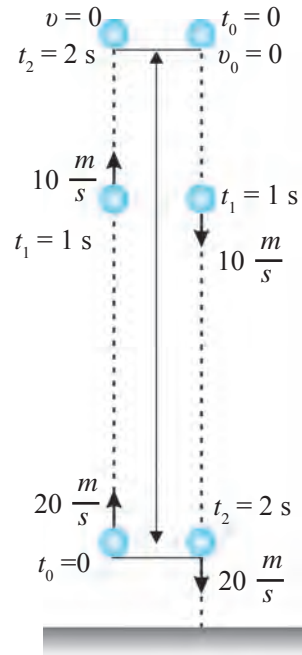
$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \text{ m} = 20 \text{ m} .$$

Demek, dene 2 sekunda qansha biyiklikke kóterilse, jáne 2 sekunda tap usınday aralıqtı ótip ılaqtırılǵan orınǵa qaytıp túsedı eken.

Endi dene qaytıp túsiwinde $t = 2$ s waqıt ótkende qanday tezlikke erisiwin esaplayıq:

$$v = gt = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ s} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} .$$

Dene joqarıǵa sonday tezlik penen ılaqtırılǵan edi.



45-súwret. Joqarıǵa tik ılaqtırılǵan deneniń qozǵalıwı.



Joqarıǵa tik ılaqtırılǵan dene qansha waqıt joqarıǵa kóterilse, sonday waqıtta tómengen qayıp túsedı. Dene qanday tezlik penen joqarıǵa tik ılaqtırılǵan bolsa, ol qayıp túsiwde, ılaqtırılǵan noqatqa jetkeninde tap sonday tezlikke erisedi.

Eger (2)-formulada tezleniwdi nolge teń dep alsaq, bul formula teń ólshewli qozǵalıstı formulasına aylanadı. Joqarıǵa tik ılaqtırılǵan deneniń qozǵalıstı tallaw hám máseleler sheshiw ushın tiykarınan baslaǵısh tezlik haqqındaǵı maǵlıwmat kerek boladı.

Másele sheshiw úlgisi

40 m/s tezlik penen joqarıǵa tik ılaqtırılǵan deneniń 3 s tan keyingi tezligi qansha boladı? Usı waqıt dawamında dene qansha biyiklikke kóteriledi? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

<i>Berilgen:</i> $v_0 = 40 \text{ m/s};$ $t = 3 \text{ s};$ $g = 10 \text{ m/s}^2.$	<i>Formulası:</i> $v = v_0 - gt;$ $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}.$	<i>Sheshiliwi:</i> $v = (40 - 10 \cdot 3) \text{ m/s} = 10 \text{ m/s};$ $h = (40 \cdot 3 - \frac{10 \cdot 3^2}{2}) \text{ m} = 75 \text{ m}.$ <i>Juwabi:</i> $v = 10 \text{ m/s}; h = 75 \text{ m}.$
<i>Tabıw kerek:</i> $v = ? h = ?$		



1. Almanı 3 m/s tezlik penen joqarıǵa tik ılaqtırasız, qaqshıp alǵan waqıttaǵı tezligi qansha boladı?
2. Dene vertikal baǵıtta 40 m/s tezlik penen ılaqtıradı. Qansha waqıttan keyin onıń tezligi eki ese kemeyedi?



1. 25 m/s tezlik penen joqarıǵa tik ılaqtırılǵan deneniń 2 s tan keyingi tezligi qansha boladı? Usı waqıt ishinde qansha biyiklikke kóteriledi? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.
2. Dene 30 m/s tezlik penen tik joqarıǵa ılaqtırıldı. Dene qanday biyiklikke kóteriledi hám qansha waqıttan keyin ılaqtırılǵan noqatqa kelip túsedı?
3. Dene 40 m/s tezlik penen tik joqarıǵa ılaqtırıldı. 5 s tan keyin deneniń tezligi qanday boladı? Usı waqıtta dene qanday biyiklikke kóteriledi?
4. 20 m/s qa teń baslanǵısh tezlik penen erkin túsip kiyatırǵan deneniń qozǵalıstı baslanǵannan 4 s ótkennen keyingi tezligi qanday m/s boladı?
5. Vertikal baǵıtta ılaqtırılǵan dene 6 s tan keyin jerge qayıp túsedı. Deneniń baslanǵısh tezligi qanday bolǵan? Dene qanday biyiklikke kóterilgen?

II BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA SHÍNÍGÍWLAR

1. Velosiped teń ólshewli qozǵalıp, 10 minutta 3 km joldı basıp ótti. Velosipedtiń tezligin m/s hám km/saat birliklerinde tabıń.

2. 80 km/saat tezlik penen ketip baratırǵan avtomobil 45 minutta qansha joldı basıp ótedi?

3. Oqıwshınıń úyinen mektepke shekemgi aralıq 500 m ge teń. Oqıwshı 2,5 km/saat tezlik penen júirse, mektepke neshe minutta jetip baradı?

4. Motocikldiń tezligi 72 km/saat, onıń qozǵalına qarsı esip turǵan samaldıń tezligi bolsa 5 m/s. Motociklge salıstırǵanda samaldıń tezligi qansha? Samal motocikldiń qozǵalıınıń baǵıtında bolǵanda-she?

5. Eki poyezd bir-birine qaray 90 km/saat hám 72 km/saat tezlik penen qozǵalmaqta. Ekinshi poyezddaǵı jolawshı birinshi poyezddiń onıń qasınan 6 s dawamında ótkenligin anıqladı. Birinshi poyezddaǵı jolawshınıń qasınan bolsa ekinshi poyezd 8 s dawamında ótkenligi belgili boldı. Hár eki poyezddiń uzınlıǵın tabıń.

6. Qayıqtıń suwǵa salıstırǵandaǵı tezligi dáryanıń aǵımınıń tezliginen 3 ese úlken. Eki punkt arasındaǵı aralıqtı qayıqtı aǵısqa qarsı baǵıtta júzip ótiw ushın aǵıs boyınsha ótkenge qaraganda neshe ese kóp waqıt ketedi?

7. Avtomobil dáslepki 10 s ta 150 m, keyingi 20 s ta 500 m hám aqırǵı 5 s ta 50 m jol júrdi. Joldıń hár qaysı bólimindegi hám pútkil joldaǵı ortasha tezliklerdi km/saat esabında tabıń.

8. Poyezd qozǵala baslaǵannan keyin 10 s ótkende 36 km/saat tezlikke iye boldı. Usınday teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın poyezddiń tezligi qansha waqıt ótkennen keyin 72 km/saat qa jetedi?

9. Qıya nawadan tınısh haldan baslap domalap túsetuǵın sharik birinshi sekunda 8 sm joldı ótti. Sharik 3 s ta qansha joldı ótedi?

10. 34-súwrette sáwlelendirilgen $v_0 > 0$ ushın tezliktiń grafiginen deneniń $t = 5$ s ta basıp ótken jolın esaplań.

11. Avtomobil tınısh jaǵdaydan 5 m/s^2 tezleniw menen qozǵalıp, 4 s dawamında qansha joldı basıp ótedi? Usı waqıtta ol qanday tezlikke iye boladı?

Kinematika tiykarları

12. 34-súwrette súwretlengen $v_0 = 0$ ushın tezliktiń grafiginen deneniń $t = 5$ s ta basıp ótken jolın esaplań.

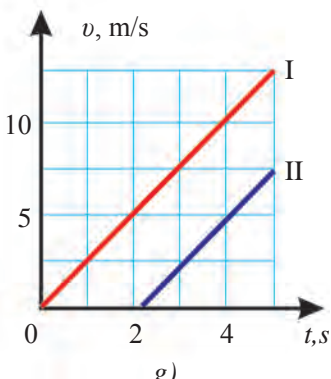
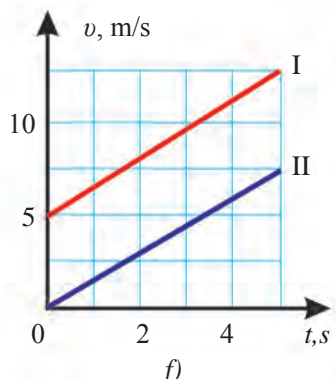
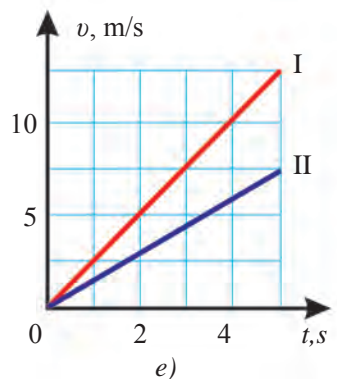
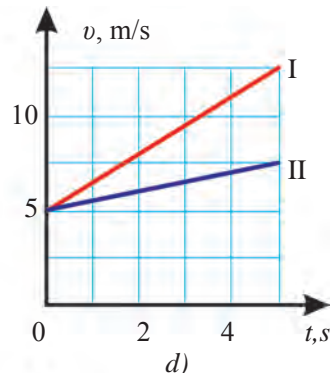
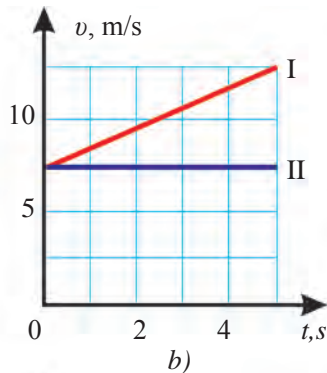
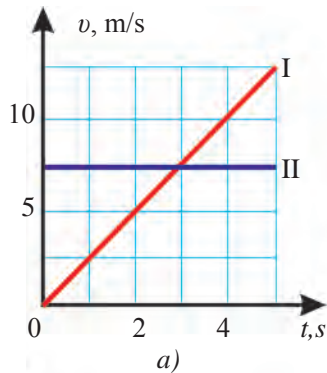
13. Belgili bir biyiklikten jiberilgen dene jerge erkin túspekte, deyiik. Ol qansha waqıtta 80 m/s tezlikke iye boladı? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10$ m/s² dep alınsın.

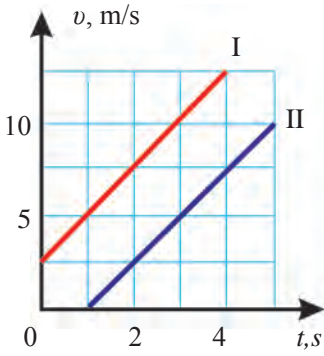
14. Dene belgili biyiklikten 5 m/s tezlik penen tómenge tik ılaqtırıldı. 5 s tan keyin dene qanday tezlikke erisedi?

15. Tınısh halda turǵan vertolyottan taslangan júk 12 s ta jerge tústı. Júk qanday biyiklikten taslangan hám ol qanday tezlik penen jerge urılǵan? Hawanıń qarsılıǵı esapqa alınbasın?

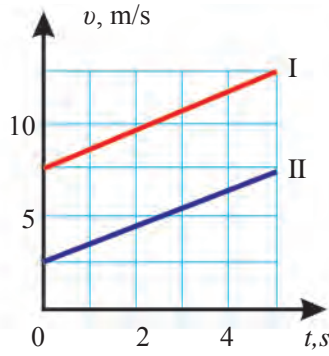
16. Avtomobil 30 km aralıqtı 15 m/s tezlikte, 40 km aralıqtı 1 saatta basıp ótti. Avtomobil pútkil jol dawamında qanday ortasha tezlik penen qozǵalǵan?

17. Tómendegi súwrette keltirilgen grafiklerdi tallap, eki túrli qozǵalıstı óz ara salıstırıń. Onnan qozǵalıstı haqqında qanday maǵlıwmatlardı anıqlay alasız (qozǵalıstıń túri, baslanǵısh tezlik, tezleniw, qozǵalıw waqtı)?

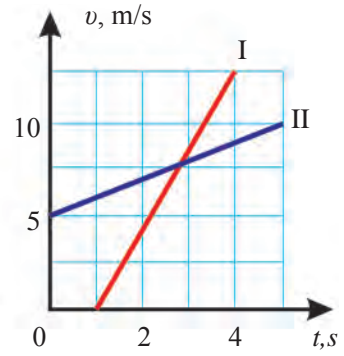




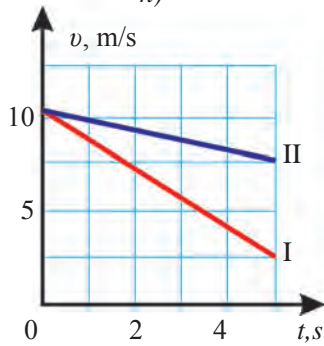
h)



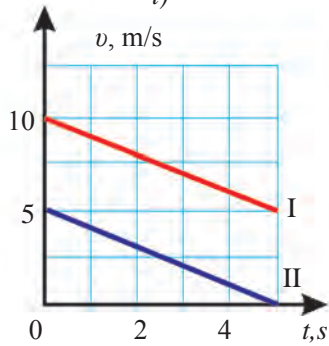
i)



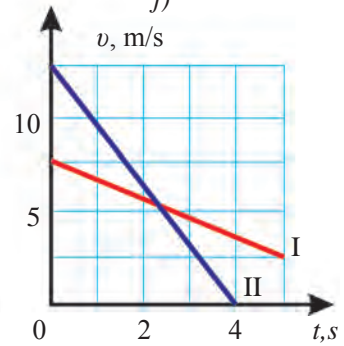
j)



k)

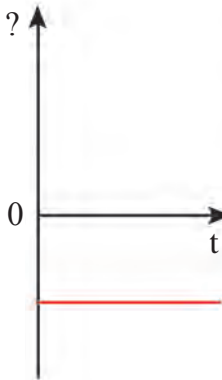


l)

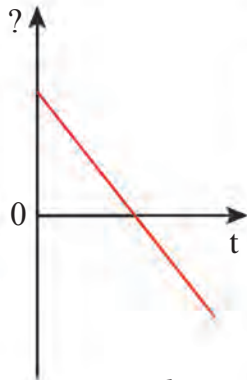


m)

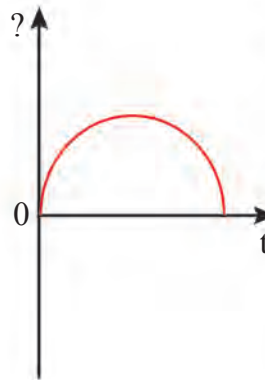
18. Joqarıǵa vertikal baǵıtta ılaqtırılǵan dene joqarıǵa kóterildi hám qayıp tómenge tústi. Bul qozǵalısqı tiyisli orın awıstırıw, jol, tezlik hám tezleniwdiń waqıtqa baylanıslılıǵınıń grafiǵı tómenдеgi súwrette keltirilgen. Grafiklerdi talap, olardıń hár biriniń qaysı baylanısqı sáykes keletuǵınıń tabıń.



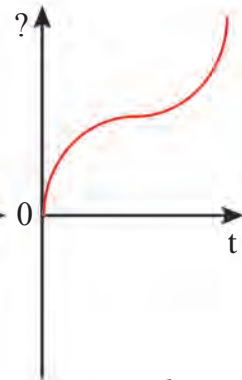
a



b



c



d



III bap. SHENBER BOYÍNSHA TEŇ ÓLSHEWLI QOZǴALÍS

Biz usı waqıtqa shekem traektoriyası tuwrı sızıqtan ibarat bolǵan qozǵalıstı úyrendik. Deneniń traektoriyası tuwrı sızıq bolmaǵan hárqanday qozǵalıstı iymek sızıqlı qozǵalıstı bolıp tabıladı. Iymek sızıqlı qozǵalıstardıń eń ápiwayı túri bolsa aylanbalı qozǵalıstı bolıp tabıladı.

Aylanbalı qozǵalıstı haqqında túsiniqlerge iye bolıwımız eń mayda bólekshe – elektronlardan baslap planetalardıń óz orbitaları boyınsha aylanbalı qozǵalıstıların tallawda, turmısımızda paydalanılatuǵın kóplegen ásbaplardıń aylanbalı qozǵalatuǵın bólimlerin úyreniwde járdem beredi. Bul bapta deneniń teń ólshewli aylanbalı qozǵalıstı menen tanısamız.

15-§. DENENIŇ SHEŇBER BOYÍNSHA TEŇ ÓLSHEWLI QOZǴALÍSÍ

Sheńber boyınsha teń ólshewli qozǵalıstı haqqında túsiniq

Saattıń tilleriniń ushınıń, birdey tezlikte ketip baratırǵan velosipedtiń yamasa avtomobildıń dóńgeleginiń, islep turǵan ventilyator párriginiń qozǵalıstı aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstı dep ataw múmkin. Teń ólshewli degende baǵıtı boyınsha teń ólshewli emes, waqıttıń ótiwi menen ózgermeytuǵın birdey tezlikti túsiniwimizdiń kerek ekenligin esletip ótemiz.



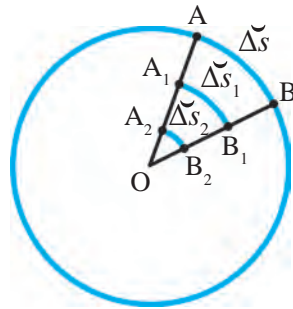
Eger materiallıq noqat sheńber boylap teń waqıtlar arasında teńdey jollardı basıp ótse, bunday qozǵalıstı aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstı dep ataladı.

Materiallıq noqattıń aylanbalı qozǵalıstı degende, aylanbalı qozǵalatuǵın deneniń bir noqatı názerde tutıladı. Mısalı, saattıń tiliniń belgili bir noqatın, materiallıq noqat dep qaraw múmkin. Velosiped yamasa avtomobil dóńgeleginiń kósherinen belgili bir uzaqlıqtaǵı noqatın materiallıq noqat dep alıwǵa boladı. Bul jaǵdayda dóńgelektiń aylanbalı qozǵalıstı jerge salıstırǵanda emes, al velosipedtiń yamasa avtomobildıń korpusına salıstırǵanda qaraladı.

Sızıqlı tezlik hám múyeshlik tezlik

Aylanbalı qozǵalısta deneniń aylanıw kóshe-rinen hár qıylı uzaqlıqtaǵı noqatları belgili Δt waqıt ishinde hár qıylı uzınlıqtaǵı Δs doǵaların basıp ótedi. 46-súwretten belgili Δt waqıtı ishinde deneniń A noqatınıń Δs doǵasın, A_1 noqatı Δs_1 ni, A_2 noqatı bolsa Δs_2 doǵasın basıp ótiwi kórinip tur. Bul noqatlardıń waqıt birligindegi basıp ótken aralıqları, yaǵnıy tezlikleri hár qıylı:

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

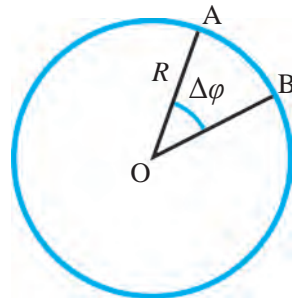


46-súwret. Hár qıylı noqatlardıń basıp ótken jolı.



Sheńber boylap qozǵalatuǵın materiallıq noqattıń waqıt birligi ishinde doǵa boylap basıp ótken jolına san jaǵınan teń bolǵan shamaǵa sızıqlı tezlik dep ayıldı.

Dene radiusı R bolǵan sheńber boylap teń ólshewli qozǵalatuǵın bolsın (47-súwret). Eger dene qanday da bir Δt waqıt ishinde A noqattan B noqatqa orın awıstırsa, sheńberdiń orayınan usı A noqatına ótkerilgen R radiusı $\Delta\varphi$ múyeshke burıladı. Bul múyeshiti *burılıw múyeshi* dep ataydı. Aylanıp atırǵan noqattıń sheńberdiń orayınan uzaq jaqınlıǵına qaramastan burılıw múyeshi birdey boladı. Burılıw múyeshi radian (rad) yamasa gradus ($^\circ$) birliklerinde ólshenedi.

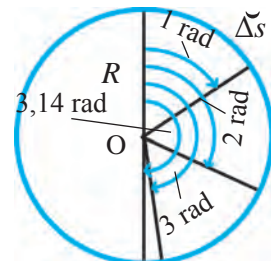


47-súwret. Burılıw múyeshiniń payda bolıwı.



Qarsısındaǵı doǵanıń uzınlıǵı usı sheńberdiń radiusına teń bolǵan múyesh bir radianǵa teń múyesh bolıp tabıladı.

Yaǵnıy $\Delta s = R$ de $\Delta\varphi = 1$ rad. boladı (48-súwret). 1 radian shama menen 57 gradusqa teń, yaǵnıy $1 \text{ rad} \approx 57^\circ$. 48-súwrettegi R radiusı 2 radianǵa burılsa, $\Delta\varphi \approx 114^\circ$, 3 radianǵa burılsa $\Delta\varphi = 172^\circ$ boladı. Radius R yarım sheńberge, yaǵnıy 180° qa burılıwı $\Delta\varphi = 3,14 \text{ rad} = \pi$ di payda etedi. Dene bir ret aylanǵanda sheńberdiń uzınlıǵı $s = 2\pi R$ ge teń bolǵan aralıqtı basıp ótedi.



48-súwret. Múyeshitiń radian ólshemi.

Burılıw múyeshiniń radian ólshemindegi mánisi tómendegige teń:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\check{s}}{R}. \quad (2)$$

Aylanbalı qozǵalısta sızıqlı tezlik v menen bir waqıtta **múyeshlik tezlik** ω (omega) da qollanıladı. Bunda:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}. \quad (3)$$



Sheńber boylap qozǵalısta sheńber radiusınıń burılıw múyeshiniń usı burılıw ushın ketken waqıtqa qatnası múyeshlik tezlik dep ataladı.

Múyeshlik tezlik vektorlıq shama bolıp, onıń birligi rad/s larda beriledi. Aylanıp atırǵan deneniń barlıq noqatlarınıń múyeshlik tezligi ω birdey boladı.

Másele sheshiw úlgisi

Háwizden suw shıǵarıw ushın shıǵır ornatılǵan. Onıń kósherinen 1,5 m uzaqlıqta gúzeler bekitilgen. Shıǵırdıń bir ret tolıq aylanıwına 24 s waqıt ketse, gúzelerdiń burılıw múyeshi, sızıqlı tezligi hám múyeshlik tezligi qansha boladı?

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$R = 1,5 \text{ m};$ $\Delta t = 24 \text{ s}.$	$\Delta\varphi = 2\pi;$ $\Delta\varphi = \frac{\Delta\check{s}}{R}$ dan $\Delta\check{s} = \Delta\varphi R;$ $v = \frac{\Delta\check{s}}{\Delta t};$ $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$	$\Delta\varphi = 2 \cdot 3,14 \text{ rad} = 6,28 \text{ rad};$ $\Delta s = 6,28 \cdot 1,5 \text{ m} = 9,42 \text{ m};$ $v = \frac{9,42 \text{ m}}{24 \text{ s}} \approx 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\omega = \frac{6,28 \text{ rad}}{24 \text{ s}} \approx 0,26 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
<hr/> <i>Tabıw kerek:</i> $\Delta\varphi = ?$ $v = ?$ $\omega = ?$		

Juwabı: $\Delta\varphi = 6,28 \text{ rad}; v \approx 0,4 \text{ m/s}; \omega \approx 0,26 \text{ rad/s}.$



Tayanış túsinikler: aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstı, sızıqlı tezlik, burılıw múyeshi, radian, gradus, múyeshlik tezlik.



1. Radiusı 10 sm bolǵan aylanıwshı noqat teń ólshewli qozǵalıp, sheńberdiń yarımın 10 s waqıt dawamında ótti. Onıń sızıqlı tezligin tabıń.

2. Jolda ketip baratırǵan velosiped yamasa avtomobilдің dóńgeleginiń qozǵalısnı jerge salıstırǵanda aylanbalı qozǵalı dep ataw múmkin be? Nelikten?



1. Dóńgelek aylanıwında 0,1 s dawamında 1 rad ǵa burıldı. Dóńgelektiń kósherinen 5 sm, 10 sm hám 15 sm uzaqlıqtaǵı noqattıń sızıqlı tezligin tabıń. Dóńgelek qanday múyeshlik tezlik penen aylanadı?
2. Velosipedtiń dóńgeleginiń kósherinen eń uzaq noqatı 0,02 s dawamında 20 sm joldı basıp ótti. Velosipedtiń tezligin tabıń.
3. Saattıń 30 mm uzınlıqtaǵı minut tiliniń ushı 10 minutta 30 mm uzınlıqtaǵı doǵanı basıp ótedi. Minut til ushınıń sızıqlı tezligin, burılıw múyeshin hám múyeshlik tezligin tabıń.
4. Eger 47-súwrettegi sheńberdiń radiusı 1 m bolsa, 1 rad, 2 rad, 3 rad hám 3,14 rad múyeshitiń qarsısındaǵı doǵa uzınlıǵı hárbir jaǵday ushın qansha boladı?
5. Dem alıw baǵındaǵı dóńgelektiń orınlıqları aylanıw kósherinen 20 m uzaqlıqta ornatılǵan. Dóńgelektiń tolıq bir ret aylanıwı ushın 10 minut waqt ketedi. Orınlıqtıń sızıqlı tezligi hám múyeshlik tezligi qansha boladı?

16-§. SHEÑBER BOYINSHA QOZǴALÍSTÍ TÁRIYIP-LEytuǵın SHAMALARDÍń ARASÍNDAGÍ QATNASLAR

Sızıqlı tezlik penen múyeshlik tezlik arasındaǵı qatnas

Aldıńǵı tema sońındaǵı máseleni sheshiwdiń úlgisinde teń ólshewli aylanbalı qozǵalatıwın deneniń jolınıń formulası keltirip shıǵarılǵan edi:

$$\Delta\check{s} = \Delta\varphi R.$$

Bul formulanı sızıqlı tezliktiń formulasına qoyıp, tómendegi ańlatpanı alamız:

$$v = \frac{\Delta\check{s}}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi R}{\Delta t} = \omega R.$$

Demek, teń ólshewli aylanbalı qozǵalısta sızıqlı tezlik penen múyeshlik tezlik arasındaǵı qatnas tómendegishe boladı eken:

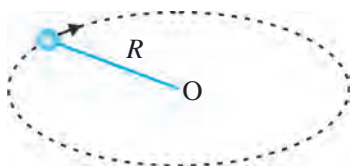
$$v = \omega R. \quad (1)$$

Aylanıw dáwiri, jiyiligi, sızıqlı tezlik hám múyeshlik tezlikler arasındaǵı qatnaslar

Aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstı jáne de tolıǵıraq táriyiplew ushın aylanıw dáwiri hám aylanıw jiyiligi túsiniyelerinen paydalanıladı.



Deneniń bir ret aylanıwına ketken waqıt aylanıw dáwiri dep ataladı.



49-súwret. Jipke baylanǵan shariktin qozǵalısqı sharchaning harakati

Aylanıw dáwiri T menen belgilenedi. Onıń tiykarǵı birligi – sekund (s).

Eger dene Δt waqıt ishinde n ret aylanatuǵın bolsa, onda aylanıw dáwiri T tómendegishe anıqlanadı:

$$T = \frac{\Delta t}{n}. \quad (2)$$

49-súwrette súwretlengen jipke baylanǵan sharik 8 s da 20 ret aylansa, aylanıw dáwiri tómendegishe tabıladı:

$$T = \frac{8}{20} \text{ s} = 0,4 \text{ s}.$$



Deneniń waqıt birligindegi aylanıwlar sanı aylanıw jiyiligi dep ataladı.

Aylanıw jiyiligi ν (nyu) menen belgilenedi. Onıń tiykarǵı birligi – 1/s.

Eger dene Δt waqıtta n ret aylanǵan bolsa, bunday jaǵdayda aylanıw jiyiligi ν tómendegishe anıqlanadı:

$$\nu = \frac{n}{\Delta t}. \quad (3)$$

Jipke baylanǵan dene 8 s ta 20 ret aylansa, aylanıw jiyiligi tómendegishe tabıladı:

$$\nu = \frac{20}{8} \frac{1}{\text{s}} = 2,5 \frac{1}{\text{s}}.$$

Aylanıw dáwiri T menen aylanıw jiyiligi ν arasındaqı qatnas:

$$T = \frac{1}{\nu} \quad \text{yamasa} \quad \nu = \frac{1}{T}. \quad (4)$$

Aylanıw dáwiri T menen sıziqlı tezlik v arasındaqı qatnas:

$$T = \frac{2\pi R}{v} \quad \text{yamasa} \quad v = \frac{2\pi R}{T}. \quad (5)$$

Aylanıw dáwiri T menen múyeshlik tezlik ω arasındaqı qatnas:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{yamasa} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (6)$$

Aylanıw jiyiligi ν menen sıziqlı tezlik v arasındaqı qatnas:

$$v = \frac{v}{2\pi R} \quad \text{yamasa} \quad v = 2\pi v R. \quad (7)$$

Aylanıw jiyiligi v menen múyeshlik tezlik ω arasındaǵı qatnas:

$$v = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{yamasa} \quad \omega = 2\pi v. \quad (8)$$

Ańlatpalardan materiallıq noqattıń múyeshlik tezliginiń onıń aylanıw dáwirine kerı, aylanıw jiyiligine bolsa tuwrı proporcional qatnasta bolatuǵınlıǵı kórinip tur. Aylanbalı qozǵalıslardıń ishinde denelerdiń teń ólshewli qozǵalısları kóp ushırasadı. Mısalı, elektr dvigatelleriniń rotorı, orbita boyınsha qozǵalatuǵın Jerdiń jasalma joldasları h.t.b. Birdey waqıt aralıǵında birdey tezlikte qozǵalatuǵın denelerdiń qozǵalısların matematikalıq túrde ańlatıw ańsat.

Másele sheshiw úlgisi

«Neksiya» avtomobili 90 km/saat tezlik penen teń ólshewli qozǵalmaqta. Eger avtomobildiń dóńgeleginiń radiusı 40 sm bolsa, dóńgeleginiń aylanıw dáwirin, aylanıw jiyiligin hám múyeshlik tezligin tabıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$v = 90 \text{ km/saat} = 25 \text{ m/s};$ $R = 40 \text{ sm} = 0,4 \text{ m}.$	$T = \frac{2\pi R}{v};$ $v = \frac{1}{T};$ $\omega = 2\pi v.$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4}{25} \text{ s} \approx 0,1 \text{ s};$ $v = \frac{1}{0,1} \frac{1}{\text{s}} = 10 \frac{1}{\text{s}};$ $\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 62,8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}.$
<i>Tabıw kerek:</i>		
$T = ? \quad v = ? \quad \omega = ?$		

Juwabı: $T \approx 0,1 \text{ s}; v = 10 \text{ 1/s}; \omega = 62,8 \text{ rad/s}.$



Tayanısh túsinikler: sheńber boyınsha teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń basıp ótken jolı, aylanıw dáwiri, aylanıw jiyiligi.



1. Avtomobildiń tezligi 20 m/s, dóńgeleginiń diametri 64 sm. Avtomobildiń dóńgeleginiń múyeshlik tezligin tabıń.
2. Dene 10 m/s tezlik penen 2 m radiuslı sheńber boylap qozǵalmaqta. Onıń aylanıw jiyiligin tabıń.

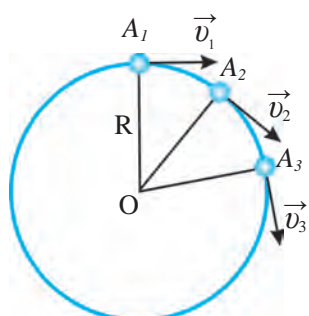


1. Shárpálek orınlıǵı 1 minutta 2 ret aylanadı. Shárpálek kósherinen 1 m uzaqlıqta ornatılǵan orınlıǵınıń sızıqlı tezligi menen múyeshlik tezligin tabıń.
2. Velosiped 10 m/s tezlik penen teń ólshewli qozǵalmaqta. Eger velosipedtiń dóńgeleginiń radiusı 30 sm bolsa, onıń aylanıw dáwirin, aylanıw jiyiligin hám múyeshlik tezligin tabıń.

3. Jer sharınıń ekvatorında turǵan deneniń sıızıqlı hám múyeshlik tezligin esaplań. Jerdiń radiusın 6400 km ge teń dep alıń.

17-§. ORAYǴA UMTÍLÍWSHÍ TEZLENIW

Sheńber boylap teń ólshewli qozǵalıstaǵı tezliktiń baǵıtı



50-súwret. Aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstaǵı tezliklerdiń baǵıtı.

Sharık radiusı R bolǵan sheńber boylap teń ólshewli qozǵalatuǵın bolsın. Sharık óziniń qozǵalısinıń dawamında Δt waqıt ishinde A_1 noqatınan A_2 noqatına jáne sonday waqıtıń ishinde A_2 noqatınan A_3 noqatına ótsin (50-súwret).

Sharık aylanbalı qozǵalısta belgili Δt waqıt dawamında Δs doǵanı basıp ótedi. Δt waqıtı júdá kishi dep alsaq, usı waqıttaǵı bir zamatlıq tezlikti tabıwımız múmkin. Sharık teń ólshewli qozǵalatuǵın bolǵanlıqtan A_1 , A_2 , A_3 noqatlardaǵı onıń tezlikleri san jaǵınan birdey boladı. Biraq olardıń baǵıtı hár qıylı. Aylanbalı qozǵalıstıń dawamında qozǵalıstıń

baǵıtı dáwirli ózgerip turatuǵın bolǵanlıqtan, bizdi hárbir noqattaǵı tezliktiń baǵıtı qızıqtıradı. Bunı aylanbalı teń ólshewli qozǵalatuǵın pıshaqtı sharlaytuǵın diskti baqlap, ushqınlardıń baǵıtına qarap biliwimiz múmkin (51-súwret). Ushqınlar disktiń pıshaqtıń tiyip turǵan noqatına túsirilgen radiusqa perpendikulyar, yaǵnıy sheńberdiń doǵasına urınba baǵıtta ushıp shıǵıp atırǵanlıǵın kóremiz. Demek, sheńberdiń hárbir noqatındaǵı tezlik, 50-súwrette kórsetilgendeı, sheńberdiń radiusına perpendikulyar baǵıtta boladı. Qarlı yamasa suwlı jollarda ketip baratırǵan avtomobildiń dóńgeleklerinen shashıraytuǵın ılay suwdıń baǵıtı da sheńberge urınba túrde boladı. Aylanbalı teń ólshewli qozǵalısta tezliktiń baǵıtı úzliksiz túrde ózgerip turǵanlıǵı ushın esaplawda onı skalyar emes, vektorlıq shama sıpatında alıwımız lazım.

Sheńber boylap teń ólshewli qozǵalıstaǵı tezleniw

Tuwrı sıızıqlı teń ólshewli ózgermeli qozǵalatuǵın deneniń tezleniwinde waqıt ótiwi menen qozǵalıstıń baǵıtı ózgermeydi. Biz tek tezliktiń shamasınıń

ózgeriwin hám vektorlıq kórinisi tómendegishe ekenligin kórgen edik:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}. \quad (1)$$

Aylanbalı teń ólshewli qozǵalısta bolsa tezliktiń shaması ózgermeydi, tek baǵıtı ózgeredi. Tezlik vektorlıq shama bolǵanlıqtan eki vektordıń moduli teń bolıp, biraq baǵıt hár qıylı bolsa, bunday vektorlardıń ayırmasınıń nolge teń bolmaytuǵınlıǵın bilemiz (52-súwret).

Bunı 50-súwrette kórsetilgen shariktiń qozǵalıında kórsek, Δt waqıt ishinde tezlik vektorlarınıń ayırması $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$ yamasa $\vec{v}_3 - \vec{v}_2$ nolden parqı boladı. Demek, tezlik vektorı ózgermekte. Tezliktiń ózgeriwi aylanbalı qozǵalısta tezleniw bolatuǵınlıǵınan derek beredi. (1)-formuladan shariktiń Δt waqıt ishinde A_1 noqattan A_2 noqatına ótiwdegi qozǵalı ushın tezleniw tómendegishe ańlatıladı:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}. \quad (2)$$

Radiusı R bolǵan sheńber boylap \vec{v} tezlik penen teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń bir zamatlıq tezleniwi tómendegishe tabıladı:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}^2}{R}. \quad (3)$$

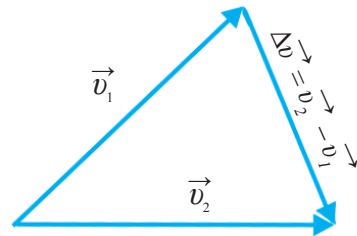
Formuladan aylanbalı qozǵalısta sheńberdiń radiusı qansha kishi bolsa, tezleniwdiń de sonshama úlken bolatuǵınlıǵın kóriwimiz múmkin. Sheńberdiń radiusı úlkeyip, tuwrı sızıqqa jaqınlaǵan sayın tezleniwdiń mánisi kemeyip, nolge jaqınlasadı. Tuwrı sızıqlıq teń ólshewli qozǵalısta bolsa tezlik vektorları ústi-ústine túsedı. Nátiyjede tezliklerdiń mánisi da baǵıtı da birdey bolıp, tezleniw nolge teń boladı.

Sheńber boylap teń ólshewli qozǵalıstaǵı tezleniwdiń baǵıtı

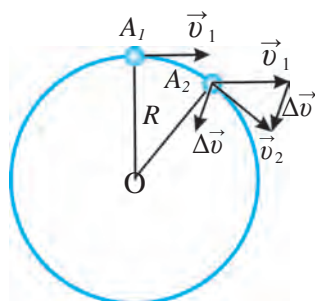
Aylanbalı teń ólshewli qozǵalatuǵın sharik A_1 noqatınan A_2 noqatına ótkende tezlikler vektorınıń ayırması $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ boladı. \vec{v}_2 vektorınan \vec{v}_1 vektorı



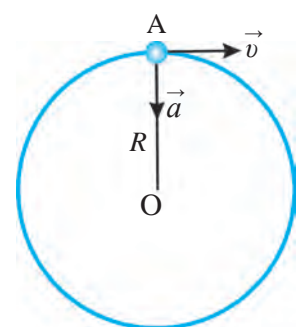
51-súwret. Aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstaǵı tezliklerdiń baǵıtı



52-súwret. Modul teń, baǵıtı hár qıylı vektorlardıń ayırması



53-súwret. Aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstaǵı tezlikler vektorlarınń ayırması.



54-súwret. Orayǵa umtılıwshı tezleniwdiń baǵıtı.

alıńanda ayırma $\Delta\vec{v}$ vektorınıń baǵıtı 53-súwrette kórsetilgen.

Aylanbalı teń ólshewli qozǵalısta \vec{a} tezleniwiniń baǵıtı ayırma vektor $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ iniń baǵıtı menen birdey boladı. Bunı (2)-formuladan da kóriw múmkin. Súwrettegi $\Delta\vec{v}$ vektorınıń basın A_2 noqtasına kóshireyik. A_2 noqtası A_1 noqtasına qansha jaqın bolsa, $\Delta\vec{v}$ vektorınıń baǵıtı sheńberdiń orayı tárepke sonsha jaqın baǵıtlanadı. A_2 noqtası A_1 noqtasına júdá jaqın bolǵanda, $\Delta\vec{v}$ vektorı, sonlıqtan, \vec{a} tezleniwini R radius boylap O orayına qaray baǵıtlanǵan boladı (54-súwret). Sonıń ushın aylanbalı teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń tezleniwini orayǵa umtılıwshı tezleniw dep ataladı. Demek, deneni aylanbalı qozǵaltıw ushın onı turaqlı túrde orayǵa umtılıwshı tezleniw menen qozǵaltıw kerek eken. Tek sonda ǵana ol aylanbalı qozǵaladı.

Másele sheshiw úlgisi

Velosiped radiusı 25 m bolǵan sheńber tárizli jolda 10 m/s tezlik penen teń ólshewli qozǵalmaqta. Onıń orayǵa umtılıwshı tezleniwini tabıń.

Berilgen:

$$R = 25 \text{ m};$$

$$v = 10 \text{ m/s}.$$

Tabıw kerek:

$$a = ?$$

Formulası:

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

Sheshiliwi:

$$a = \frac{10^2}{25} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Juwabı: $a = 4 \text{ m/s}^2.$



Tayanısh túsinikler: aylanbalı qozǵalıstaǵı tezleniw, orayǵa umtılıwshı tezleniw.



1. Shofyor avtomobiline radiusı 30 sm bolǵan dóńgeleklerdiń ornına 32 sm li dóńgeleklerdi ornalastırıp aldı. Eger spidometr 60 km/saat tezlikti kórsetetuǵın bolsa, tiykarında bul avtomobil qanday tezlik penen júredi?
2. Ne ushın aylanbalı teń ólshewli qozǵalısta kórinetuǵın tezleniw orayǵa umtılıwshı tezleniw dep ataladı?



1. Uzunlıǵı 25 sm bolǵan jipke baylanǵan sharik 5 m/s sızıqlı tezlik penen aylanbaqta. Shariktiń orayǵa umtılwshı tezleniwın tabıń.
2. Avtomobil 90 km/saat tezlik penen teń ólshewli qozǵalmaqta. Eger avtomobildiń dóńgeleginiń radiusı 35 sm bolsa, dóńgelektiń shetindegi noqatlardıń orayǵa umtılwshı tezleniwın tabıń.
3. Radiusı 12 sm bolǵan sharlaytuǵın dúzilistiń diskisi 1 minutta 1200 ret aylanadı. Disktiń aylanıw kósherinen eń uzaq noqatınıń orayǵa umtılwshı tezleniwın anıqlań.
4. Velosiped 12 m/s tezlik penen qozǵalmaqta. Dóńgelek shetindegi noqattıń orayǵa umtılwshı tezleniwı 250 m/s². Onıń dóńgeleginiń radiusı qansha?
5. Ventilyatordıń párriginiń radiusı 15 sm, aylanıw jiyiligi 20 1/s, Ventilyator párriginiń aylanıw dáwirin, múyeshlik tezligin hám párriktiń ushındaǵı noqattıń sızıqlı tezligi menen orayǵa umtılwshı tezleniwın tabıń.

III BAP BOYÍNSHA JUWMAQLAR

- ◆ Aylanbalı teń ólshewli qozǵalatuǵın dene iqtıyarlı teń waqıtlar arasında teńdey doǵalardı basıp ótedi.
- ◆ Aylanbalı teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń sızıqlı tezligi: $v = \frac{\Delta \check{s}}{\Delta t}$.
- ◆ Aylanbalı teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń múyeshlik tezligi: $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$.
- ◆ Aylanbalı teń ólshewli qozǵalıstaǵı sızıqlı tezlik penen múyeshlik tezlik arasındaǵı qatnas: $v = \omega R$.
- ◆ Aylanıw dáwiri–deneniń bir ret aylanıp shıǵıwı ushın ketken waqıt: $T = \frac{\Delta t}{n}$.
- ◆ Aylanıw jiyiligi–waqıt birligindegi aylanıwlar sanı: $\nu = \frac{n}{\Delta t}$.
- ◆ Aylanıw dáwiriniń formulaları: $T = \frac{1}{\nu}$, $T = \frac{2\pi R}{v}$, $T = \frac{2\pi}{\omega}$.
- ◆ Aylanıw jiyiliginiń formulaları: $\nu = \frac{1}{T}$, $\nu = \frac{v}{2\pi R}$, $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$.
- ◆ R radiuslı sheńber boylap v sızıqlı tezlikte teń ólshewli qozǵalatuǵın dene: $a = \frac{v^2}{R}$ tezleniwge iye. Tezleniw vektori \vec{a} sheńber orayına baǵıtlanǵanı ushın orayǵa umtılwshı tezleniw delinedi.
- ◆ Bir ret tolıq aylanıw múyeshi: $\varphi = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ$.

III BAPQA BAYLANISLI QOSIMSHA SHINIGIWLAR

1. 50 sm bolğan jipke baylanğan sharik minutına 36 ret aylanbaqta. Onıń aylanıw jiyiligin, dáwirin, sızıqlı hám múyeshlik tezliklerin tabıń.
2. Radiusı 20 sm bolğan ventilyator párriginiń ushı 25 m/s sızıqlı tezlik penen aylanbaqta. Ventilyator párriginiń aylanıw dáwirin, jiyiligin hám múyeshlik tezligin tabıń.
3. Aydıń Jer átirapındaǵı aylanıw jiyiligin hám sızıqlı tezligin tabıń. Aydıń Jer átirapındaǵı aylanıw dáwiri 27 sutka 7 saat 43 minut. Jerdiń orayınan Ayǵa shekemgi bolğan aralıqtı $3,9 \cdot 10^8$ m dep alıń.
4. Jerdiń Quyash átirapındaǵı aylanıw dáwiri 365 sutka 5 saat 48 minut 46 sekund. Jer Quyash átirapındaǵı aylanıw jiyiligin hám sızıqlı tezligin tabıń. Jerden Quyashqa shekem bolğan aralıqtı $1,5 \cdot 10^{11}$ m dep alıń.
5. Ekvatorda turǵan deneniń Jerdiń orayına salıstırǵanda aylanıw jiyiligin hám orayǵa umtılıwshı tezleniwini tabıń. Jerdiń radiusın 6400 km dep alıń.
6. Barabanınıń diametri 12 sm bolğan bloktiń járdeminde júk 1 m/s tezlik penen kóterilmekte. Bloktiń barabanınıń aylanıw jiyiligin tabıń.
7. Poyezd iymeklik radiusı 1000 m bolğan burılıwda 54 km/saat tezlik penen qozǵalmaqta. Poyezddiń orayǵa umtılıwshı tezleniwini tabıń.
8. Avtomobil 90 km/saat tezlik penen qozǵalǵanda dóńgelekleriniń aylanıw jiyiligi $10 \cdot 1/s$ bolsa, dóńgelektiń jerge tiyetuǵın noqatlarınıń orayǵa umtılıwshı tezleniwi qansha boladı?
9. Saattıń minutlıq strelkası sekundlıq strelkasınan 3 ese uzın. Strelkalardıń uzınlıǵınıń sızıqlı tezlikleriniń qatnasın tabıń.
10. Deneniń sheńber boylap qozǵalıwında onıń aylanıw radiusı 2 ese artıp, tezligi 2 ese kemeygen bolsa, onıń aylanıw dáwiri qalay ózgeredi?
11. Jer betindegi erkin túsiw tezleniwini Aydıń orayǵa umtılıwshı tezleniwine qatnasın esaplań. Ay orbitasınıń radiusı 60 Jerdiń radiusına teń.

KINEMATIKA BÓLIMI BOYÍNSHA TEST SORAWLARÍ

1. Qozǵalıp baratırǵan poyezddıń vagonında otırǵan adam nelerge salıstırǵanda tınısh jaǵdayda?

- A) vagonǵa salıstırǵanda; C) vagonǵa hám jerge salıstırǵanda;
B) jerge salıstırǵanda; D) reliske salıstırǵanda.

2. Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın “Neksiya” avtomobiliniń 25 s dawamında tezligin 36 km/saat tan 72 km/saatqa asırdı. “Neksiya” avtomobiliniń tezleniw tabını (m/s²):

- A) 10; B) 0,4; C) 25; D) 36.

3. 0,4 m/s² tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń belgili waqıttaǵı tezligi 9 m/s qa teń. Deneniń usı waqıttan 10 s aldınǵı payıttaǵı tezligi qansha bolǵan (m/s)?

- A) 0,4; B) 5; C) 4; D) 10.

4. Jerdi Quyash átirapında aylanatuǵın materiallıq noqat dep esaplawǵa bola ma?

- A) materiallıq noqat boladı;
B) materiallıq noqat bolmaydı;
C) materiallıq noqat bolıwı da, bolmawı da múmkin;
D) Jer Quyash átirapında aylanbaǵanda materiallıq noqat boladı.

5. Velosipedshi teń ólshewli qozǵalıp, 20 minutta 6 km joldı basıp ótti. Velosipedshiniń tezligin tabını (m/s):

- A) 5; B) 20; C) 6; D) 30.

6. Velosipedshi 10 minut dawamında 2700 m, keyin qıya tegislikte 1 minutta 900 m hám jáne 1200 m joldı 4 minutta basıp ótti. Velosipedshiniń ortasha tezligin tabını (m/min):

- A) 1600; B) 320; C) 98; D) 490.

7. Avtomobil teń ólshewli tezleniw menen qozǵalıp joqarıǵa kóterilmekte. Onıń ortasha tezligi 36 km/saat hám aqırǵı tezligi 2 m/s bolsa, baslanǵısh tezligi qanday m/s larda bolǵan?

- A) 18; B) 20; C) 15; D) 10.

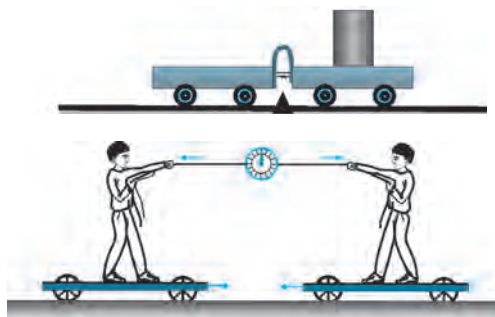
DINAMIKANÍŇ TIYKARLARÍ

Biz kinematika bóliminde deneniń qozǵalısn ápiwayılastırıp úyreniw ushın denegge tásir etetuǵın kúshlerdi itibarǵa almaǵan edik. Tuwrı sızıqlı teń ólshewli hám teń ólshewli emes qozǵalıslar haqqında da maǵlıwmatlarǵa iye boldıq. Deneniń ilgerilemeli hám aylanbalı qozǵalısların hár túrli kóriniste táriyiplewdi de úyrenip aldıq.

Endi biz ne sebepten deneler ózgeriwshi qozǵaladı, olardıń tezleniwine alıp keletuǵın faktorlar neden ibarat, degen sorawlarǵa juwap izleybiz. Solay etip, bizdi deneler qozǵalıсындаǵı júzege keletuǵın ózgerislerdiń deneler massası hám olar arasındaǵı óz ara tásir etiwshi kúshlerge baylanıslılıǵı qızıqtırıwı tábiyiy.

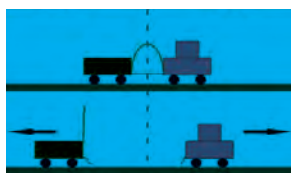
Deneler qozǵalıslarındaǵı ózgerislerdiń oǵan tásir etiwshi kúshlerge baylanıslılıǵı mexanikanıń *dinamika* bóliminde úyreniledi. Dinamika sózi grekshe *dinamikas* sózinen alınǵan bolıp, kúshke baylanıslı degen mánisti bildiredi.

IV bap. QOZǴALÍS NÍZAMLARÍ



V bap. SÍRTQÍ KÚSHLERDÍŇ TÁSIRINDEGI DENELERDÍŇ QOZǴALÍSÍ





IV bap. QOZĞALÍS NÍZAMLARÍ

Aldıńǵı sabaqlarda hár bir qozǵalıstıń salıstırmalı ekenligin bildik. Bir qozǵalıstı keltiriwshi sebepleri menen óz ara baylanıslıǵı hár qıylı esaplaw sistemalarında kórilgeninde bir-birinen keskin pırıqlanatuǵın nátiyjeler alınadı. Qozǵalıstı hám onıń sebepleri arasındaǵı baylanıs bazı bir esaplaw sistemalarına salıstırıp kórgenimizde júdá ápiwayı túrge iye boladı eken. Mısalı, bunday sistemalardıń biri sıpatında Jerdi alıw múmkin. Sonıń ushın dinamikanı úyrengenimizde Jerdi esaplaw sisteması dep alsaq boladı.

Dinamikanıń tiykarǵı nızamları úshew bolıp olar qozǵalıstı nızamları dep ataladı. Inglis alım **Isaak Nyuton** tárepinen 1687-jılı járiyalanǵan bul nızamlar adamzattıń kóp ásirlik tájiriybesiniń nátiyjelerin ulıwmalastırdı hám jańa basqıshqa alıp shıqtı. Dinamikaǵa tiyisli bilimlerdiń bir sistemaǵa túsiriliwi hám paydalanılıwı ushın qolaylı bolǵan matematikalıq túrdegi ańlatılıwı ilim hám texnikanıń rawajlanıwında úlken túrtki boldı. Bul nızamlar onıń húrmetine Nyuton nızamları dep ataladı.

18-§. DENELERDİŇ ÓZ ARA TÁSIRLESIWI. KÚSH

Denelerdiń óz ara tásirlesiwı

Tınısh turǵan dene basqa deneler menen óz ara tásirlesiwiniń nátiyjesinde qozǵalısqı keliwi múmkin. Qozǵalıp atırǵan dene bunday tásir nátiyjesinde tezligin yamasa qozǵalıstı baǵıtın ózgerterdi.

Tájiriybe. Ústine temir bólegi qoyılǵan tıǵındı ıdistaǵı suwdıń betine qoyamız. Eger suwdıń betindegi temirge magnit jaqınlastırılsa, tıǵın üstindegi temir menen birge magnit tárepke júze baslaydı (55-súwret). Temirdiń qozǵalıstına sebep, onıń magnit penen óz ara tásirlesiwı bolıp tabıladı. Qolnızdaǵı toptı tik joqarıǵa ılaqtırsańız, ol joqarıǵa v_0 baslanǵısh tezligi penen qozǵala baslaydı. Bunda topqa siz tásir ettińiz. Jo-



55-súwret. Magnit penen temirdiń óz ara tásiri.

qarıǵa kóterilgen sayın Jerdiń tartıwı nátiyjesinde toptıń tezligi kemeyedi. Ol belgili biyiklikke kóterilgende, tezligi nolge teń bolıp toqtaydı hám keyin tómenge túse baslaydı. Stoldıń ústinde tınısh turǵan sharikti túrtip jiberseńiz, qozǵaladı. Stoldıń betiniń súykelisiniń tásirinde shariktiń qozǵalıǵı áste-aqırın toqtaydı.

Kúsh



56-súwret. Kúsh tásirinde óshirgishtiń iyiliwi.

Denelerdiń óz ara tásiri shaması jaǵınan hár qıylı bolıwı múmkin. Mısalı, metall sharikti úlken jasaǵı adam jas balaǵa qaraǵanda uzaǵıraqqa ılaqtıradı. 100 kg lı shtanganı hámme kótere almaydı. Biraq shtangist onı tez kótere aladı.

Mexanikalıq tásir denelerdiń bir-birine tikkeley tiyiwi (kontakta bolıwı) yamasa olardıń maydanı arqalı júzege keledi. Mısalı, jerde turǵan júkti tartıw, iyteriw yamasa kóteriw, prujınanı sozıw yamasa qısıw, jipti buraw sıyaqlı jaǵdaylardaqı tásir denelerdiń bir-birine tikkeley tiyiwi arqalı júzege keledi. Sonday-aq, bir bólek temirge tásir (55-súwret) magnit maydanı arqalı, denelerdiń Jerge tartılıwı gravitaciyalıq maydanniń nátiyjesinde júzege keledi. Fizikada kóbinese qaralıp atırǵan denegе qaysı deneniń hám qalay tásir etip atırǵanı kórsetilmey tek qısqa etip denegе kúsh tásir etip atır delinedi. Denelerdiń óz ara tásirin sıpatlawshı fizikalıq shama — **kúsh** túsiniǵi kirgiziledi. Demek, kúsh deneniń tezligin ózgeriwshı sebep eken. Kúsh tásirinde deneniń barlıq bóliminiń tezligi ózgermey, al bir bóleginiń tezligi de ózgeriwı múmkin. Mısalı, óshirgishti qıssa onıń forması ózgeredi, yaǵnıy deformaciyalanadı (56-súwret). Joqarıda keltirilgen barlıq mısallarda dene basqa deneniń tásiri astında qozǵalıǵa keledi, toqtaydı yamasa óziniń qozǵalıǵı baǵıtın ózgerdedi, yaǵnıy tezligi ózgeredi.



Bir deneniń basqa denegе tásirin sıpatlawshı hám deneniń tezleniw alıwına sebep bolıwshı fizikalıq shama *kúsh* dep ataladı.

Kúsh F háribi menen belgilenedi hám xalıq aralıq birlikler sistemasında (XBS) onıń birligi etip **nyuton** (N) qabıl etilgen. Ámelde kúshti ólshewde millinyuton (mN) hám kilonyuton (kN) da qollanıladı. Bunda:

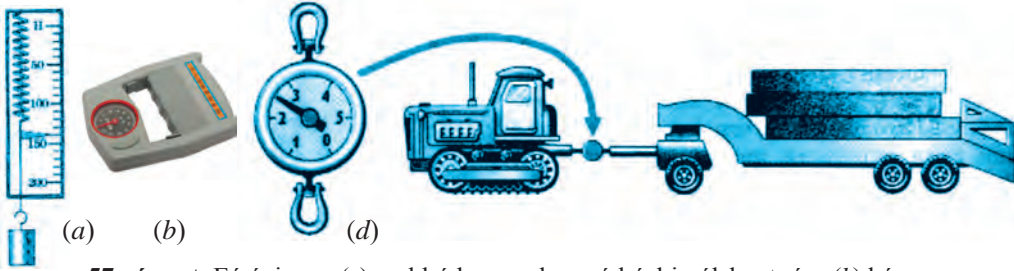
$$1 \text{ N} = 1000 \text{ mN}; \quad 1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}.$$

Kúsh vektorlıq shama bolıp, kúshitiń san mánisinen basqa onıń baǵıtın hám tásir etip atırǵan noqatın anıq kórsetiwimiz kerek (14-súwret).



Kúshiti kúsh ólshegish yamasa *dinamometr* járdeminde ólshenedi.

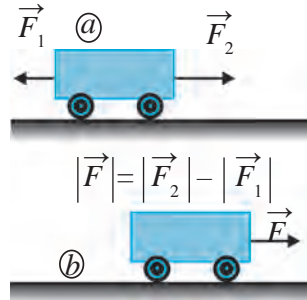
Dinamometrler qollanılıw maqsetine qaray hár qıylı boladı. 57-súwrette olardan ayırımları súwretlengen.



57-súwret. Eń ápiwayı (a), qoldın barmaqlarınıń kúshin ólsheytuǵın (b) hám úlken kúshlerdi ólsheytuǵın (d) dinamometrler.

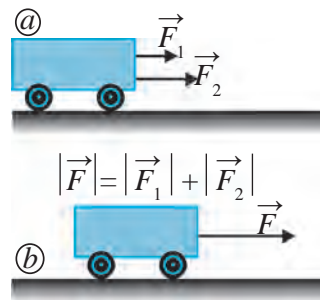
Kúshlerdi qosıw

Eger qanday da bir deneye birneshe kúsh tásir etip atırǵan bolsa, máseleni ápiwayılastırıw ushın olardıń barlıq tásirin bir kúsh túrinde ańlatıw múmkin. Onıń ushın barlıq kúshlerdiń vektorlıq qosındısı tabıwımız kerek. Mısalı, arbaǵa bir tuwrı sızıq boylap qarama-qarsı baǵıtta $\vec{F}_1 = 3 \text{ N}$ hám $\vec{F}_2 = 5 \text{ N}$ kúshler tásir etip atırǵan bolsın (58-a súwret). Bul vektorlıq kúshlerdiń qosındısı $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ san jaǵınan 8 N emes, al 2 N ǵa teń boladı. Arba usı $|F| = 2 \text{ N}$ kúshi tásirinde oń tárepke qozǵaladı (58-b súwret).

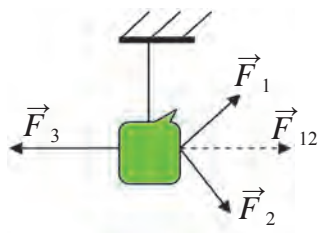


58-súwret. Qarama-qarsı baǵıtlangan kúshler (a) hám olardıń qosındısı (b).

Endi eki kúsh bir tárepke baǵıtlangan bolsın (59-a súwret). Bunday jaǵdayda eki kúshitiń shaması tuwrıdan-tuwrı qosıladı. Juwmaqlawshı kúsh $|F| = 8 \text{ N}$ bolıp, arba usı kúsh tásirinde oń tárepke úlkenirek tezlik penen qozǵaladı (59-b súwret). Bir tuwrı sızıq boylap eki emes, al onnan artıq kúshler tásir etse, juwmaqlawshı kúsh hárbir kúshitiń baǵıtına, qarap olardıń shamaları qosıladı yamasa ayırılıadı.



59-súwret. Bir tárepke baǵıtlangan kúshler (a) hám olardıń qosındısı (b).



60-súwret. Úsh kúshtiń teń salmaqlıq halı.

Júkke tásir etip atırǵan Jerdiń tartıw kúshi hám jiptiń serpiмлilik kúshi teń salmaqlıqta boladı.

Eger tásir etip atırǵan kúshler bir sıziqta jatpasa, vektorlardı qosıw qaǵıydasınan kúshlerdiń qosındısı tabıladı. Mısalı, júkti úsh kúsh tartıp atırǵan bolsın (60-súwret). \vec{F}_1 hám \vec{F}_2 kúshlerdiń teń tásir etiwshisi $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_{12}$ ge teń. \vec{F}_{12} hám \vec{F}_3 kúshleri óz ara teń hám qarama-qarsı baǵıtlanǵanı ushın olardıń teń tásir etiwshisi $\vec{F}_{12} + \vec{F}_3 = \vec{F} = 0$ boladı. Nátiy-jede bul júk teń salmaqlıq halında ildirilip turadı.



Tayanısh túsinipler: denelerdiń óz ara tásiiri, kúsh, kúshtiń birli-gi – nyuton.



1. Stoldıń ústinde kitap jatır. Kitap qanday kúshlerdiń tásirinde tınısh jatır? Kúsh vektorlarınıń baǵıtın kórsetip, sızilma sıziń.
2. Denelerdiń óz ara tásiiri nátiyjesinde top qozǵalatuǵın yamasa qozǵalı baǵıtın óz-gertetuǵın proceslerge misallar keltiriń.

19-§. NYUTONNÍŃ BIRINSHI NÍZAMÍ – INERCIYA NÍZAMÍ

Deneniń inerciyası

Tájiriybeler hám baqlawlar deneniń tezliginiń óz-ózinen ózgermeytuǵınlıǵın kórsetedi. Jerde jatırǵan topqa tásir etseń ol qozǵaladı. Kóshede jatırǵan tasqa heshqanday dene tásir etpese, ol sol jerde jataberedi. Tásir nátiyjesinde dene tezliginiń shaması ǵana emes, al qozǵalı baǵıtı da ózgeriwi múmkin. Mısalı, tennis to bı raketkaǵa urılǵannan keyin óziniń qozǵalı baǵıtın ózgerledi.

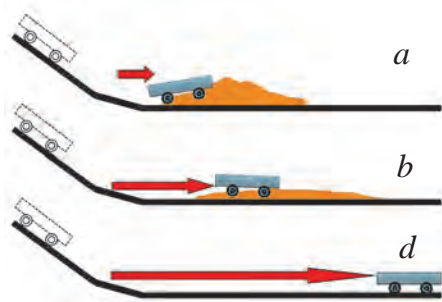


Dene tezliginiń ózgeriwi (shaması yamasa baǵıtı) oǵan basqa denelerdiń tásiiriniń nátiyjesinde júzege keledi.

Deneniń tezleniw alıwı ushın oǵan basqa bir deneniń yamasa deneler sistemasınıń tásir etiwı kerek. Bir sharikke basqa sharik kelip urılsa, tınısh turǵan sharik qanday da bir a_1 tezleniwi menen qozǵala baslaydı. Sonıń menen birge, kelip urılǵan sharik de tezligin ózgerledi yaǵnıy a_2 tezleniw aladı. Tezliktiń ózgeriwi, yaǵnıy tezleniw desek, tezliktiń shamasın emes,

bağıtınıń da ózgeriwi múmkinligin este saqlaw kerek. Eger sharikler birdey materialdan tayarlanıp, ólshemleri birdey bolsa, olardıń alǵan tezleniwi de máni-si boyınsha birdey boladı. Eger ólshem-leri hár qıylı bolsa, úlken sharik kishi tezleniw, al kishkenesi úlken tezleniw alǵanın kóremiz. Bul jaǵdayda, úlken sharik kishkenesinen inertlirek delinedi. Tı-nısh turǵan deneni qozǵalısqı keltiriw ushın ǵana emes, al qozǵalıstaǵı denelerdi toqtatıw ushın da kúsh jumсалadı. Inerciya (latinsha qozǵalmaytuǵın, háreketsizlik) denelerdiń tiykarǵı qásiyetleriniń biri bolıp, basqa denelerdiń tásirinde deneniń qalay tezleniwi oǵan baylanıslı.

Tájiriybe ótkizip kóremiz. Qıyalıqtan túsip atırǵan arbanıń aldına qum tógemiz. Arba qumlı tosǵınlıqqa urılıp toqtaydı (61-a súwret). Eger tógilgen qum az bolsa, ol uzaǵıraǵ aralıqqa barıp toqtaydı (61-b súwret). Eger qum tógilmese, az qarsılıq nátiyjesinde arba uzaǵıraǵ aralıqqa barıp toqtaydı (61-d súwret). Qarsılıq qansha kemeyse, dene tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalı tezligine jaqın tezlikte boladı.



61- súwret. Arbanıń qozǵalıwına hár qıylı tosǵınlıqlardıń tási-ri.



Basqa denelerdiń tási-ri qansha az bolsa, deneniń qozǵalı tezliginiń muǵdarı sonshama az ózgeredi hám onıń qozǵalı traektoriyası tuwrı sızıqqa sonsha jaqın boladı.

Eger denege basqa deneler tárepinen hesh qanday kúsh tásir etpese, ol qalay qozǵaladı? Bunı tájiriybede kóriwge bola ma? Bul sorawlarǵa XVII ásirdeń baslarında italiyalı alım Galileo Galiley tájiriybelerdiń járdeminde juwap beriwge urındı. Nátiyjede, eger denege basqa deneler tásir etpese, ol tınısh jaǵdayda yamasa Jerge salıstırǵanda tuwrı sızıqlı teń ólshewli bolıwı anıqlandı. Inerciyanıń júzege keliwin júdá kóp ushıratamız. Mısalı, eger tez qozǵalıp baratırǵan velosiped tosǵınlıqqa urılsa, velosipedshi aldında ushıp ketedi (62-súwret). Sebebi bunday jaǵdayda ol óziniń qozǵalısin bir-den toqtata almaydı. Avtobus tosattan júrip ketse, onıń ishinde turǵan adam arqasına shalqayıp ketedi. Bunıń sebebi, tınısh turǵan adamnıń denesi birden qozǵalmaydı.



62- súwret. Velosiped-tiń tosǵınlıqqa urılıwı.



**Basqa deneler tásir etpegeninde deneniń tınısh yamasa tuwrı sı-
zıqlı teń ólsheuli qozǵalısn saqlaw qásiyeti *inerciya* dep ataladı.**

Inerciya bolǵanlıǵı sebepli deneniń tezligin birden arttırıwǵa yamasa ke-
meytiwge bolmaydı. Deneniń jaǵdayın ózgeriw ushın belgili waqıt kerek.
Belgili tezlikte kiyatırǵan avtomobil birden toqtay almaydı. Usınday tezlikte
kiyatırǵan poyezddiń toqtawı ushın jáne de kóbirek waqıt hám aralıq kerek bo-
ladı. Sonıń ushın júrip baratırǵan transporttıń aldın kesip ótiw qáwipli. Trans-
porttıń toqtawı dawamında basıp ótken jol **tormozlanıw aralıǵı** dep ataladı.

Nyutonnıń birinshi nızamı



Isaak Nyuton

Nyuton ózinen aldınǵı ilimpazlardıń juwmaqlarınan,
ózińiń baqlaw hám tájiriybeleriniń juwmaqlarına tiykar-
lanıp inerciya nızamın tómendegishe táriyipleđi:

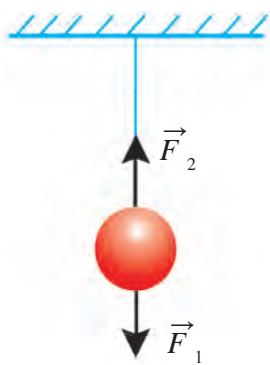


**Denege kúsh tásir etip, óziniń tınısh yamasa
tuwrı sızıqlı teń ólsheuli qozǵalısn halın ózger-
tpe, ol sol halın saqlaydı.**

Bul nızam **Nyutonnıń birinshi nızamı** dep ataladı.
Onı basqasja táriyiplew de múmkin:



**Eger denege basqa deneler tásir etpe, ol turaqlı birdey tezlikte
qozǵaladı yamasa óziniń tınısh halın saqlaydı.**



63-súwret. Kúshlerdiń
teń salmaqlıǵı.

Jipke ildirilgen sharikke Jerdiń tartıw kúshi \vec{F}_1 tásir
etip, onı tómenge túsiriwge májbúrlese, jip \vec{F}_2 kúshi
menen onı joqarıǵa tartıp, túsip ketiwge jol qoymay-
dı (63-súwret). Nátiyjede sharik ildirilgen halında
tınısh turadı. Jipti úzip jibersek sharik tómenge tú-
sip ketedi. Bul jerde 6-bette keltirilgen Ibn Sinonıń
shertektin qulawı haqqındaǵı misaldı eslew orınlı.
Yaǵnıy shertekke tásir etetuǵın eki kúshtiń shaması
jaǵınan teńligi sebepli teń salmaqlıqta turǵan edi.
Joaqarıǵa kóterip turıwshı baqan alıp taslanganda
salmaq kúshiniń tásirinde shertek qozǵalıp qulap
túsedı.

Demek, tásir etiwshi kúshlerdiń teń salmaqlığı yaǵnıy olardıń vektorlıq qosındısı nolge teń bolǵan halda da dene óziniń tınısh halın yamasa tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalısn saqlaydı.

Nyutonniń birinshi nızamın tómendegishe túsindiriw múmkin:

1. Tınısh halında turǵan $v = 0$ bolǵan denegе basqa deneler tásir etpegenshe ol óziniń tınısh halın saqlaydı. Bul dene basqa deneler tásir etkende qozǵalısqа keliwi múmkin.

Mısalı, sport maydanshasında tınısh turǵan topqa basqa dene futbolshınıń ayaǵı tásir etpegenshe, ol óziniń tınısh halın saqlaydı (64-súwret). Top tebilse, yaǵnıy oǵan qanday da bir dene tásir etse, onıń tınısh halı buzıladı hám qozǵalısqа keledi.

Tap sonday, tınısh turǵan vagonǵa basqa dene – teplovoz tásir etpegenshe, ol ornınan qozǵalmaydı.

2. Denegе basqa deneler tásir etpese, ol óziniń tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalısn saqlaydı.

Mısalı tebilgen top v_0 baslanǵısh tezligin aladı. Top jerge salıstırǵanda múyesh astında v_0 turaqlı tezlik penen tuwrı sızıqlı qozǵalıwı kerek edi.

Biraq top Jerdiń tartısıw kúshi hám hawanıń qarsılıǵı tásirinde iyemek sızıqlı qozǵaladı (65-súwret).



64-súwret. Top tebilse ol óziniń tınısh halında qaladı.



65-súwret. Tebilgen toptıń qozǵalısqı.



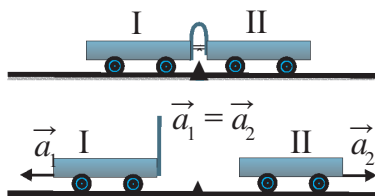
Tayanısh túsiniqler: deneniń inerciyası, Nyutonniń birinshi nızamı.



1. Úlken tezlik penen ketip baratırǵan avtobusta shofyor tormozdı birden bassa, jolawshılar qalay qozǵaladı? Sizińshe, tosattan baslanǵan bul qozǵalıstıń tezligi qanday shamalarǵa baylanıslı?
2. Denegе bir-birine salıstırǵanda múyesh astında tásir etip atırǵan úsh kúshniń vektorlıq qosındısıń sızılmada sızıp kórsetiń.

20-§. DENENIŇ MASSASI

DenelerdiŇ inertligi



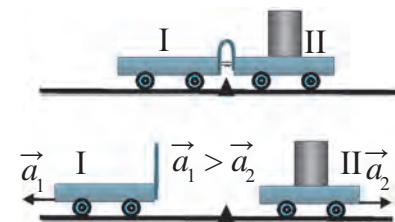
66-súwret. Inertligi birdey bolǵan arbalardıń háreketi.

Tájiriybe. Birewine serpimli plastinka qatırılǵan eki birdey arbanı 66-súwrette kórsetilgenindey etip stoldıń ústine qoyamız. Iyilgen plastinkanı tartıp turǵan jipti úzip jibersek, serpimli plastinka eki arbaǵa birdey tásir etip, olardı eki tárepke iyterip jiberedi. Bunda eki arba da birdey tezleniw aladı, yaǵnıy:

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2.$$

Endi ekinshi arbanıń ústine júk qoyıp, joqarıdaǵı tájiriybeni qaytalaymız (67-súwret). Biraq bul jaǵdayda birinshi arba ekinshi arbaǵa qaraǵanda uzaq aralıqqa barıp toqtaydı. Birinshi arba alǵan tezleniw ekinshisine salıstırǵanda úlken boladı:

$$\vec{a}_1 > \vec{a}_2.$$



67-súwret. Inertligi hár qıyılı bolǵan arbalardıń qozǵalıstı.

67-súwrettegi ekinshi arbanıń ústine qoyılǵan júktiń muǵdarı qansha artsa, onıń alǵan tezleniw de sonsha kishi boladı. Demek, júk qansha úlken bolsa, onda tınısh halın ózgeriw sonsha qıyın boladı. Júk úlken bolǵanda deneniń tınısh yamasa qozǵalıstı halın saqlawǵa urınıw qábileti úlken boladı.



Basqa dene tásir etpegenshe deneniń tınısh yamasa tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı halın saqlaw qásiyeti inertlik dep ataladı.

Denege kúsh tásir etkende, usı dene inertliginiń úlken yamasa kishiligi kórinedi. Haqıyqatında da, ganteldi shtangaǵa salıstırǵanda kóteriw, yaǵnıy qozǵaltıw ánsat. Sebebi, ganteldiń inertligi shtangaǵa salıstırǵanda kishi boladı. Oyınshıq mashınanı qolımız benen túrtip jibersek ol qozǵaladı. Biraq haqıyqıy mashınanı júrgiziw ushın kóp kúsh kerek boladı. Sebebi, haqıyqıy mashınanıń inertligi úlken. Poyezddiń inertligi bolsa mashınanıń inertliginen

de úlken. Sonıń ushın poyezddı ornınan qozǵaltıp, tezligin joqarılatıw hám kerisinshe, qozǵalıp baratırǵan poyezddı toqtatıw qıyın. Úlken tezlikte ketip baratırǵan poyezddıń toqtawı ushın úlken kúsh hám waqıt kerek boladı.



Deneniń inertligi qansha úlken bolsa, onıń tınısh yamasa tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozǵalıwın ózgeriw sonsha qıyın boladı.

Massa

Barlıq deneler inertlik qásiyetine iye. Tájiriybelerden bir deneniń ornına sonday shamadaǵı eki dene bir-birine jabıstırılıp qoyılsa birdey shamadaǵı kúshtiń tásirinde olardıń alǵan tezleniwleri eki ese kemeyedi. Birdey kólemdegi hár qıylı materiallardan tayarlanǵan deneler birdey kúshtiń tásirinde hár qıylı tezleniw aladı, yaǵnıy inertligi hár qıylı muǵdarda boladı. Demek, hárbir dene inertligin kúsh tásirinde alǵan tezleniwın mexanikalıq usıllar járdeminde ólshew arqalı tabamız.

Joqarıdaǵı mısallarda hár qıylı denelerdiń inertliginiń hár qıylı bolatuǵınlıǵın kóriwge boladı. Hárbir deneniń inertligi usı deneniń ózine sáykes fizikalıq shama bolıp tabıladı. Denelerdiń inertligin salıstırıw ushın arnawlı shama qabıl etilgen. Onı massa dep ataydı.



Deneniń inertlik qásiyetin xarakterleytuǵın fizikalıq shamanı massa dep ataladı hám m háribi menen belgilenedi.

Massa sózi latinsha «bólek» degen mánisti bildiredi. Qálegen deneniń massası, ol qaysı jerde bolıwına qaramastan birdey mániske iye boladı. Deneniń massası teńizdiń astında ma, basqa planetada ma, kosmosta ma ózgermeydi. Xalıq aralıq birlikler sistemasında massanıń birligi etip kilogramm qabıl etilgen. Dáslep etalon sıpatında temperaturası 4°C bolǵan 1 dm^3 (1 litr) kólemdegi taza (distillyaciyalanǵan) suwdıń massası 1 kg ǵa teń dep alınǵan edi. Biraq bul etalon zárúrli bolǵan dállikti támiyinley almadı.



Hawada okislenbeytuǵın platina hám iridiy birikpesinen tayarlanǵan, massası 1 kg ǵa teń bolǵan cilindr massanıń etalonı dep qabıl etilgen.

Bul etalonnıń tiykarǵı nusqası Parij qasındaǵı Sevr qalasındaǵı Xalıq aralıq ólshewler byurosında saqlanadı.

Deneniń massası gramm (g), centner (cr), tonna (t) sıyaqlı birliklerde ólsheniwin bilesiz. Denelerdiń massasın hár qıylı tárezilerdiń járdeminde ólshew múmkin.

Deneler sistemasınıń massası

Massa skalyar shama bolıp tabıladı. Birneshe deneniń ulıwma massasın tabıw ushın olardıń hárbiriniń massaların qosıw gerek. Mısalı, qarap atırǵan sistemada massaları m_1 hám m_2 bolǵan eki dene bar bolsın. Bul deneler sistemasınıń massası $m = m_1 + m_2$ ge teń boladı. Eger sistema massaları $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ n dana deneden ibarat bolsa, sistemaniń massası usı denelerdiń massalarınıń qosındısına teń boladı:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n .$$

Usı qásiyetine qaray massa zattıń muǵdarın ólshew wazıypasın atqaradı.



Tayanış túsinikler: denelerdiń inertligi, massa, deneler sistemasınıń massası.



1. Burın paydalanılǵan qanday ólshew birliklerin bilesiz? Olardıń házir paydalanıp atırǵan Xalıq aralıq birlikler sistemasındaǵı ólshem birliǵi menen baylanısların jazıń.
2. Ne ushın zattıń muǵdarınıń ólshemi sıpatında massadan paydalanıladı?

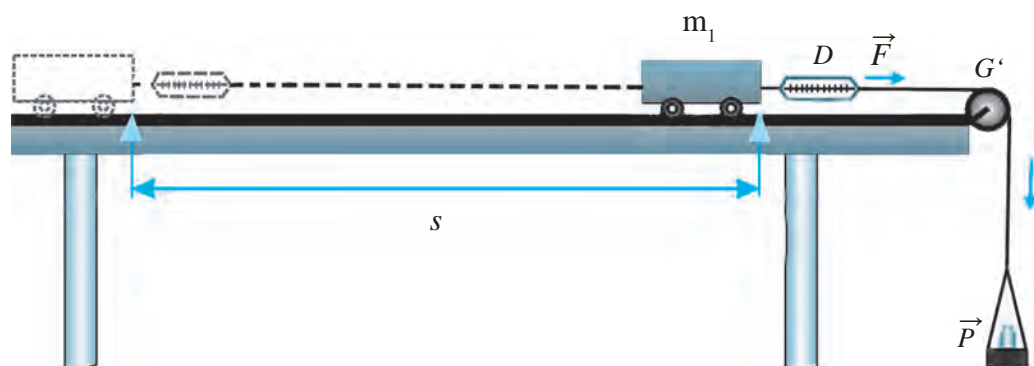
21-§. NYUTONNÍŃ EKINSHI NÍZAMÍ

Tezleniw menen kúshtiń arasındaǵı baylanıs

Denege kúsh tásir etpese yamasa tásir etiwshi kúshlerdiń vektorlıq qosındısı nolge teń bolsa, dene turaqlı tezlik penen qozǵaladı. Tezligin ózgeritiwi yamasa tezleniw alıwı ushın denegge qanday da bir kúshtiń tásir etiwı gerek. Deneniń tezleniw alıwı ushın bul kúsh oǵan qalay tásir etedi? Baslanǵısh tezleksiz a tezleniw menen tuwrı sıziqlı teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalatuǵın t deneniń waqıtta basıp ótken jolı $s = at^2/2$ túrinde ańlatıladı. Bul formuladan deneniń tezleniwin tabıw múmkin:

$$a = \frac{2s}{t^2} . \quad (1)$$

Tómendegi tájiriwbeni ótkizemiz.



68-súwret. Tǵjiriye ıskenesi.

1-tǵjiriye. Stoldıń ústinde qozǵalatuǵın massası m bolǵan arbanı alamız. Arbaǵa D dinamometrın ornayıp, onıń ekinshi ushına G bloktan ótkerilgen jip arqalı P táreziniń pállesin ildiremiz. Dinamometrdiń kórsetiwine qarap, arbaǵa tásir etip atırǵan F kúshin anıqlaw múmkin.

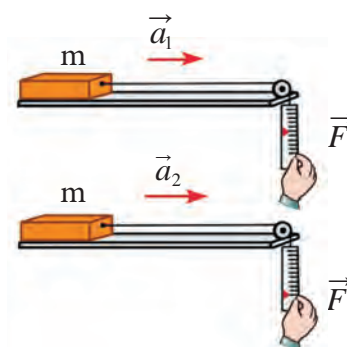
1. Arbanı uslap turıp pállege júk qoysaq dinamometrdiń kórsetiwi, $F_1 = 0,1$ N bolsın. Arbanı jibergenimizde, ol $s = 1$ m aralıqtı $t_1 = 4,5$ s ta basıp ótsin. Bunday jaǵdayda (1)-formuladan arbanıń alǵan tezleniwın $a_1 \approx 0,1$ m/s² ekenligin tabamız. (\approx – juwıq túrde dóńgeleklep alınǵan belgi).

2. Pálledegi júktiń massasın arttırıp, arbaǵa tásir etip atırǵan kúsh $F_2 = 0,2$ N etip alayıq. Bul jaǵdayda arbanıń 1 m joldı $t_2 = 3$ s ta basıp ótkenligin anıqlaw múmkin. Sonlıqtan arbanıń alǵan tezleniwi $a_2 \approx 0,2$ m/s² boladı.

3. Kúsh $F_3 = 0,3$ N dep alıńanda arba 1 m joldı $t_3 = 2,5$ s ta basıp ótedi. Onıń alǵan tezleniwi $a_3 \approx 0,3$ m/s² qa teń boladı.

Tǵjiriyebeniń nátiyjelerinde arbaǵa tásir etip atırǵan F kúshi neshe ese artsa, arbanıń alǵan a tezleniwiniń de sonsha ese artatuǵınlıǵı kórinip tur (69-súwret). Yaǵnıy:

$$a \sim F \quad (2)$$

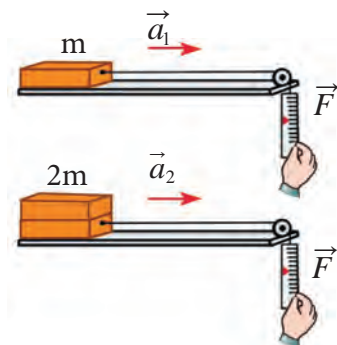


69-súwret. Tezleniwdiń kúshen gárezligi.



Berilgen massalı deneniń tezleniwi oǵan tásir etiwshi kúshke tuwrı propocional.

2-tǵjiriye. Bul tǵjiriyede arbaǵa tásir etiwshi kúsh $F_1 = 0,1$ N qaldırıp, arbanıń massasın ózǵertip baramız.



70-súwret. Tezleniwdiń massaǵa ǵárezligi.

1. Arbanıń massası $m_1 = 1$ kg bolsın. Arba $s = 1$ m joldı $t_1 = 4,5$ s da basıp ótedi. Bul jaǵdayda arbanıń tezleniwi 1-tájiriybedegidey $a_1 \approx 0,1$ m/s² boladı

2. Arbanıń ústine tap sonday basqa arbanı tónkerip qoyamız. Endi arbanıń massası $m_2 = 2$ kg boldı. Arba 1 m joldı $t_2 = 6,5$ s da basıp ótkenin esapqa alsaq, tezleniwdiń $a_2 \approx 0,05$ m/s² ekenligin kórsetedi.

3. Arbanıń ústine eki arba qoyıp, onıń massasın $m_3 = 3$ kg ǵa jetkizemiz. Bunda arba 1 m joldı $t_3 = 7,8$ s ta basıp ótip, tezleniwi $a_3 \approx 0,033$ m/s²

qa teń boladı.

Tájiriybe arbanıń massası m neshe ese artsa, onıń alǵan a tezleniwiniń sonsha ese kemeyetuǵınlıǵın kórsetedi (70-súwret), yaǵnıy:

$$a \sim \frac{1}{m}. \quad (3)$$



Denelerdiń birdey kúshhtiń tásirinde alǵan tezleniwleri olardıń massasına keri proporcional.

Nyutonnıń ekinshi nızamınıń formulası hám anıqlaması

Ótkerilgen tájiriybelerdiń nátiyjeleri a tezleniw, F kúsh hám m massa arasındǵı qatnastı anıqlawǵa boladı. (2)- hám (3)-formulalardı birgelikte jazamız:

$$a = \frac{F}{m}. \quad (4)$$

Bul ańlatpa Nyutonnıń ekinshi nızamınıń formulası. Onı tómendegishe táriyipleymiz:



Deneniń tezleniwi oǵan tásir etiwshi kúshke tuwrı proporcional, al onıń massasına keri proporcional.

(4)-formuladan F ti tawıp, Nyutonnıń ekinshi nızamın tómendegishe jazıwǵa boladı.

$$F = ma. \quad (5)$$

Xalıq aralıq birlikler sistemasında kúshтіń birliгі etip Nyuton (N) qabıl etilgen. (5)-formuladan:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} .$$



1 N–bul massası 1 kg denegе 1 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ tezleniw beretuğın kúsh.

Nyutonnıń ekinshi nızamınıń formulası vektorlıq shama túrinde tómen-degishe ańlatıladı.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (6)$$

Nyutonnıń birinshi nızamı ekinshi nızamınıń $F = 0$ teńligi orınlangandađı dara jađdayı. Sebebi, $F = 0 = ma$ da $m \neq 0$ de $a = 0$ ekenligi kelip shıđadı. Yađnıy, denegе kúsh tásir etpese, tezleniw bolmaydı.

Másele sheshiw úlgisi

Massası 50 g bolğan xokkey shaybası muz ústinde turıptı. Eger xokkeyshi onı 100 N kúsh penen ursa, shayba qanday tezleniw aladı?

Berilgen:

$$m = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg};$$

$$F = 100 \text{ N}.$$

Formulası

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

Sheshiliwi:

$$a = \frac{100 \text{ N}}{0,05 \text{ kg}} = 2 \text{ 000} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} .$$

Tabıw kerek:

$$a = ?$$

$$\text{Juwap: } a = 2 \text{ 000} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} .$$



Tayanısh túsinikler: Nyutonnıń ekinshi nızamı.



1. 1-hám 2-tájiriybeler tiykarında arbanıń tezleniwın tawıp, kesteni toltırıń hám juwmaq shıđarıń.

Nº	$F, \text{ N}$	$m, \text{ kg}$	$a, \text{ m/s}^2$	Nº	$F, \text{ N}$	$m, \text{ kg}$	$a, \text{ m/s}^2$
1	0,1	1		1	0,1	1	
2	0,2	1		2	0,1	2	
3	0,3	1		3	0,1	3	



1. Eger massası 2 kg bolğan denegе bir waqıtta 10 N hám 15 N kúsh tásir etip atırğan bolsa, ol qanday tezleniwler alıwı múmkin?

2. v tezlik penen qozǵalıp atırğan denegе usı tezlikte qozǵalıwın dawam ettiriwi ushın turaqlı F kúshтіń tásir etip turıwı shárt pe? F kúshiniń tásirin joq etse dene toqtay ma?

22-§. NYUTONNIŃ ÚSHINSHI NÍZAMÍ

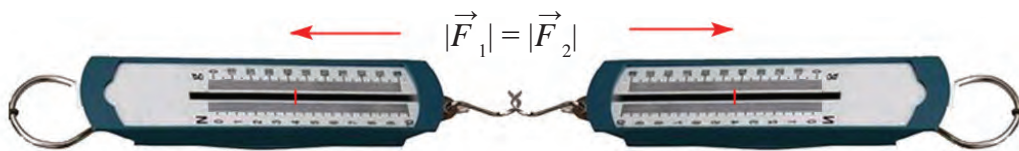
Tábiyatta heshqashan bir deneniń ekinshi denegge tásiri bir tárepleme bolmay barlıq waqıt óz ara boladı. Bir dene ekinshi denegge tásir etse, ekinshi dene de birinshi denegge tásir etedi.

20-§ da ótkerilgen tájiriybeni jáne bir ret qarap shıǵayıq. 66-súwrette kórsetilgen arbalardıń massaları óz ara teń, yaǵnıy $m_1 = m_2$. Birinshi arbadadıǵı iymeygen plastinkanıń jibi úzip jiberilgende, eki arba eki tárepke birdey tezleniw ($a_1 = a_2$) menen qozǵaladı. Demek, eki arbaǵa birdey shamaǵa iye, biraq qarama-qarsı baǵıtlangan F_1 hám F_2 kúshleri tásir etedi.

Óz ara tásir etiwshi denelerdiń massaları hár qıylı bolǵanda da bul kúshler muǵdarı jaǵınan bir-birine teń boladı. Buǵan isenim payda etiw ushın 67-súwrette kórsetilgen tájiriybeni jáne bir ret qarap ótemiz. Bunday jaǵdayda ekinshi arbanıń ústine júk qoyıw arqalı onıń massası artırılǵan hám $m_2 > m_1$ dep alınǵan. Búgilgen plastinkanı tartıp turǵan jipti úzip jibersek, eki arba eki tárepke qozǵala baslaǵan. Biraq bul jaǵdayda birinshi arbanıń tezleniwi ekinshi arbanıń tezleniwinen úlken, yaǵnıy $a_1 > a_2$ bolǵan. Ekinshi arbanıń massası birinshisinikine salıstırǵanda neshe ese úlken bolsa, onıń tezleniwi birinshi arbadan sonsha ese kishi boladı. Biraq hárbir arbanıń massasınıń alǵan tezleniwine kóbeymesi óz ara teń boladı: $m_1 a_1 = m_2 a_2$. Nyutonniń ekinshi nızamına tiykarlanıp $m_1 \cdot a_1 = F_1$ hám $m_2 \cdot a_2 = F_2$. Demek, massaları hár qıylı bolıwına qaramastan, arbalardıń bir-birine tásir etiw kúshleriniń san jaǵınan teń, yaǵnıy:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2. \quad (1)$$

Eki dinamometrdi bir-birine jalǵap, olardı qarama-qarsı tárepke tartsaq (71-súwret), hár eki dinamometrdiń kórsetkishleriniń birdey bolatúǵınlıǵın kóremiz. Birinshi dinamometr qanday kúsh penen tartılsa, ekinshisi de tap sonday kúsh penen tartıladı. Tartıp atırǵan kúshitiń muǵdarınıń qanday bolıwına qaramastan, qarama-qarsı tartıp atırǵan kúshlerdiń muǵdarına



71-súwret. Qarama-qarsı táreplerge tartılǵan dinamometr kórsetkishleriniń teńligi.

teń ekenligin baqlaymız. Sonıń menen birge biz dinamometrlerdi qarama-qarsı táreplerge tartqanımız ushın bul kúshlerdi vektorlar túrinde bir sızıq boylap qarama-qarsı baǵıtlangan kúsh túrinde ańlatıwımız kerek boladı. Prujinaları sozılıwǵa arnalǵan dinamometrler sıyaqlı qısılıwǵa arnalǵan dinamometrlerde birinshi dinamometr ekinshisine qanday kúsh penen tásir etip atırǵan bolsa, ekinshi dinamometrdiń birinshisine tap sonday kúsh penen tásir etip atırǵanlıǵın kóriwge boladı. 72-súwrettegi birinshi qayıqshı ekinshi qayıqshını qanday kúsh penen tartsa, ekinshi qayıqshı da birinshi qayıqshını tap sonday kúsh penen tartadı. Nátiyjede eki qayıq ta bir-birine qaray qozǵaladı. Eger qayıqshı basqa qayıqtı emes, jaǵadaǵı terekti tartsa, onda onıń ózide sol terekke sonday kúsh penen tartıladı (73-súwret). Tap sonday jaǵdaydı 66- hám 67-súwretlerde kórsetilgen arbalarǵa tásir etip atırǵan kúshler de óz ara teń bolsa da, olar bir-birine qarama-qarsı baǵıtlangan. Bul nızamlıq barlıq tásirlesiwshi deneler ushın orınlı. Sonıń ushın arbalarǵa tásir etip atırǵan kúshlerdiń vektorlıq túrdegi qatnasların tómendegishe ańlatıw múmkin:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2, \quad (2)$$

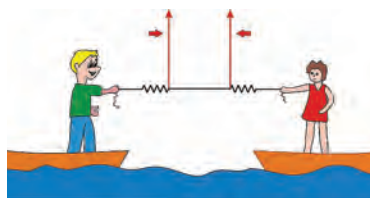
Bul ańlatpadaǵı minus (-) belgisi \vec{F}_2 kúshiniń \vec{F}_1 kúshine qarama-qarsı baǵıtlanganlıǵın bildiredi (bul kúshlerdiń bir tuwrı sızıq boylap baǵıtlanganlıǵın es-ten shıǵarmaw kerek).



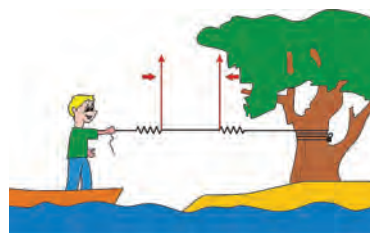
Óz ara tásirlesiwshi eki dene bir-birine shaması jaǵınan teń hám bir tuwrı sızıq boyında qarama-qarsı táreplerge baǵıtlangan kúshler menen tásirlesedi.

Bul nızam *Nyutonnıń úshinshi nızamı* dep ataladı.

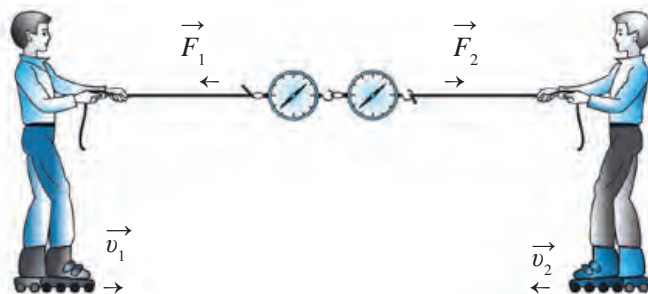
Óz ara tásirlesiwshi eki kúshiniń birin *tásir etiw kúshi*, ekinshisi *keri tásir kúshi* dep ataladı. Nyutonnıń úshinshi nızamı bolsa keri tásir nızamı dep te júrgiziledi:



72-súwret. Eki qayıqtıń bir-birine tartılıwı.



73-súwret. Qayıqtıń terek tárepike qaray tartılıwı.



74-súwret. Keri tásir kúshiniń júzege keliwi.

Keri tásir nızamınıń ámelde kóriniwine kóp sanlı mısallar keltiriw múmkin. Mısalı rolik ústinde arqan menen bir-birin tartıp atırǵan eki balanıń birinshisi ekinshisin qanday kúsh penen tartsa ózi de, ekinshi balaǵa sonday keri tásir kúshi menen tartıladı (74-súwret).

Tegis taxtanıń ústine ornatılǵan eki arbanıń birine magnit ózegi, ekinshisine temirdiń bólegi ornatılǵan bolsın (75-súwret). Olarǵa tásir etip atırǵan kúshlerdi arbaǵa ornatılǵan dinamometr ólsheydi. Eger arbalar bir-birine jaqınlastırılса, magnit ózek temir bólegin ózine tartadı. Olar teń salmaqlıq halına kelgende arbalarǵa bekitilgen dinamometrlerdiń kórsetkishleriniń birdey ekenligin kóremiz. Arbalardıń arasındaǵı aralıqtı ózertip tásir etip atırǵan kúshlerdiń shamasın ózertiw múmkin. Biraq báribir birinshi arbanıń ekinshisin qanday kúsh penen tartsa, ekinshisiniń de birinshisinen tap sonday kúsh penen tartıp atırǵanlıǵınıń gúwası bolamız. Ushları tayanıshqa qoyılǵan taxtanıń ústinde turǵan bala taxtaǵa óziniń salmaǵı menen tásir etip, iyedi. Óz gezeginde, taxa da balaǵa tap sonday shamadaǵı kúsh penen tásir etedi. Balanıń salmaǵı tómenge baǵıtlangan bolsa, taxtanıń balaǵa keri tásir etiw kúshi joqarıǵa qaray baǵıtlangan. Diywaldı 300 N kúsh penen iyterseńiz, diywal sizge 300 N kúsh penen keri tásir etedi.

Kúshlerdiń $F_1 = m_1 a_1$ hám $F_2 = m_2 a_2$ ańlatpaların Nyutonniń úshinshi nızamınıń formulasına qoyıp, tómendegi teńliklerdi payda etemiz:



75-súwret. Temirdiń magnitke tartılıwı.

$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad \text{yamasa} \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}. \quad (3)$$



Óz ara tásirlesiwshi eki deneniń tezleniwleri olardıń massalarına keri proporcional bolıp óz ara qarama-qarsı baǵıtlanǵan.

Buǵan mısal retinde 67-súwrette kórsetilgen massaları hár qıylı bolǵan arbalardıń qozǵalısların keltiriw múmkin.

Óz ara tásirlesiwde denelerdiń alǵan tezleniwleri $a_1 = v_1/t$ hám $a_2 = v_2/t$ ekenligin esapqa alsaq, (3)-ańlatpadan tómendegi ańlatpa kelip shıǵadı:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}. \quad (4)$$



Denelerdiń óz ara táhiri sebepli alǵan tezlikleri olardıń massalarına keri proporcional bolıp, óz ara qarama-qarsı baǵıtlanǵan.

Mısalı, bala tınısh turǵan qayıqtan jaǵaǵa qaray sekirgende, qayıqtıń qozǵalıswıń baǵıtı balanıń baǵıtına qarama-qarsı boladı. Qayıqtıń massası balanıń massasınan qansha ese úlken bolsa, onıń alǵan tezligi balanıń tezliginen sonsha ese kishi boladı. Tásir hám keri tásir kúshleriniń hárbiriniń hár qıylı denelerge túsetuǵınlıǵın yadda saqlawımız kerek. Eger qanday da bir kúsh júzege kelse, oǵan muǵdarı jaǵınan teń, biraq qarama-qarsı baǵıtlanǵan kúsh álbette boladı.

Másele sheshiw úlgisi:

Massası 50 kg bolǵan bala qayıqtan jaǵaǵa sekirip, 0,5 s ishinde 10 m/s tezlikke eristi. Eger qayıqtıń massası 200 kg bolsa, usı waqıt ishinde qayıq qanday tezlikke iye boladı? Usı waqıtta bala menen qayıq qanday tezleniw aladı?

Berilgen:

$$\begin{aligned} m_1 &= 50 \text{ kg;} \\ m_2 &= 200 \text{ kg;} \\ v_1 &= 10 \text{ m/s;} \\ t &= 0,5 \text{ s.} \end{aligned}$$

Tabıw kerek:

$$\begin{aligned} v_2 &= ? \quad a_1 = ? \\ a_2 &= ? \end{aligned}$$

Formulası:

$$\begin{aligned} \frac{v_1}{v_2} &= \frac{m_2}{m_1} \text{ dan } v_2 = v_1 \cdot \frac{m_1}{m_2}; \\ a_1 &= \frac{v_1}{t}; \\ a_2 &= \frac{v_2}{t}. \end{aligned}$$

Sheshiliwi:

$$\begin{aligned} v_2 &= 10 \cdot \frac{50 \text{ m}}{200 \text{ s}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \\ a_1 &= \frac{10 \text{ m}}{0,5 \text{ s}^2} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \\ a_2 &= \frac{2,5 \text{ m}}{0,5 \text{ s}^2} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \end{aligned}$$

Juwapı: $v_2 = 2,5 \text{ m/s}; a_1 = 20 \text{ m/s}^2; a_2 = 5 \text{ m/s}^2.$



Tayanış túsinikler: Nyutonnıń úshinshi nızamı, kerı tásir etiw kúshi, kerı tásir nızamı.



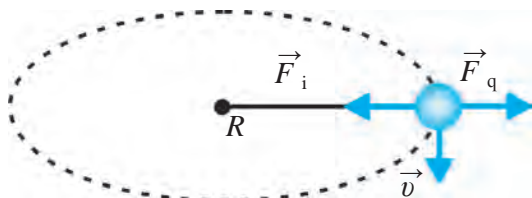
1. Ushıp baratırǵan hawa sharı menen qolımız arasındaǵı jipke kishi júk ildirilgen bolsa bul jipke úsh kúsh tásir etpekte: shar jipti joqarıǵa tartadı; júktiń salmaq kúshi tómenge tartadı; barmaǵımız jipti gorizontaldı baǵıtta tartadı. Bul tásir kúshlerine kerı tásir kúshlerin tawıp, sıızılmada kórsetiń.



1. Balıq órshitetuǵın kólde eki birdey qayıq jaǵaǵa qarap júzip kiyatır. Birinshi qayıqtan jaǵaǵa taslangan arqandı qurǵaqta turǵan hám qayıqtaǵı balıqshı tartıp atır. Qurǵaqtaǵı ekinshi qayıqtaǵı balıqshı da óz arqanın tartıp atır. Eger olar birdey kúsh sarplaǵan bolsa, qaysı qayıq jaǵaǵa birinshi bolıp jetip keledi?
2. Dinamometrdiń eki ushın eki at tartıp atır. Olardıń hárbiri oǵan 100 N kúsh penen tásir etedi. Dinamometr neshe N kúshti kórsetedi?
3. Arbada turǵan bala diywalǵa baylangan arqandı 80 N kúsh penen tartqanda, arba 1 s ishinde 2 m/s tezlik aldı. Balanıń arba menen birgeliktegi massasın hám tezleniwın tabıń.
4. Tınısh turǵan denegge 5 N kúsh tásir etkende, ol 1 m/s² tezleniw aldı. Usı deneniń 4 m/s² tezleniw alıwı ushın oǵan qanday shamadaǵı kúshtiń tásir etiwı kerek?

23-§. QOZǴALÍS NÍZAMLARÍNÍN SHEÑBER BOYINSHA QOZǴALÍSQA QOLLANÍLÍWÍ

Orayǵa umtılwshı kúsh



76-súwret. Aylanbalı qozǵalısta sharikke tásir etip atırǵan kúshler.

Sheńber boylap birdey tezlikte qozǵalatuǵın deneniń sıızıqlı tezligi hár qıylı waqıtta hár qıylı baǵıtqa iye bolǵanlıqtan, dene tezleniwge iye boladı. Bunday tezleniwdi orayǵa umtılwshı tezleniw, (a_u) deb atagan edik. Massası m bolǵan sharik uzın-

lıǵı R jipke baylangan halda v sıızıqlı tezlik penen aylandırıp atırılǵan bolsın (76-súwret), bunda sharik alǵan al orayǵa umtılwshı tezleniwı a_u tómendegishe ańlatılıwın bilemiz:

$$a_u = \frac{v^2}{R}. \quad (1)$$

Deneniń qozǵalıındaǵı hárqanday tezleniwdi tek kúsh júzege keltiredi. Aylanbalı qozǵalısta tezleniw qanday kúshitiń tásirinde payda boladı?

Aylanbalı qozǵalısta tezleniw deneniń aylanıw orayına baǵıtlanǵan boladı. Aylanbalı qozǵalısta denege tásir etip atırǵan kúsh te tezleniwdiń baǵıtında, yaǵnıy aylanıw orayına umtılgan. Demek, deneniń aylanbalı qozǵalısta bolıwı ushın oǵan barlıq waqıt sheńberdiń orayına baǵıtlanǵan kúshitiń tásir etip turıwı kerek. Eger ol kúsh bolmasa, dene jáne tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalısnı dawam ettiredi. Deneniń aylanbalı qozǵalısnı júzege keltiriwshi kúshiti orayǵa umtılıwshı kúsh dep ataydı hám onı F_u penen belgileymiz. Nyutonniń ekinshi nızamınan $F_u = ma_u$ ekenliginen:

$$F_u = \frac{mv^2}{R}. \quad (2)$$



Denege tásir etetuǵın orayǵa umtılıwshı kúsh deneniń massasına hám sızıqlı tezliginiń kvadratına tuwrı proporcional, sheńberdiń radiusına kerı proporcional.

Jipke baylanǵan sharikti aylandırǵanıımızda biz oǵan jip arqalı tásir etemiz (76-súwret). Jip sharikti F_u kúsh penen orayǵa tartıp turadı. Shariktiń sızıqlı tezligi v sheńberge urınba, yaǵnıy orayǵa umtılıwshı kúshke perpendikulyar baǵıtlanǵan boladı.

Oraydan qashıwshı kúsh

Nyutonniń úshinshi nızamı aylanbalı qozǵalı ushın da orınlı bolıp tabıladı. Aylanbalı qozǵalıstaǵı sharikke tásir etiwshi orayǵa umtılıwshı kúshke shaması jaǵınan teń hám oǵan qarama-qarsı baǵıtlanǵan kúsh boladı. Bul kúsh **oraydan qashıwshı kúsh** dep ataladı.

Oraydan qashıwshı kúsh F_q orayǵa umtılıwshı kúsh F_u sıyaqlı tómende-gishe ańlatıladı:

$$F_q = \frac{mv^2}{R}. \quad (3)$$

Oraydan qashıwshı kúsh formulası orayǵa umtılıwshı kúsh formulası menen birdey, biraq olar qarama-qarsı baǵıtlanǵan boladı. Yaǵnıy:

$$\vec{F}_u = -\vec{F}_q \quad (4)$$

Shelektiń yarımına shekem suw quyıp, onı tez aylandırǵanıımızda, suw tógilmeydi. Aylanbalı qozǵalıp atırǵan shelek hám suwǵa tásir etiwshi oraydan qashıwshı kúshke baylanıslı suw sheńberdiń orayınan qashadı, yaǵnıy ıdıstıń túbine qaray qozǵaladı, sonıń nátiyjesinde ol tógilmeydi. Oraydan qashıwshı kúshitiń nátiyjesinde turmısımızda qollanıladı. Mısalı, juwılǵan kiyim arnawlı keptiriw barabanına salınıp, úlken tezlik penen aylandırıladı. Oraydan qashıwshı kúshitiń tásirinde kiyimdegi suwdıń bóleksheleri barabannıń tor formasındaǵı diywallarınan atılıp shıǵıp, kiyim kebedi. Sonday-aq, sút separatorınıń járdeminde súttен qaymaq ajratıp alınadı. Bul jerde separator barabanınıń úlken tezlikte aylanıwınıń nátiyjesinde onıń ishindegi sút eki bólekke ajraladı. Oraydan qashıwshı kúshitiń tásirinde awır maysız sút sırtqa shıǵıp ketedi hám arnawlı ıdısqa jıynaladı. Barabannıń orayında maylı jeńil sút (qaymaq) qaladı.



Tayanısh túsinikler: orayǵa umtılıwshı kúsh, oraydan qashıwshı kúsh



1. Poyezd júrgende qáwipsizlik sharaların kóriw ushın joldıń burılıw orınlarında relslerin qalay jaylastırıw kerek?
2. Cirkte sheńber boyınsha ornatılǵan diywaldıń ishinde motociklshi qozǵalıp, áste-aqırın diywalǵa shıǵa baslaydı. Onıń diywaldan qulap túspewiniń sebebi nede?



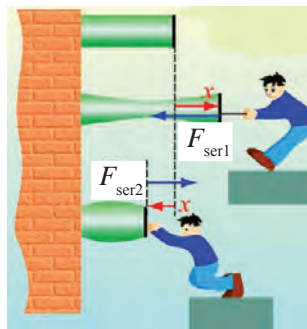
1. Massası 20 g bolǵan shariktiń uzınlıǵı 25 sm bolǵan jipke baylap aylandıramız. Aylanıw dáwiri 0,2 s bolsa shariktiń sızıqlı tezligin hám oǵan tásir etip atırǵan oraydan qashıwshı kúshiti tabıń.
2. A. 1-máseleniń shártindegi deneniń massasın eki ret úlken dep esaplap, máseleni sheshiń. B. 1-máseleniń shártindegi sharik baylanǵan jiptiń uzınlıǵın eki ese uzın dep alıp, máseleni sheshiń. D. 1-máseleniń shártindegi shariktiń aylanıw dáwirin eki ese úlken dep alıp, máseleni sheshiń. A, B hám D máselelerdiń hárbir sheshimin 1-máseleniń sheshimi menen salıstırıń hám juwmaq shıǵarıń.

24-§. SERPIMLILIK KÚSHI

Deformaciya

Eger denege sırttan kúsh tásir etse, deneni payda etken bóleksheler bir-birine salıstırǵanda jılısıwı hám olar arasındaǵı aralıqtıń ózgeriwı múmkin. Nátiyjede bóleksheler arasındaǵı óz ara tásir kúshleriniń (tartısıw hám iyterisiw)

teń salmaqıq halı buzıladı. Eger kúsh tásirinde olar arasındaǵı aralıq artqan bolsa, tartısıw kúshleri ústin boladı. Eger kerisinshe aralıq kemeygen bolsa, iyterisiw kúshi ústin boladı. Nátiyjede deneniń hár qıyılı noqatlarında nolge teń emes ishki kúshler payda boladı. Nyutonnıń úshinshi nızamı boyınsha ishki kúshlerdiń qosındısı sırttan tásir etken kúshke teń hám oǵan qarama-qarsı baǵıtlanǵan (77-súwret).



77-súwret. Deneniń sozılıwı hám qısılıwı

Denege kúshler tásir etkende, olar sozılıwı, qısılıwı, iyiliwi, jılısıwı yamasa buralıwı múmkin. Bazı bir denelerde bunday qásiyet anıq baqlanadı. Mısalı, sırtqı kúshniń tásirinde rezina yamasa prujinanıń sozılıwı, qısılıwı, buralıwı yamasa iyiliwi múmkin.



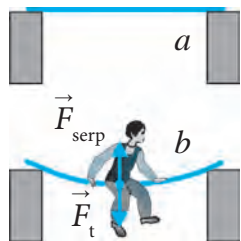
Deformaciya dep, sırtqı kúshniń tásirinde denelerdiń forması hám ólsheminiń ózgeriwine ayıladı.

Deformaciya serpimli hám serpimli emes deformaciyaǵa bólinedi. Sırtqı kúshniń táhiri toqtaǵannan keyin deneniń ózgergen forması hám ólshemi dáslepki halına qaytadı. Bunday deformaciya *serpimli deformaciya* boladı. Mısalı, sozılǵan rezina yamasa prujina sırtqı tásir toqtaǵannan keyin óz halına qaytadı. Biraz iyilgen sızǵısh qaytadan erkine jiberilgen jaǵdayda tuwrılınıp, óziniń dáslepki halına qaytadı. Bunday deneler *serpimli deneler* dep ataladı.

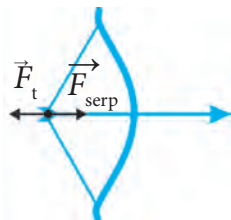
Barlıq denelerde óz formaların qaytadan tiklemeydi. Sırtqı kúshlerdiń táhiri toqtaǵanda deneniń forma hám ólshemleri tiklenbese, bunday deformaciya *serpimli emes deformaciya* boladı. Mısalı, plastilin ezilse yamasa sozılsa ol, dáslepki halına qaytpaydı. Bunday deneler *serpimli emes deneler* dep ataladı. Tórende biz tek serpimli denelerdi kórip ótemiz.

Serpimlilik kúshiniń júzege keliwi

78-a súwrette eki tayanışqa gorizont baǵıtta qoyılǵan juqa taxtay kórsetilgen. Eger taxta ortasına bala otırsa taxta tómenge iyiledi (78-b súwret). Taxtanı iyiliwin qanday kúsh toqtatadı? Balanıń salmaq kúshi tásirinde taxta iyiledi, yaǵnıy deformaciyanadı. Eger taxtanı tómenge iyip atırǵan balanıń salmaq kúshin F_s sırtqı kúsh taxtanıń iyiliwine qarsılıq jasaytuǵın kúsh F_{serp} serpimlilik kúshi boladı. F_{serp} kúshi F_s sırtqı kúshine



78-súwret. Taxtanıń iyiliwi.



79-súwret. Oqjay-dıń iyiliwi

teńleskende taxtanıń iyiliwi toqtaydı. Bul jaǵdayda Nyutonnıń úshinshi nızamı orınlı boladı:

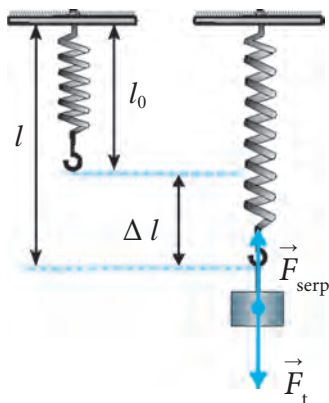
$$\vec{F}_s = -\vec{F}_{\text{serp}} \quad (1)$$



Deformaciyalanǵan denede júzge kelip, sırtqı kúshke qarsılıq kórsetetuǵın jáne oǵan qarama-qarsı baǵıtlanǵan kúsh serpimlilik kúsh dep ataladı.

Oqjaydıń jibin tartqanımızda (79-súwret), rezina hám prujina sozılǵanda yamasa qısılǵanda sırtqı, F_s kúshine qarsı baǵıtlanǵan F_{serp} kúshi payda boladı.

Guk nızamı



80-súwret. Prujinanıń sozılıwı.

Tayanışqa ornatılǵan l_0 uzınlıqtaǵı prujınaǵa m massalı júk ildiremiz. Oǵan tásir etiwshi F_{salm} salmaq kúshi tómenge qaray baǵıtlanǵan boladı. Prujinanıń deformaciyalanıwınıń nátiyjesinde usı F_{salm} kúshine qarama-qarsı baǵıtlanǵan F_{serp} kúshi payda boladı (80-súwret). Nátiyjede prujına Δl aralıqqa sozıladı: $\Delta l = l - l_0$. Bul ańlatpada prujinanıń absolyut sozılıwı yamasa absolyut deformaciya delinedi. F_{serp} serpimlilik kúsh F_{salm} salmaq kúshine teńleskende, prujinanıń sozılıwı toqtaydı. Prujınaǵa tásir etiwshi kúshti arttırsaq, absolyut deformaciya da proporcional artıp

baradı (81-súwret). Demek, serpimlilik kúshi absolyut sozılıwǵa tuwrı proporcional eken, yaǵnıy:

$$\vec{F}_{\text{serp}} \sim \vec{\Delta l} \quad \text{yamasa} \quad \vec{F}_{\text{serp}} = -k \cdot \vec{\Delta l} \quad (2)$$

Bunda k – serpimlilik kúshi hám absolyut sozılıwdı baylanıstıratuǵın koeficient. Bunı deformaciyalanıw atırǵan prujinanıń qattılıǵı delinedi. (2)-formuladaǵı (-) belgisiniń qoyılıwı serpimlilik kúshi menen absolyut sozılıwdıń qarama-qarsı baǵıtlanǵanlıǵın bildiredi. Bul formuladan k nı tabamız:

$$k = \frac{F_{\text{serp}}}{\Delta l}. \quad (3)$$

Xalıq aralıq birlikler sistemasında prujinanıń qattılıǵınıń birliǵi N/m

(2)-formula tómendegishe ańlatıladı:



Serpimlilik kúshi sırtqı kúshitiń tásirindegi deformaciyanıń shamasına tuwrı proporcional.

Bul nızamdı 1660-jılı Inglis alımı Robert Guk ashqan. Sonıń ushın ol **Guk nızamı** dep ataladı..

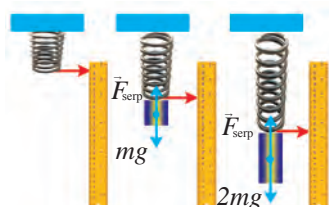
Deneniń (prujinanıń, sımnıń) qattılıǵı k qansha úlken bolsa, onı sozıw yamasa qısıw, yaǵnıy deformaciyalaw sonsha qıyın boladı. Qattılıq koeficienti hár qıylı deneler ushın hár qıylı mániske iye. Uzunlıǵı l , kese-kesiminiń maydanı S bolǵan sterjenniń qattılıǵı – k tómendegishe formulanıń járdeminde ańlatıladı:

$$k = E \frac{S}{l}.$$

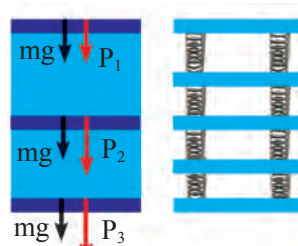
Bunda E – sterjen soǵılǵan zattıń serpimlilik moduli (Yung moduli) dep ataladı. Ol hár qıylı zatlar ushın hár qıylı boladı.

Prujına F_s sırtqı kúshiniń tásirinde qısılganda, ol Δl ge qısquaradı. Kúshitiń artıp barıwı menen Δl de proporcional túrde artadı (82-súwret), yaǵnıy Guk nızamı orınlanadı. Kúndelikli turmısımızda sozılıw hám qısıw deformaciyalarınan basqa iyiliw (83-súwret), jılısıw (84-súwret) hám buralıw (85-súwret) deformaciyaların da baqlawımız múmkin.

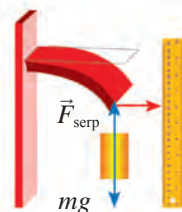
Guk nızamı kishi deformaciyalarda orınlanadı. Serpimlilik deformaciyanıń sırtqı kúshke baylanıslı grafigi (86-súwret) sırtqı kúshitiń belgili mánisine shekem koordinata basınan ótiwshi tuwrı sıziqtan ibarat bolıp, ol jerde Guk nızamı orınlanadı.



81-súwret. Deformaciyanıń tásir etiwshi kúshke baylanısı.



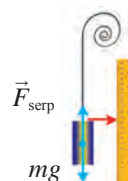
82-súwret. Qısıw deformaciyasınıń tásir etiwshi kúshke baylanısı.



83-súwret. Iyiliw deformaciyası.



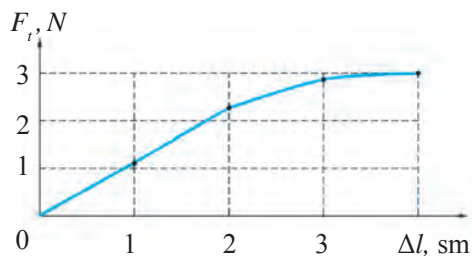
84-súwret. Jılısıw deformaciyası.



85-súwret. Buralıw deformaciyası.



Guk nızamı orınlanatuǵın sırtqı kúshitiń shegaralıq mánisi serpimlilik shegarası dep ataladı.



86-súwret. Serpimlilik deformaciyasınıń sırtqı kúshke baylanıslı grafiǵı

86-súwrettegi serpimlilik shegarası 2,3 N ǵa teń. Úlken deformaciyalar ushın deformaciya hám kúsh arasındadıǵı baylanıs biraz quramalı kóriniske iye bolıp, kúshitiń artıp barıwı menen serpimli emes deformaciyanıń tásiiri joqarılaydı. Bunda kúshitiń tásiiri joq etilgenнен keyin deformaciyanıń deneler ózleriniń dáslepki formaların qaytıp tolıq tikley almaydı.

Másele sheshiw úlgisi

Ildirgishke qatırılǵan sımǵa awırılıǵı 300 N bolǵan dene ildirilgen. Deneniń salmaq kúshiniń tásirinde sım 0,5 mm ge uzayǵan bolsa, onıń qattılıǵın tabırń.

Berilgen:

$$F_t = 300 \text{ N};$$

$$\Delta l = 0,5 \text{ mm} = 0,0005 \text{ m}.$$

Tabırw kerek: $k = ?$

Formulası

$$F_t = k \cdot \Delta l;$$

$$k = \frac{F_t}{\Delta l}.$$

Sheshiliwi:

$$k = \frac{300 \text{ N}}{0,0005 \text{ m}} = 600\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 6 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\text{Juwabr: } k = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}.$$



Tayanısh túsinikler: deformaciya, serpimli deformaciya, serpimli dene, serpimli emes deformaciya, serpimli emes dene, serpimlilik kúshi, prujinaniń qattılıǵı, Guk nızamı, serpimlilik moduli.



1. Qanday kúshler teńleskende deneniń deformaciyanıwı toqtaydı?
2. Serpimli deformaciyaǵa tiyisli qanday mısallardı bilesiz?



1. 4 N kúshitiń tásirinde 5 sm ge sozılǵan prujinaniń qattılıǵın tabırń.
2. Qattılıǵı 500 N/m bolǵan rezina 10 N kúsh penen tartılsa qansha sozıladı?
3. Qanday shamadaǵı kúshitiń tásirinde qattılıǵı 1000 N/m bolǵan prujina 4 sm ge sozıladı?
4. Júk mashinası jeńil avtomobildi tros arqalı 1 kN kúsh penen tartsa, tros qansha sozıladı? Trostıń qattılıǵı 10^5 N/m .
5. Berilgen sımniń bóleginiń qattılıǵı $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}$ shamasına teń. Usı sım ekige bólinse, hárbir bólektiń qattılıǵı qansha?

6. Massası 200 g bolǵan júk ildirilgende uzınlıǵı 8 mm bolǵan prujına 12 mm bolıp qaldı. Onıń qattılıǵın anıqlań.

25-§. PRUJINANÍŃ QATTILÍǴÍN ANIQLAW

(2-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstıń maqseti: eń ápiwayı dinamometrdiń prujinasınıń qattılıǵın anıqlaw arqalı denelerdiń deformaciyası menen qattılıǵı haqqındaǵı túsiniklerdi keńeytiw, serpimlilik kúshi haqqındaǵı alınǵan teoriyalıq bilimlerin bekkemlew.

Kerekli ásbaplar: shtativ, eń ápiwayı dinamometr, júklerdiń jıynaǵı, millimetrli qaǵaz.

Jumıstı orınlaw tártibi

1. Prujinalı dinamometrdi soǵıw ushın shkalası-na millimetrli qaǵaz jabıstırıń.

2. Dinamometrdi shtativke 87-súwrette kórsetilgende etip ornadıń.

3. Dinamometrdiń kórsetkishiniń baslanǵısh halın shkaladaǵı millimetrli qaǵazǵa belgileń.

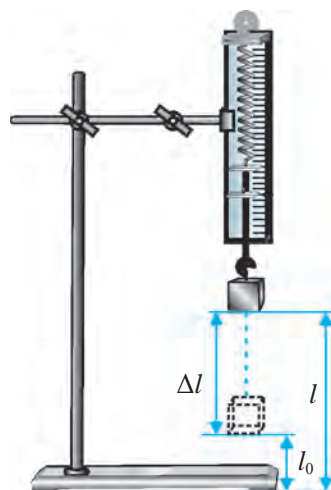
4. Dinamometrdiń ildirgishine m_1 massa júkti ildiriń, onıń tásirinde prujinanıń Δl_1 sozılıwın ólsheń hám nátiyjeni kestege jazıń.

5. Massaları m_2 hám m_3 bolǵan júk ushın da prujinanıń Δl_2 , Δl_3 sozılıwların ólsheń hám nátiyjelerin kestege jazıń.

6. Dinamometrge ildirilgen hárbir júk ushın prujınaǵa tásir etken sırtqı kúshlerdi $F_s = mg$ formulası boyınsha esaplań hám nátiyjelerin kestege jazıń ($g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń).

7. Hárbir ólshengen Δl_1 , Δl_2 , Δl_3 hám esaplangan F_{t1} , F_{t2} , F_{t3} nátiyjelerdi $k = F_s / \Delta l$ formulasına qoyıp, prujinalardıń k_1 , k_2 , k_3 qattılıǵın esaplań hám nátiyjelerin kestege jazıń.

8. $k_{\text{ort}} = (k_1 + k_2 + k_3) / 3$ formulası boyınsha prujinanıń qattılıǵınıń ortasha mánisin esaplań hám nátiyjeni 2-kestege jazıń.



87-súwret. Prujına qattılıǵın anıqlaw ushın úskenerler.

№	m	F_t	Δl	k	k_{ort}	$ k_{ort} - k $	ε
1							
2							
3							

9. $\Delta k_n = |k_{ort} - k_n|$ formulasinan absolyut qátelikti tabıń.
10. $\Delta k_{ort} = (\Delta k_1 + \Delta k_2 + \Delta k_3)/3$ formulasinan absolyut qáteliktiń ortasha mánisin esaplań
11. $\varepsilon = (\Delta k_{ort} / k_{ort}) \cdot 100\%$ formulasinan salıstırmalı qátelikti tabıń.
12. Nátiyjelerdi talqılań hám juwmaq shıǵarıń.

Tájiriybe waqtında tómenдеgi sorawlarǵa juwap tabıwǵa tırısıń:

1. Dinamometrдиń shkalası bóliminiń mánisi nege teń?
2. Dinamometrдиń shkalasınıń joqarǵı shegarası neshege teń?
3. Júk ildirilgen dinamometrдиń prujına kórsetkishi qayjerde turıwı kerek?
4. Kúshti ólshewde dinamometrди qalay ornalastırw kerek?
5. Kúshti ólshew waqtında dinamometrдиń shkalasına qalay qaraw kerek?



1. Massaları m_1, m_2, m_3 bolǵan júkler ildirilgen dinamometr prujinasınıń serpimlilik kúshi nege teń hám qaysı tárepke baǵıtlanǵan?
2. Dinamometrдиń prujinasınıń ildirgishine júk ildirilgende serpimlilik kúshi qalay payda bolatuǵınlıǵın túsindirip beriń.
3. Ne sebepten hár bir ólshew ushın prujınanıń qattılıǵı k_1, k_2, k_3 derlik birdey mánislerge teń?

IV BAP BOYÍNSHA JUWMAQ

Nyutonniń nızamları ápiwayı bolıp kóringeni menen eki: $\vec{F} = ma$ hám $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ formulalarınıń turmıstaǵı áhmiyeti ullı. Átirapımızda júz berip atırǵan qozǵalıslar: dáryalarda suwdıń aǵıwı, Jerdiń betindegi samal hám dawıllardıń esiwı, jollardaǵı avtomobillerdiń tınbay júriwi, samolyotlardıń ushıwı, kosmos keńisligindegi planeta, juldız hám galaktika sonday-aq, kosmoslıq kemelerdiń qozǵalıslarına dıqqat penen qarań. Bul qozǵalıslar hám qozǵalatuǵın deneler bir-birine hesh uqsamaydı. Olarǵa tásir etiwshi kúshler de hár qıylı boladı. Biraq bul qozǵalıslardıń hám qozǵalısta qatnasıp atırǵan denelerdiń barlıǵı ápiwayı bolıp kóringen nızamlar tiykarında ańlatıw múmkin.

Ulıwma alganda, Nyuton nızamları mexanikanıń hár qıylı máselelerin sheshiwge imkaniyat beredi. Eger denege tásir etip atırǵan kúsh belgili bolsa, deneniń qálegen waqıttaǵı traektoriyasınıń qálegen noqatındaǵı tezleniw tabıw múmkin. Deneniń qozǵalıwı, yaǵnıy onıń qálegen waqıttaǵı jaǵdayı belgili bolsa, Nyutonnıń nızamlarınıń járdeminde denege qanday kúshtiń tásir etetuǵınlıǵın anıqlaw múmkinshiligin beredi.

IV BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA SHÍNÍǴIWLAR

1. Massası 2 kg bolǵan dene jerge erkin túsedı. Denege tásir etip atırǵan kúshti tabıń $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

2. Massası 200 g bolǵan arbanıń $0,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen qozǵalıwı ushın oǵan qanday shamadaǵı turaqlı kúshtiń tásir etiwı kerek?

3. Temir jolda turǵan vagondı 2 kN kúsh penen iytergende, ol $0,1 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen qozǵala basladı. Vagonnıń massasın tabıń.

4. Tınısh halda turǵan massası 0,5 kg dene turaqlı kúshtiń tásirinde qozǵalıp, 5 s da 20 m júrdi. Denege tásir etip atırǵan kúshtiń shamasın tabıń.

5. Teń ólshewli gorizontál bette massası 100 g polat sharık tur. Eger sharık gorizontál jaǵdayda 50 mN kúsh penen iyterip jiberse, ol qanday tezleniw alǵan bolar edi?

6. Teń ólshewli gorizontál bette turǵan arbaǵa 4 N turaqlı kúsh penen tásir etkende, ol 2 tezleniw aladı. Eger oǵan 6 N kúsh penen tásir etsek, qanday tezleniw alǵan bolar edi?

7. 6-máseleniń shárti boyınsha hár eki jaǵday ushın arbanıń 1 s waqıt ishinde alǵan tezliklerin tabıń.

8. Massası 2 000 kg bolǵan avtomobil $0,8 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen qozǵala basladı. Motor avtomobildi qanday kúsh penen qozǵalısqqa keltiredi? Súykeliw kúshleri esapqa alınbasın.

9. Bir-birine qarama-qarsı qozǵalıp atırǵan massaları 0,5 kg hám 1,5 kg eki dene soqlıǵıstı hám ekewi de toqtap qaldı. Eger soqlıǵıspastan burın birinshi dene 6 m/s tezlikte qozǵalǵan bolsa, ekinshi dene qanday tezlikte qozǵalǵan?

10. Traktor telejkanı 10 kN kúsh penen tartqanda, oǵan $0,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw beredi. Tartıw kúshi 30 kN bolǵan basqa traktor usı telejkaǵa qanday tezleniw beredi?

11. Massası 80 t bolǵan reaktiv samolyottıń dvigatelleriniń tartıw kúshi 120 kN bolsa, samalyot tezlik alıwda qanday tezleniw menen qozǵalǵan?

12. Massası 0,4 kg bolğan topqa 0,01 s dawamında soqqı berilgende, ol 20 m/s tezlik aladı. Top qanday kúsh penen tebilgen?

13. 25 sm uzınlıqtağı jipke baylanğan massası 100 g sharik sheńber boy-lap sekundına 2 ret aylanadı. Sharikke tásir etip atırğan oraydan qashıwshı kúshhti hám orayğa umtılwshı tezleniwdi tabıń.

14. 13-máseleniń shártindegi sharik sekundına 4 ret aylandırılsa, oraydan qashıwshı kúsh hám orayğa umtılwshı tezleniw neshe ese artadı yamasa kemeyedi?

15. 1 m uzınlıqtağı jipke baylanğan dene hár sekunda 1 ret aylanadı. De-nege tásir etip atırğan oraydan qashıwshı kúshhtiń 10 N bolıwı ushın deneniń massası qansha bolıwı kerek?

16. Batpaqlı jolda batıp qalğan avtomobildiń dóńgeleginen 10 m/s tezlikte ılay shashırıp atır. Eger avtomobildiń dóńgeleginiń diametri 1 m, atılıp atırğan ılaydıń ortasha massası 5 g bolsa, batpaq qanday kúsh penen shashırağan?

17. Motocikl cirk arenasında 25 m diametrli sheńber boylap 45 km/saat tezlikte qozǵalmaqta. Eger motociklge tásir etip atırğan oraydan qashıwshı kúsh 2,5 kN ǵa teń bolsa, motocikl menen shofyordıń birgelikdegi massası qansha boladı? Bunda motocikl qanday orayğa umtılwshı tezleniw aladı?

18. 2 N kúshhtiń tásirinde 10 sm ge sozılğan rezinaniń qattılıǵın tabıń.

19. Prujinalı tárezige 1 kg júk ildirilgende onıń prujinası 8 sm ge sozılğan. Prujinaniń qattılıǵın tabıń. Usı hám keyingi tiyisli shınıǵıwlarında $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

20. Qattılıǵı 60 N/m bolğan prujinaǵa júk ildirilgende, ol 5 sm ge sozıldı. Prujinaǵa ildirilgen júktiń massasın tabıń.

21. Qattılıǵı 10 N/m bolğan rezinaǵa 60 g bolğan júk ildirilgende qanshaǵa sozıladı?

22. Bir tárepi biriktirilgen uzınlıqları birdey eki prujinaniń bos ushlarınan uslap tartıldı. Bul jaǵdayda qattılıǵı 120 N/m bolğan prujina 4 sm ge sozıldı. Ekinshi prujina 3 sm ge sozılğan bolsa, onıń qattılıǵı qansha boladı?

23. Massası 1200 kg bolğan avtomobildi 0,3 m/s² tezleniw menen súyregende, qattılıǵı 40 kN/m bolğan trostıń qanshaǵa sozılatuǵınlıǵın tabıń. Súyke-liw kúshin esapqa almań.



V bap. SÍRTQÍ KÚSHLERDÍŃ TÁSIRINDE DENELERDÍŃ QOZǴALÍSÍ

26-§. PÚTKIL DÚNYALÍQ TARTÍLÍS NÍZAMÍ

Ay hám basqa planetalar sheńber boylap derlik turaqlı tezlikte qozǵaladı. Hárqanday deneniń sheńber boyınsha qozǵalıwı ushin oǵan turaqlı kúsh tásir etip turıwı kerek. Eger planetalarǵa bunday kúsh tásir etpese, olar tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalǵan bolar edi. Endi dinamikanıń nızamların qollanıp, Aydıń Jer átirapındaǵı aylanıwın kórip shıǵamız. Ay turaqlı kúshtiń tásirinde sheńber boylap qozǵaladı. Bul kúsh Jerdiń tartıw kúshi bolıp, ol Nyutonnıń II nızamı boyınsha: $|F| = m/a$ formulası menen anıqlanadı, yaǵnıy Aydıń massası m qansha úlken bolsa, tartısıw kúshi de sonsha úlken boladı: $|F| \sim m$. Nyutonnıń III nızamındaǵı kerı tásirine qaray Ay hám Jerdi sonday kúsh penen tartadı: $|F| = M/a$, yaǵnıy Jer massası M qansha úlken bolsa, tartılıw kúshi de sonsha úlken boladı: massası $|F| \sim M$. Eger tartılıw kúshi F hám deneniń massası m ge, hám Jerdiń massası M ge proporcional bolsa, onda bul kúsh olardıń kóbeymesine proporcional bolıp tabıladı:

$$|F| \sim mM. \quad (1)$$

Jerdiń orayınan Jerdiń betine shekem bolǵan aralıq Jerdiń orayınan Ayǵa shekem bolǵan aralıqtan 60 ese kishi. Deneniń Jer betindegi orayǵa umtılıwshı kúshi bolsa, Aydıń orbita boyınsha qozǵalıwındaǵı orayǵa umtılıwshı kúshinen 3600 ese úlken, yaǵnıy:

$$|F| \sim 1/r^2. \quad (2)$$

(1)- hám (2)-baylanıslardı ulıwmalastırıp jazsaq: $|F| \sim mM/r^2$ yamasa:

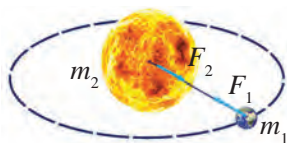
$$|F| = G \frac{mM}{r^2}, \quad (3)$$

bunda G – proporcionallıq koefficienti.

Nyutonnıń tartısıw kúshiniń bunday tábiyatı tek Jer menen Ay arasındaǵı tartılıw ǵana emes, al Quyash penen Jerdiń (88-súwret), basqa planetalar

menen Quyash, átirapımızdağı deneler menen Jerdiń arasındağı tartısıwǵa da tiyisli ekenligin oylap taptı. Onıń juwmaǵınan kelip shıǵıp, álemdegi denelerdiń óz ara tartısıw kúshi tómendegidey formula menen anıqlanadı:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (4)$$



88-súwret. Jer hám Quyashtıń óz ara tartılıwı.

Bunda m_1, m_2 – tásirlesip atırǵan denelerdiń massaları, r –olar arasındağı aralıq (massaları orayınan ólshenedi), G –proporcionallıq koefficienti bolıp, ol gravitaciyalıq turaqlılıq dep ataladı. (4)-formuladağı F **gravitaciyalıq tartısıw kúshin** ańlatadı. Bul nızam álemdegi barlıq deneler ortasındağı óz ara tartısıw

kúshin ańlatqanı ushın onı **Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı** dep ataydı. Bul nızam tómendegishe táriyiplenedi:



Eki deneniń óz ara tartısıw kúshi olardıń massalarınıń kóbeymesine tuwrı proporcional hám olar arasındağı aralıqtıń kvadratına kerı proporcional.

Eger óz ara tásirlesiwshi denelerdiń massaları $m_1 = m_2 = 1$ kg hám olardıń arasındağı aralıq $r = 1$ m bolsa, (4)-formuladağı F kúshitiń san mánisi G ǵa teń: gravitaciyalıq turaqlı san jaǵınan hárbiriniń massası 1 kg hám arasındağı aralıq 1 m bolǵan eki deneniń arasındağı tartılıw kúshine teń. 1798-jılı inglis alımı Genri Kavendish onıń san mánisi tómendegige teńligin anıqladı:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}.$$

$1/1,5 = 0,667$ bolǵanı ushın máseleler sheshiwde $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ornına $\frac{1 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{1,5 \cdot 10^{10} \text{ kg}^2}$ mánisinen de paydalanıw múmkin.

Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı tásirlesip atırǵan denelerdiń ólshemleri olar arasındağı aralıqtan júdá kishi bolǵan jaǵdaylarda, yaǵnıy zatlıq noqatlar ushın anıq orınlanadı. Shar formasındağı deneler ushın olar arasındağı aralıqtı sharlardıń orayınan ólshense, deneler arasındağı hárqanday aralıqta da (4)-formula orınlı ekenligi belgili boldı. Sonıń ushın denelerdiń Jerge tartısıwın esaplawda aralıqtı Jerdiń orayınan baslap alıw kerek. Jerdiń radiusı 6 400 km bolǵanlıǵı ushın dene Jerden birneshe onlaǵan kilometrge

kóterilgeninde de Jer menen tartısıw kúshiniń shamasınıń ózgeriwi derlik sezilmeydi. Átirapımızdaǵı barlıq deneler – mashina, adam, stol, stul, shkaf, hátteki, úyler de bir-birine tartısıp turadı. Bul kúshlerdiń shaması júdá kishi bolǵanlıqtan, olar sezilmeydi. Biraq, Jer menen Aydıń tartısıwınıń nátiyjesinde Ay táreptegi teńiz hám okean suwınıń birneshe metrge kóteriliwi, yaǵnıy okean menen teńizlerdiń suwlarınıń tasıwı baqlanadı.

Jipke qanday da bir deneni ildirip qoysaq Jer menen deneniń tartısıwınıń nátiyjesinde dene jipti Jerdiń orayı tárepke tartadı. Bul qubılıstı qurılıshılar úylerdi Jerge perpendikulyar túrde qurıwda paydalanıladı.

Jer, Ay hám Quyashqa tiyisli ólshengen maǵlıwmatları

Pútkil dúnyalıq tartısıw nızamına baylanıslı máselelerdi sheshiwde Jer, Ay hám Quyashqa baylanıslı shamalardan paydalanadı. Másele sheshiwde bul shamalardıń dóńgeleklengen juwıq shamalarınan paydalanıw múmkin. Tómede usı shamalar keltirilgen:

- 1) Jerdiń ortasha radiusı – $6,371 \cdot 10^6 \text{ m} \approx 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$;
- 2) Jerdiń massası – $5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$;
- 3) Jerden Ayǵa shekemgi ortasha aralıq – $3,844 \cdot 10^8 \text{ m} \approx 3,8 \cdot 10^8 \text{ m}$;
- 4) Aydıń radiusı – $1,737 \cdot 10^6 \text{ m} \approx 1,7 \cdot 10^6 \text{ m}$;
- 5) Aydıń massası – $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} \approx 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$;
- 6) Jerden Quyashqa shekemgi ortasha aralıq – $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$;
- 7) Quyashtıń radiusı – $6,96 \cdot 10^8 \text{ m} \approx 7 \cdot 10^8 \text{ m}$;
- 8) Quyashtıń massası – $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.

Másele sheshiw úlgisi

Jer menen Quyash arasındaǵı tartısıw kúshin tabıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m_1 = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg};$ $m_2 = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg};$ $r = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m};$ $G = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	$F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{(1,5 \cdot 10^{11})^2} \text{ N} \approx$ $\approx 3,6 \cdot 10^{22} \text{ N}.$
<i>Tabıw kerek:</i> $F = ?$		<i>Juwabı:</i> $F \approx 3,6 \cdot 10^{22} \text{ N}.$



Tayanış túsinikler: pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı, gravitaciyalıq tartısıw kúshi kúsh, gravitaciyalıq turaqlı.

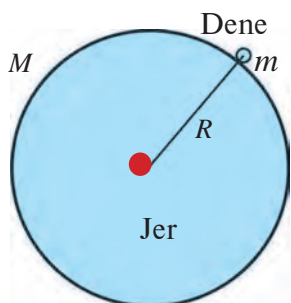


1. Massańızdı, Jerdiń massası menen radiusın bilgen halda ózińizdiń Jerge qanday kúsh penen tartılatuǵınıńızdı esaplań. Ózińiz benen Jerdiń arasıdaǵı aralıqtı Jerdiń radiusına teń dep alıń.
2. Tartısıw kúshiniń tásiiri menen túsindiriletuǵın, Jerde júz beretuǵın qubılıslarǵa mısallar keltiriń.



1. Jer menen Ay arasıdaǵı tartısıw kúshin tabıń.
2. Hárbiriniń massası 50 kg nan bolǵan eki bala bir-birinen 10 m aralıqta turıptı. Balalar pútkil dúnyalıq tartısıw nızamı boyınsha bir-birine qanday kúsh penen tartıladı?
3. Hárbiriniń massası 3,5 tonna bolǵan Jerdiń eki jasalma joldası bir-birine 100 m jaqın keldi. Olardıń óz ara tartısıw kúshin esaplań.

27-§. SALMAQ KÚSHI



89-súwret. Jer hám onıń sırtındaǵı dene-niń óz ara tartısıwı.

Ne sebepten Jerdiń betindegi deneler Jerge tartıladı? Olar ushın da pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı orınlı ma?

Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamınıń formulasınan paydalanıp, Jerdiń betindegi qálegen massası $m_1 = m$ dene menen, massası $m_2 = M$ bolǵan Jer sharınıń óz ara tartısıw kúshin esaplaw múmkin (89-súwret):

$$F = G \frac{mM}{r^2}.$$

Bunda dene hám Jerdiń arasıdaǵı aralıqtıń shaması Jer sharınıń radiusı $r = 6,4 \cdot 10^6$ m alınadı. $m = 1$ kg massalı dene menen $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg massalı Jerdiń tartısıw kúshin tabamız:

$$F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{1 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} \text{ N} \approx 9,8 \text{ N}.$$

Demek, 1 kg massalı dene hám Jer bir-birin 9,8 N kúsh penen tartadı.

Nyutonnıń úshinshi nızamına muwapıq dene Jerge qanday kúsh penen tartılsa, ol Jerdi ózine tap sonsha kúsh penen tartadı. Bul kúshler óz ara

qarama-qarsı baǵıtlanǵan. Sonıń menen birge, massası 1 kg dene 9,8 N kúsh penen Jerge tartılsa, dene bul kúshti sezedi. Massası júdá úlken bolǵan Jer ushın 9,8 N kúshtiń táhiri sezilmeydi. Demek, bunday jaǵdaylarda biz tek Jerdegi denelerdiń Jerge tartılıwı haqqında sóz etemiz.

Nyutonnıń ekinshi nızamına muwapıq Jerge tartılıw kúshiniń tásirinde deneniń alǵan tezleniwı:

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

Demek, 1 kg massalı dene Jerdiń tartıw kúshi tásirinde 9,8 m/s² qa teń bolǵan tezleniw aladı.

Qálegen massalı, mısalı, $m = 8$ kg hám 25 kg massalı deneler Jerge qanday kúsh penen tartıladı? Bul kúshtiń tásirinde olar qanday tezleniwge iye boladı?

$$m = 8 \text{ kg ushın: } F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{8 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} \text{ N} \approx 78,4 \text{ N}; \quad a = \frac{78,4 \text{ m}}{8 \text{ s}^2} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$m = 25 \text{ kg ushın: } F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{25 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} \text{ N} \approx 245 \text{ N}; \quad a = \frac{245 \text{ m}}{25 \text{ s}^2} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Demek, deneniń massası qansha úlken bolıwına qaramastan, Jerge tartılıw kúshiniń tásirinde birdey, yaǵnıy 9,8 m/s² shamasına teń tezleniw aladı eken. Biz bunday tezleniwdi erkin túsiw tezleniwı dep atap, onı g háribi menen belgilegen edik. Negizinde biz bul temada erkin túsiw tezleniwiniń mánisin keltirip shıǵardıq. Demek $g = 9,81 \approx 9,8$ m/s² eken.

Deneniń Jer menen tartısıw kúshin **salmaq kúshi** dep ataymız hám $F_{\text{salın}}$ arqalı belgileybiz. Nyutonnıń ekinshi nızamınıń formulasındaǵı a tezleniwini g erkin túsiw tezleniwı menen almastırıp, massası m bolǵan deneniń salmaqın tómendegishe anıqlaw múmkin:

$$F_{\text{salın}} = mg. \quad (3)$$



Deneniń Jerge tartılıw kúshi salmaq kúshi dep ataladı.

(3)-formula deneniń salmaq kúshi menen massası arasındaǵı baylanıstı ańlatadı. Bul formula kg shamasında alınǵan dene massasınan N shamasında alınǵan salmaq kúshi Jer betinde 9,8 ese úlken ekenligin kórsetedi.

Másele sheshiw úlgisi

Kópirdiń ústinde turǵan massası 10 tonna bolǵan júk mashinasınıń salmaq kúshin tabıń. Mashina kópirge qanday kúsh penen tásir etedi?

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m = 10 \text{ t} = 10\,000 \text{ kg};$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2.$	$F_{\text{salm}} = mg.$	$F_{\text{salm}} = 10\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} =$ $= 98\,000 \text{ N} = 98 \text{ kN}.$

Tabıw kerek:
 $F_{\text{salm}} - ?$

Juwapı: $F_{\text{salm}} = 98 \text{ kN};$ mashina kópirge
98 kN kúsh penen tásir etedi.



Tayanısh túsinikler: dene menen Jerdiń tartısıw kúshi, Jerdiń tartıwı, deneniń Jerge tartılıwı, deneniń salmaq kúshi.

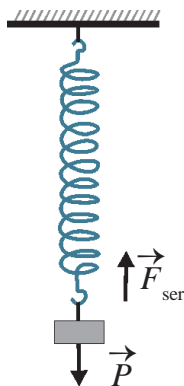


1. Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamına muwapıq Jer betindegi massası m bolǵan dene menen Jer arasındaǵı óz ara tartısıw kúshiniń formulası qalay jazıladı?
2. Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı menen Nyutonnıń ekinshi nızamınıń formulaları tiykarında erkin túsiw tezleniwiniń mánisi qalay tabıladı?



1. Massası 200 kg bolǵan kitap tekshesi Jerge qanday kúsh penen tartıladı? Kitap tekshesiniń salmaq kúshi qansha? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.
2. Massańızdı bilgen halda ózińizdiń salmaq kúshińizdi anıqlań.
3. Joldıń shetinde turǵan avtomobildiń salmaq kúshi 20 kN ǵa teń. Avtomobildiń massasın tabıń.

28-§. DENENIŃ SALMAǴI



90-súwret. Deneniń salmaq kúshiniń aspaǵa tásiri

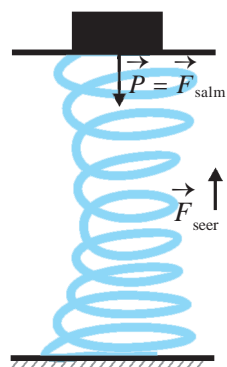
Fizikada salmaq kúshinen basqa salmaq degen túsinik te bar. Deneniń salmaǵınıń áhmiyetin túsiniw ushın tómendegi tájiriybelerdi ótkizemiz.

1-tájiriybe. Aspaǵa ildirilgen prujınaǵa massası m deneni ildiremiz. Denege tómengge baǵıtlanǵan $F_{\text{salm}} = mg$ salmaq kúshi tásir etedi. Usı kúshtiń tásirinde prujına sozıladı, yaǵnıy deformaciyalanadı. Nátiyjede, F_{serp} serpimlilik kúshi payda boladı (90-súwret).

F_{salm} salmaq kúshiniń tásirinde prujına sozıla baslaǵannan prujinaniń dáslepki halın saqlawǵa umtılıwshı joqarıǵa baǵıtlanǵan F_{serp} serpimlilik kúshi artıp baradı. Prujına belgili aralıqqa sozılǵannan keyin F_{serp} serpimlilik kúshiniń san shaması F_{salm} salmaq kúshine teńlesedi. Nátiyjede kúshler teń salmaqlıqqa keledi hám prujınaǵa ildirilgen dene toqtaydı. Deneniń tınısh

halında aspaǵa F_{salm} salmaq kúshine teń bolǵan kúsh tásir etedi. Bul kúsh prujınaǵa ildirilgen deneniń salmaǵı bolıp tabıladı.

2-tájiriybe. Prujinaniń ústine ornatılǵan tayanıshqa massası m bolǵan deneni qoyamız. Nátiyjede prujına qısıla baslaydı, yaǵnıy deformaciyanadı hám F_{serp} serpimlilik kúshi payda boladı. Serpimlilik kúshi artıp, deneniń salmaq kúshine teńleskende prujinaniń qısılıwı toqtaydı hám dene tınısh halǵa ótedi. Deneniń tınısh halında tayanıshqa F_{salm} salmaq kúshine teń bolǵan kúsh tásir etedi (91-súwret). Bul kúsh prujinaniń ústindegi tayanıshqa túsken deneniń salmaǵı bolıp tabıladı.



91-súwret. Deneniń salmaq kúshiniń tayanıshqa tásirini.



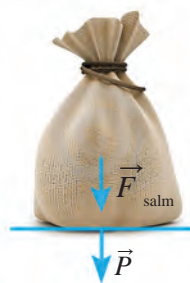
Deneniń jerge tartılıwına baylanıslı onıń tayanıshqa yamasa aspaǵa tásir etetuǵın kúshi deneniń salmaǵı dep ataladı hám P háribi menen belgilenedi.

Joqarıdaǵı tájiriybelerde dene teń salmaqlıq halǵa kelgende deneniń salmaǵı F_{salm} salmaq kúshine teń boladı. Tınıshlıqta turǵan deneniń salmaǵı tómendegi formula menen ańlatıladı:

$$P = mg.$$

Salmaq túsiniǵin salmaq kúshi túsiniǵi menen alıstırmaw kerek. Olardıń bir-birinen ajıralatuǵın eki tárepini bilip alıw kerek. Birinshiden, salmaq kúshi – bul deneniń Jerge tartılıw kúshi, salmaq bolsa deneniń tayanıshqa (92-súwret) yamasa aspaǵa (90-súwret) kórsetken tásir kúshi. Ekinshiden, salmaq kúshi deneniń vertikal baǵıttaǵı tezleniwine baylanıslı emes, yaǵnıy belgili bir orın ushin turaqlı bolıp ta-bıladı. Salmaq bolsa dene tek tınıshlıqta turǵanda yamasa vertikal baǵıtta teń ólshewli qozǵalǵanda ózgermey qaladı.

Dene vertikal baǵıtta ózgermeli qozǵalǵanda salmaq ózgeredi. Mısalı, 1-tájiriybedegi prujınaǵa ildirilgen deneniń massası 100 gr, yaǵnıy 0,1 kg bolsın. Bul jaǵdayda deneniń salmaq kúshi $F_{\text{salm}} = 0,1 \cdot 9,8 \text{ N} = 0,98 \text{ N} \approx 1 \text{ N}$. Bul kúsh deneni prujınaǵa ildirgende de, prujına sozılǵanda da, tınısh halına kelgende de ózgermeydi. Biraq, salmaq 0 mánisten 1 N ǵa shekem artadı. Dene prujınaǵa ildirilgen waqıtta deneniń



92-súwret. Deneniń tayanıshqa túsirgen tásir kúshi.

prujina ildirilgen aspağa tásiri bolmaydı, yaǵnıy deneniń salmaǵı 0 ge teń boladı. Qısqa waqıt ishinde prujina sozıladı hám deneniń aspağa tásiri artadı, yaǵnıy deneniń salmaǵı 0 den 1 N ǵa shekem ózgeredi. Prujina sozılıp bolǵannan keyin, yaǵnıy dene teń salmaqlıq halǵa kelgende, onıń salmaǵı 1 N ǵa teń boladı.

2-tájiriybede de sonday jaǵday júz beredi.

Turmista massanıń ornına salmaq túsiniǵi kóbirek qollanıladı. Mısalı bazarda táreziniń járdeminde ónimniń massası ólshense de, ónimniń salmaǵı ólshendi dep ayıladı. Bunıń menen qátelikke jol qoyıladı, dep aytıwǵa bolmaydı. Sebebi tárezide ónim tınısh halında, yaǵnıy teń salmaqlıq halında ólshenedi. Bunday jaǵdayda salmaq N da emes, al kg da yamasa g da esplanadı.

Másele sheshiw úlgisi

Dinamometrge júk ildirilgende, biraz waqıttan soń ol teń salmaqlıqqa keldi. Sonda dinamometr 10 N dı kórsetdi. 1. Dinamometrge ildirilgen júktiń massası qansha? 2. Teń salmaqlıq halda dinamometr prujinasınıń serpimlilik kúshi qansha boladı? 3. Júktiń salmaǵı-she? 4. Dinamometrdiń járdeminde júktiń massasın ólshew múmkin be?

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Shesiliwi:</i>
$F_{\text{salm}} = 10 \text{ N};$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2.$ <hr style="width: 100%;"/> <i>Tabıw kerek:</i> $m = ? F_{\text{serp}} = ? F_{\text{salm}} = ?$	$F_{\text{salm}} = mg; m = \frac{F_{\text{salm}}}{g}.$	$m = \frac{10}{9,8} \approx 1 \text{ kg}.$

Juwabi: 1) $m \approx 1 \text{ kg}$; 2) $F_{\text{serp}} = F_{\text{salm}} = 10 \text{ N}$;
3) $P = F_{\text{serp}} = 10 \text{ N}$;

4) Jerdiń betinde turǵan dinamometrdiń járdeminde massanı da ólshew múmkin. Bunıń ushın dinamometr shkalası kilogramm hám gramlarda graduırovkalanǵan bolıp, ólshew procesinde dinamometr prujinası teń salmaqlıq halında turıwı zárúrli.



Tayanısh túsinipler: salmaq kúshiniń aspağa tásiri, salmaq kúshiniń tayanıshqa tásiri, deneniń salmaǵı.



1. Deneniń massası menen salmaǵı túsinipleriniń arasında qanday parıq bar? Biz shayınlı tárezide deneniń massasın ólsheymiz be yamasa salmaǵın ba? Salmaqıń salmaq kúshinen parqı nede?
2. Kóteriw kranınıń trosına massası 2 t bolǵan júk konteyner ildirilgen. Konteynerge tásir etip atırǵan kúшти ózińizdiń masshtabıńızda grafikalıq usılda súwretleń.



1. Tayanıshqa ildirilgen prujınaǵa massası 50 g bolǵan dene ildirilgen. Denege tásir etetuǵın salmaq kúshi hám prujınanıń serpimlilik kúshi teń salmaqıqta bolǵanda deneniń salmaǵı nege teń boladı? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.
2. Prujınanıń ústine ornatılǵan tayanıshqa massası 80 g bolǵan dene qoyılǵan. Teń salmaqıq halında deneniń salmaǵı nege teń boladı?
3. Tınısh turǵan dinamometrge 200 g júk ildirildi. Teń salmaqıq halında júktiń salmaǵı qanday? Serpimlilik kúshi nege teń?
4. Ózińizdiń massańızdı bilgen halda tınısh turǵan waqıtıńızdaǵı salmaǵıńızdı esaplań.

29-§. JÚK TÚSIW HÁM SALMAQSÍZLÍQ

Júk túsiw

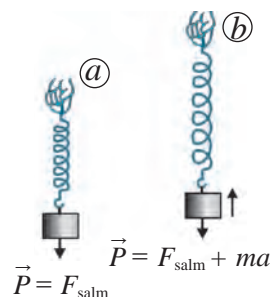
Prujınaǵa massası m deneni ildirip, onı tınısh halda uslap turamız. Teń salmaqıq halı tiklengende deneniń salmaǵı:

$$\vec{P} = \vec{F}_{\text{salm}} \quad \text{yamasa} \quad \vec{P} = m\vec{g} \quad (1)$$

boladı (93-*a* súwret).

Eger prujınanı keskin joqarıǵa qozǵaltsaq, onda onıń teń salmaqıq halındaǵıǵa salıstırǵanda sozılǵanlıǵın kóremiz (93-*b* súwret). Demek, joqarıǵa baǵıtlanǵan tezleniwde júktiń salmaǵı artadı. Onıń sebebin Nyutonnıń ekinshi nızamınıń járdeminde túsindiriw múmkin. Júkti joqarıǵa a tezleniw menen qozǵaltılса, prujınaǵa salmaq kúshinen basqa qosımsha ma kúshi tásir etedi. Bul jaǵdayda salmaqıq tınısh salmaq kúshi hám qosımsha kúshiniń qosındısına teń boladı:

$$\vec{P} = \vec{F}_{\text{salm}} + m\vec{a} \quad \text{yamasa} \quad \vec{P} = m\vec{g} + m\vec{a}. \quad (2)$$



93-súwret. Deneniń tınısh jaǵdayı (a) hám joqarıǵa tezleniw qozǵalıǵı (b).

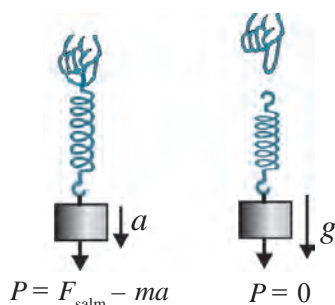


Dene joqarıǵa tik baǵıtta a tezleniw menen qozǵalǵanda, onıń salmaǵı ma shamasına artadı. Bul qubılıs *júk túsiw* dep ataladı.

(2)-hám (1)-formulalardaǵı salmaqıqlardıń qatnası $n = (g + a)/g$ ǵa teń bolıp, onı júk túsiw dep ataydı. Bul formulaniń járdeminde salmaqıq tınısh salmaqıq halındaǵı salmaqıq kúshinen basqa júktiń tezleniwiniń bar yamasa joqlıǵına da baylanıslı eken. Deneniń salmaǵı menen salmaq kúshiniń ayırması nolden parqınıń bolıwınıń sebebi onıń tezleniwge iye ekenligi bolıp tabıladı.



94-súwret. Lifttiń tezleniwshi qozǵalı



95-súwret. Deneniń a tezleniw (a) hám (b) tezleniw menen tómenge qaray qozǵalı

Turmısqımızda júk túsiwdiń júz beriwini jiyi ushıratamız. Mısalı, tınıshlıqta turǵan lift kóterile baslaǵanda, ol a tezleniw aladı. Bul jaǵdayda onıń ishinde turǵan adam lifttiń polına ádetteгідen de ma ǵa artıq kúsh penen basadı (94-súwret). Raketa úlken tezleniw menen ushırılǵanda, onıń ishindegi kosmonavt úlken salmaqqa shıdam beriwini kerek.

Salmaqsızlıq

Endi prujinaniń júzi menen birge keskin tómenge qozǵaltayıq. Bul qozǵalı baslanǵanda belgili uzınlıqqa sozılıp, teń salmaqlıq halında turǵan prujina qısıladı (95-a súwret). Demek, tómenge baǵıtlanǵan tezleniwde dene salmaǵı kemeyedi. Bir zamatta prujinaniń serpimlilik kúshi deneniń salmaǵı menen teń salmaqlıqqa keledi hám dene de tómenge a tezleniw menen qozǵaladı.

Prujinaniń sozılıwınıń kemeyiwini bolsa deneniń salmaǵınıń kemeygenligin kórsetedi. Bul jaǵdayda salmaq ma shamasına kemeyedi:

$$P = F_{\text{salm}} - ma \quad \text{yamasa} \quad P = mg - ma .$$



Dene tómenge tik baǵıtta a tezleniw menen qozǵalǵanda, onıń salmaǵı ma shamasına kemeyedi.

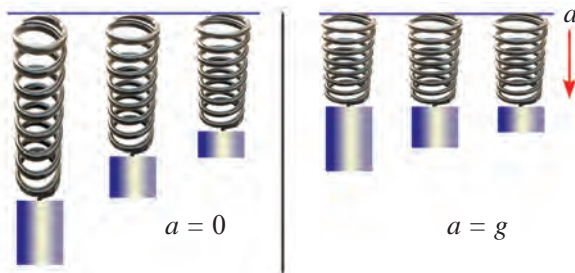
Tınısh halında turǵan lift tómenge qozǵalǵanda, ol a tezleniw aladı. Bul waqıtta onıń ishindegi adamniń salmaǵı ma ǵa jeńillesedi.

Júk ildirilgen prujinani jazdırsa prujina qısırıp júk $a = g$ tezleniw menen tómenge qozǵaladı. Bul jaǵdayda prujinaniń shkalası oǵan ildirilgen deneniń salmaǵınıń 0 ge teń ekenligin, yaǵnıy salmaqsızlıq jaǵdayın kórsetedi (95-b súwret):

$$P = m (g - a) = m (g - g) = 0.$$

Deneniń salmaǵı onıń Jerge tartılıwınıń sebebinen deneniń tezleniwini $a = 0$ bolǵandaǵı tayanıshqa yamasa aspaǵa tásir etetuǵın kúsh bolıp tabıladı (96-a

súwret). Erkin túsip kiyatırǵan dene ($a = g$) bolsa tayanıshqa yamasa aspaǵa tásir etpeydi, yaǵnıy deneniń salmaǵı nolge teń boladı (95-*b* súwret). Bul jaǵdayda tayanısh ta, aspa da dene menen birge túsedi. Biraq salmaq kúshi nolge teń emes, sebebi olar usı kúsh tásirinde tómenge túsedi. Demek, Jerdiń



96-súwret. Tezleniw $a = 0$ (1) hám $a = g$ (2) bolǵandaǵı prujinaniń sozılıwı

betine erkin túsip kiyatırǵan dene salmaqsızlıq halında boladı. Denelerdiń erkin túsiwinde oǵan tek salmaq kúshi, yaǵnıy, pútkil dúnyalıq tartılıs kúshi tásir etedi. Kosmostaǵı barlıq deneler Jerdiń, Aydıń, Quyashtıń, planetalar menen juldızlardıń hám basqa da aspan deneleriniń tásirinde boladı. Sonıń ushın salmaqsızlıq halın tómendegidey táriyiplew múmkin:



Tek pútkil dúnyalıq tartılıs kúshiniń tásirinde erkin qozǵalatuǵın qálegen dene salmaqsızlıq jaǵdayında boladı.

Jerdiń átirapındaǵı orbita boylap aylanıp júrgen kosmoslıq keme, onıń ishindegi kosmonavt, erkin túsiw tezleniwı menen túsip kiyatırǵan samolyot salmaqsızlıq halında boladı. Salmaqsızlıq halında kosmonavt kemeniń ishinde erkin qozǵalıp júredi (97-súwret). Bul jaǵdayda kosmonavttıń salmaǵı nolge teń. Ol ózin jerge erkin túsip kiyatırǵanday sezedi. Tez kiyatırǵan avtomobil birden tómenge qarap júre baslaǵanda salmaqsızlıq halın sezemiz. Dem alıw orınlarındaǵı «júrekti seskendiriw-shi» attrakcionlarda júk túsiw hám salmaqsızlıq qubılıslarınıń guwası bolıwımız múmkin. Bul jaǵdayda attrakcion qatnasıwshıları joqarıǵa keskin kóterilgende qosımsha kúshiniń tásir etip atırǵanlıǵın, otırǵıshqa úlkenirek salmaq penen basım túsirip atırǵanlıǵın, yaǵnıy júktiń túskenligi seziledi. Tómenge qarap keskin túsiwdiń barısında bolsa erkin túsiw tezleniwı menen qozǵala baslaǵan qatnasıwshılar salmaqsızlıqtı sezedi.



97-súwret. Salmaqsızlıq halındaǵı kosmonavtlar

Másele sheshiw úlgisi

Palwan jerde turǵan massası 64 kg bolǵan tastı $2,7 \text{ m/s}^2$ shamasındaǵı

tezleniw menen kóterdi. Deneniń salmaq kúshin tabıń. Tástı Jerden kóteriw waqtında onıń salmaǵı qansha bolǵan?

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m = 64 \text{ kg};$	$F_{\text{salm}} = mg;$	$F_{\text{salm}} = 64 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \approx 630 \text{ N};$
$a = 2,7 \text{ m/s}^2;$	$P = mg + ma;$	$P = 64 \text{ kg} \cdot (9,8 + 2,7) \text{ m/s}^2 = 800 \text{ N}.$
$g = 9,8 \text{ m/s}^2.$	$P = m(g + a).$	

Tabıw kerek:

Juwabı: $F_{\text{salm}} \approx 630 \text{ N}; P = 800 \text{ N}.$

$F_{\text{salm}} = ? P = ?$



Tayansh túsinikler: júk túsiw, deneniń salmaqsızlıq halı.



1. Eger dene gorizental baǵıtında tezleniw menen qozǵalsa, onıń salmaǵı ózgere me?
2. Jerge qonıp atırǵan kosmoslıq keme tormozlanganda, kosmonavttıń salmaǵı qalay ózgeredi?



1. Biriniń ústine ekinshisi qoyılǵan hárbiriniń massası 400 g bolǵan eki kitap birgelikte 5 m/s^2 tezleniw menen joqarıǵa kóterilmekte. Ústindegi kitap astındaǵı kitapǵa qanday salmaq penen tásir etedi? Olar tap sonday tezleniwde joqarıdan tómenge túsip atırǵan bolsa-she?
2. Massası 500 kg bolǵan júk: a) vertikal joqarıǵa; b) gorizontal; c) vertikal tómenge teń ólshewli túsiriledi. Bul jaǵdaylardıń hárbirindegi júkke tásir etiwshi salmaq kúshi menen onıń salmaǵı nege teń?
3. Massası 3 kg bolǵan dene tezleniw menen joqarıǵa kóterilip, salmaǵı 39 N ǵa jetdi. Dene qanday tezleniw menen kóterilgen?

30-§. JERDİŇ TARTIW KÚSHINIŇ TÁSIRINDE DENELERDİŇ QOZǴALISÍ

Gorizontai baǵıtta ilaqtırılǵan deneniń qozǵalısı

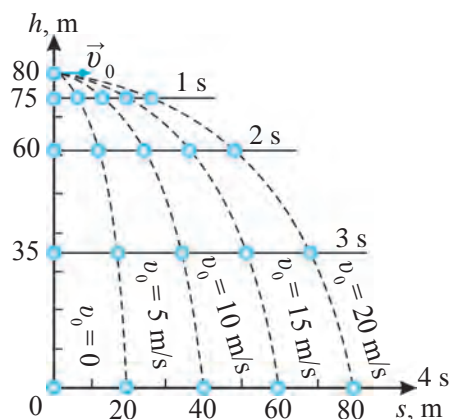
Mıltıqtan gorizontal baǵıtta atılǵan oqtıń, motorı óship qalǵan samolyottıń yamasa onnan taslap jiberilgen denelerdiń qozǵalısı traektoriyaları qanday boladı, olar qay jerge barıp túsedı, degen sorawlarǵa juwap tabamız.

Deneniń 80 m biyiklikke iye minardan jerge vertikal baǵıtta taslanganlıǵın kóz aldımızǵa keltireyik. Hawanıń qarsılıǵın esapqa almawǵa bolatuǵınday

dárejede kishi hám $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alsaq, $h = gt^2/2$ formulasınıń járdeminde dene 1 s ta 5 m, 2 s ta 20 m, 3 s ta 45 m, 4 s ta 80 m aralıqtı basıp ótiwin kóriw múmkin.

Endi dene biyik minardan v_0 baslanǵısh tezlik penen gorizont baǵıtında ılaqtırılǵan bolsın (98-súwret). Bunday qozǵalıstıń nátiyjesinde dene minardan s aralıqqa barıp túsedi. Gorizont baǵıtında ılaqtırılǵan deneniń qozǵalıstın tallap, ondaǵı eki ájayıp nátiyjeni baqlawımız múmkin.

Birinshi nátiyje. 80 m biyiklikten taslanǵan dene 4 s ta jerge túsedi. Usı biyiklikten 5 m/s, 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s baslanǵısh tezlikleri menen gorizont baǵıtında ılaqtırılǵan deneler de birdey waqıtta 4 s ta jerge túsedi. Hátte olardıń 1 s, 2 s, 3 s aqırındaǵı Jerden biyiklikleri de birdey bolıp, baslanǵısh tezliksiz taslanǵan denedegidey boladı.



98-súwret. Biyiklikten gorizont baǵıtında ılaqtırılǵan deneniń qozǵalıǵı



Biyiklikten taslanǵan dene jerge qansha waqıtta tússe, usınday biyiklikten gorizont baǵıtta ılaqtırılǵan dene de sonsha waqıtta jerge túsedi.

Ekinshi nátiyje. Gorizont ılaqtırılǵan dene qálegen teń waqıtlar arasında minardan birdey aralıqqa uzaqlasıp baradı. Eger jerge deneniń iymek sıızıqlı qozǵalıstınıń proekciyası túsirilse, onıń proekciyası tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı ańlatadı. Sonıń ushın minardıń astınan deneniń túsken ornına shekemgi bolǵan aralıqtómendegishe ańlatıladı:

$$s = v_0 t. \quad (1)$$

98-súwrette kórsetilgenindey, dene 80 m biyikliktegi minardan 5 m/s, 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s baslanǵısh tezlik penen gorizont baǵıtında ılaqtırılǵan bolsa, deneniń barlıq jaǵdaylarda da minardan qansha uzaqlıqqa barıp túsiwin esaplaymız. Bul jaǵdayda $t = 4 \text{ s}$ dep alıp, (1)-formuladan hárbir jaǵday ushın s aralıqtı tabamız:

- 1) $v_0 = 5 \text{ m/s}$ da $s = 5 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 20 \text{ m}$;
- 2) $v_0 = 10 \text{ m/s}$ da $s = 10 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 40 \text{ m}$;

$$3) v_0 = 15 \text{ m/s da } s = 15 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 60 \text{ m};$$

$$4) v_0 = 20 \text{ m/s da } s = 20 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 80 \text{ m}.$$

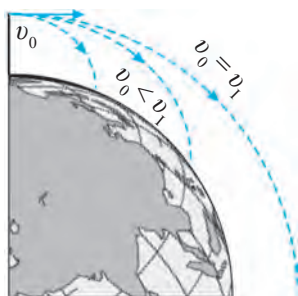
Demek, gorizont bağıtında ılaqtırılğan dene eki túrli qozğalısta qatnasadı, yaǵnıy gorizont bağıtta tuwrı sıızılıq turaqlı tezliktegi qozğalıstı dawam ettiredi hám de Jerdiń tartıw kúshiniń tásirinde vertikal bağıtta ózgeriwshi tezlikte tómenge erkin túsiw tezleniwı boladı.

Bir waqıtta hám gorizont, hám vertikal qozğalatuǵın deneniń juwmaqlawshı tezligi vektorlardıń qosındısı túrinde tómendegishe ańlatıladı:

$$\vec{v} = \vec{v}_g + \vec{v}_v.$$

Bunda v_g – deneniń gorizont bağıttaǵı tezligi; v_v – deneniń vertikal bağıttaǵı tezligi.

Birinshi kosmoslıq tezlik



99-súwret. Birinshi kosmoslıq tezlikke erisiw

Biz gorizont bağıtında ılaqtırılğan deneniń qozğalıstıń úyrenenimizde Jer betin tegis dep aldıq. Biz Jerdiń shar formasına iye ekenligin bilemiz. Jerden h biyikliktegi deneni v tezlikte gorizont qozğalsa, ol salmaq kúshiniń tásirinde Jerge qayıp túsedı. Deneniń baslanǵısh tezligi qansha úlken bolsa, ol Jerdiń beti boylap sonsha uzaqqa barıp túsedı. Eger gorizont ılaqtırılğan deneniń tezligi júdá úlken bolsa, Jerdiń betiniń sfera túrinde ekenligin esapqa alınıwı kerek boladı. Deneniń tezligi belgili bir mániske jetkeninde, ol jerge jaqınlasıw ornına, onnan uzaqlasa baslaydı (99-súwret). Nátiyjede, bunday tezlikte dene Jerge qayıp túspeydi hám ol belgili orbita (sheńber traektoriya) boylap v_1 tezlikde Jer sharın aylanıp júredi. Bunday deneni **Jerdiń joldası** dep ataydı.

Pútkil dúnyalıq tartıstıw nızamınıń formulası tek Jerdiń betindegi emes, Jerdiń betinen h biyikliktegi erkin túsiw tezleniwiniń mánisin de esaplaw imkaniyatın beredi:

$$g_h = G \frac{M}{(r + h)^2} . \quad (2)$$

Demek, biyiklik h artıp barıwı menen erkin túsiw tezleniwı kemeydi. Sheńber boylap qozğalıstaǵı deneniń orayǵa umtılıwshı tezleniwı $a = v^2/r$ ǵa

teń. Eger Jerdiń beti janında, yaǵnıy h tuń mánisi R den júdá kishi bolǵanda gorizont ılaqtırılǵan dene Jer sharın v_1 tezlikte aylansa, a nıń ornına g erkin túsiw tezleniwın alıw múmkin. Bunda:

$$v_1^2 = gr. \quad (3)$$

Erkin túsiw tezleniwi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ hám Jer sharınıń radiusınıń $r = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ ekenliginen, (3)-formuladaǵı v_1 diń mánisi ushın:

$$v_1 \approx 7,9 \cdot 10^3 \text{ m/s} \text{ yamasa } v_1 \approx 7,9 \text{ km/s.} \quad (4)$$



Jer betine jaqın gorizont baǵıtta 7,9 km/s tezlikte ılaqtırılǵan dene Jer sharınıń átirapında sheńber boylap qozǵaladı. Tezliktiń bul mánisi *birinshi kosmoslıq tezlik* dep ataladı.

Másele sheshiw úlgisi

Bala biyik terek basında turıp kól tárepke gorizont baǵıtta 15 m/s tezlik penen tastı ılaqtırdı. 2 saattan keyin tastıń suwǵa túskeni belgili boldı. Kóldiń suwınıń qáddinen balanıń otırǵan tereginiń biyikligin tabıń. Tastıń qozǵalıınıń gorizont proekciyası boyınsha qansha aralıqqa barıp túsken? Tastı ılaqtırıw waqtında balanıń qolı terekten 1 m biyiklikte ekenligin esapqa alıń. $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

Berilgen:

$$\begin{aligned} v_0 &= 15 \text{ m/s;} \\ t &= 2 \text{ s;} h_0 = 1 \text{ m;} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2. \end{aligned}$$

Tabıw kerek:

$$h_1 = ? \quad s = ?$$

Formulası:

$$h = \frac{gt^2}{2};$$

$$h_1 = h - h_0;$$

$$s = v_0 t.$$

Sheshiliwi:

$$h = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \text{ m} = 20 \text{ m};$$

$$h_1 = (20 - 1) \text{ m} = 19 \text{ m};$$

$$s = 15 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} = 30 \text{ m}.$$

$$\text{Juwabi: } h_1 = 19 \text{ m}; \quad s = 30 \text{ m}.$$



Tayanısh túsinikler: gorizont baǵıtında ılaqtırılǵan deneniń qozǵalı, birinshi kosmoslıq tezlik.



1. Tómendegiler ushın erkin túsiw tezleniwın esaplań: Jer ($R = 6400 \text{ km}$, $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$), Mars ($R = 3400 \text{ km}$, $g_0 = 3,6 \text{ m/s}^2$), Venera ($R = 6000 \text{ km}$, $g_0 = 8,4 \text{ m/s}^2$), Ay ($R = 1760 \text{ km}$, $g_0 = 1,7 \text{ m/s}^2$).
2. Massası hám radiusı Jerdiń massası hám radiusınan 2 ese úlken bolǵan planeta ushın birinshi kosmoslıq tezlikti tabıń.



1. Dene minardan gorizontal bağıtta 8 m/s tezlik penen ılaqtırıldı. Ol 3 s waqıttan keyin jerge barıp tústi. Minardıń biyikligin tabıń. Dene minardan qansha uzaqlıqqa barıp jerge túsken? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.
2. Dene minardan gorizontal bağıtta 12 m/s baslanğısh tezlik penen ılaqtırıldı hám 60 m aralıqqa barıp jerge tústi? Deneniń jerge túsiw waqtın hám minardıń biyikligin tabıń.
3. Avtomobil 80 km/saat, samolyot 900 km/saat tezlik penen qozǵalmaqda. Olardıń hábiriniń tezligi birinshi kosmoslıq tezlikten neshe ese kem?

31-§. JERDİŇ JASALMA JOLDASLARI

Raketanıń Jer átirapında aylanıwı ushın zárúr bolǵan tezlik

Eger raketa birneshe kilometr biyiklikte birinshi kosmoslıq tezlik penen ushsa, hawanıń qarsılıǵı hám súykelisi sebepli qızadı hám janıp ketedi. Hawasız keńislikte raketa sonday úlken tezlikte qozǵala aladı. Jerden birneshe júz kilometr biyikliktegi keńislikte derlik hawasız dep esaplaw múmkin. Sonıń ushın Jerdiń jasalma joldaslarınıń kópshiligi sonday biyiklikte uship júredi. Mısalı, raketanıń, $h = 300 \text{ km}$ biyiklikte Jerdiń átirapında sheńber boylap qozǵalıwı ushın birinshi kosmoslıq tezlik qansha bolıwı kerek?

Birinshi kosmoslıq tezliktiń $v_1^2 = gr$ formulasındaǵı r ornına $r + h$ aralıq qoyıladı. Jerdiń betinen biyiklikke kóterilgen sayın erkin túsiw tezleniwi g nıń shaması kemeyedi. Jer betinen 300 km biyiklikte erkin túsiw tezleniwi $g = 9,0 \text{ m/s}^2$ boladı. Esaplawlar boyınsha, 300 km biyiklikte Jer sharınıń átirapında sheńber boylap qozǵalıwı ushın raketanıń tezligi 7,7 km/s bolıwı kerek.



Adamlar tárepinen kosmos keńisligine ushırılǵan hám Jerdiń jasalma joldasına aylandırılǵan raketa, kosmoslıq kemeler hám apparatlar *Jerdiń jasalma joldası* dep ataladı.

Raketanıń Jerdiń jasalma joldasına aylanıwı ushın keminde 300 km biyiklikke alıp shıǵıladı. Onıń ushın raketaǵa keminde 7,7 km/s tezlik beriledi.

Jasalma joldas alıp júriwshi raketalardıń járdeminde kerekli biyiklikke shıǵarıladı. Belgili waqt dawamında raketanıń tezligi birinshi kosmoslıq tezlikke shekem kóteriledi hám bul jaǵdayda onıń baǵıtı áste-aqırın gorizont baǵıtına ótedi (100-súwret).

Kosmostı úyreniw

Adamzat tariyxında birinshi ret 1957-jıl 4-oktyabrde massası 83 kg bolǵan raketa quwatlı alıp júriwshi raketanıń járdeminde kerekli biyiklikke alıp shıǵılıp, oǵan birinshi kosmoslıq tezlik beriwge erisilgen.

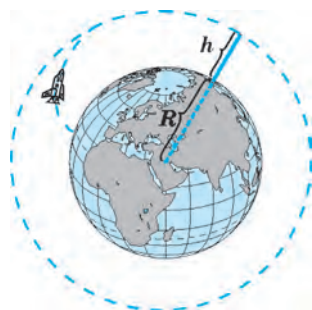
Shar formasındaǵı bul raketa Jer átirapında aylandı, yaǵnıy Jerdiń jasalma joldasına aylanǵan.

1961-jıl 12-aprelde birinshi ret adam kosmosqa ushtı. Jerden kóterilgen «Vostok» kosmoslıq kemesinde Yuriy Gagarin planetamızdı bir ret aylanıp, Jerge aman-esen qayıp túsken. Usı dáwirde baslap kosmos keń kólemde úyrenile basladı. Júzlep kosmonavtlar hám astronavtlar kosmoslıq kemelerde Jerdiń átirapın orbita boylap aylanıp, hár qıylı izertlewler ótkizdi.

Kosmostı úyreniwdegi jáne bir jetiskenlik 1969-jıl 21-iyulde astronavtlar N. Armstrong hám E. Oldrin basqarǵan kosmoslıq keme Ayǵa qondı hám adamzat birinshi ret Ayǵa qádem qoydı.

Kosmostı úyreniwde úlkemizde tuwılıp ósken kosmonavtlar da óziniń úleslerin qosqan. Tashkent welayatınıń Iskandar awılında tuwılǵan ushıwshı-kosmonavt Vladimir Janibekov 5 ret (1978, 1981, 1982, 1984, 1985) kosmosqa ushıp, orbitada barlıǵı bolıp 145 kún bolǵan. Usı dáwirde ol eki ret ashıq kosmosqa shıǵıp, kosmoslıq apparatınıń sırtqı bólimin ońlawǵa qatnasqan. Kosmonavtika tarawındaǵı úlken xızmetleri ushın eki ret Qaharman ataǵına miyasar bolǵan (1978, 1981). 1985-jılı oǵan aviaciya general-mayorı áskeriy ataǵı berilgen. Ózbekistanlı ushıwshı-kosmonavtqa Tashkent qalasında byust ornatılǵan.

1998-jıl 22-yanvarda xalıq aralıq ekipaj quramında Qırǵızstannıń Osh qalasında tuwılǵan ózbek ulı Solijan Sharipov Amerika Qurama Shtatlarınıń kosmoslıq kemesinde kosmosqa ushtı. 2004-jılı S. Sharipov ekinshi ret kosmosqa ushtı. Bul ret ol Rossiyanıń kos-



100-súwret. Raketanıń h biyikliktegi orbita boylap qozǵalıw traektoriyası



Kosmonavt Vladimir Janibekov



Kosmonavt Solijan Sharipov

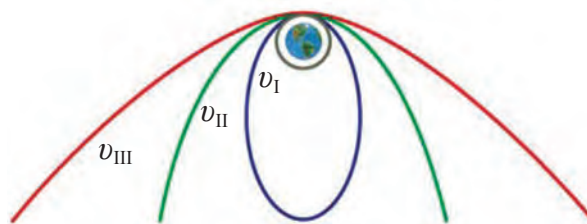
moslıq kemesinde ushıp, uzaq múddet dawamında izertlew jumısların alıp barıwda qatnastı.



101-súwret. Jerdiń jasalma joldaslarınan paydalanıwısh

Házirgi waqıtta kosmonavtika tez pát penen rawajlanbaqta. Jerdiń átirapında hár qıylı mámleketlerdiń Jerden basqarılatuǵın jasalma joldasları ushıp júripti. Olardıń járdeminde kosmostı izertlew menen birge Jer júziniń hawa rayı, Jerdegi túrli procesler turaqlı úyrenilip barıladı. Telekórsetiwler hám radioesittiriwlerdi, qol telefonı baylanısların Jer júzi boylap jetkeriw de jasalma joldaslar járdeminde ámelge asırıladı (101-súwret).

Quyash sistemasınıń barlıq planetalarına Jerden basqarılatuǵın raketalar ushırılǵan. Olar basqa planetalardan hár qıylı maǵlıwmatlardı Jerge jetkizip turadı. Biz ótken temalarda birinshi kosmoslıq tezlik hám onıń shamasın bilip alǵan edik. Tezligi artıp bargan sayın qozǵalı orbitası da ózgeredi hám sheńber boylap ushıp atırǵan joldas ellips, soń parabola dep atalıwshı traektoriyalar boyınsha qozǵaladı (102-súwret). Esaplawlarǵa qaraganda jasalma joldastıń tezligi $v_{II} = 11,2$ km/s ǵa jetkerilse, ol Jer orbitasınan shıǵıp ketedi hám Quyash átirapında orbita boylap qozǵala baslaydı, bunday jaǵdayda ol Quyashtıń jasalma joldasına aylanıp qaladı. Bul tezlik shegarası **ekinshi kosmoslıq tezlik** dep ataladı. Eger raketa Jerden Quyash átirapındaǵı



102-súwret. Kosmoslıq tezlikler.

orbita boylap qozǵalıshı baǵıtında $v_{III} = 16,7$ km/s tezlik penen ushırılsa, raketa úshinshi kosmoslıq tezlikke erisedi hám Quyash sistemasınan shıǵıp ketedi. Bul tezlik shegarası **úshinshi kosmoslıq tezlik** dep ataladı.



Tayanısh túsinipler: raketa, jasalma joldas, kosmos, kosmoslıq keme, ekinshi kosmoslıq tezlik, úshinshi kosmoslıq tezlik.



1. Kosmonavt kosmoslıq kemededen sırtqa shıqsa, salmaqsızlıq halında bola ma?
2. Jerdiń jasalma joldasınıń qozǵalısn teń ólshewli tezleniwshi qozǵalı dep ayırıwǵa bola ma?

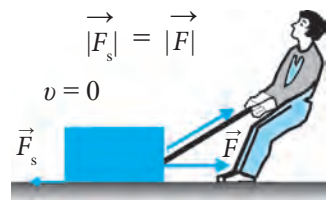


1. Massaları 1200 kg nan bolǵan eki avtomobildiń massa orayları arasındaǵı aralıq 5 m ge teń. Avtomobiller bir-birinen qanday kúshler menen tartıladı?
2. Bir-birinen 100 m aralıqta turǵan 8 000 t hám 12 500 t massalı eki kemeniń óz ara tartısıw kúshiniń shamasın tabıń.
3. 99-bette keltirilgen maǵlıwmatlardan paydalanıp, Quyash penen Jerdiń arasındaǵı tartısıw kúshin tabıń.
4. Massası 100 t bolǵan úy Jerge qanday kúsh penen tartıladı? Úydiń salmaǵı qansha?
5. Jer betinde tınısh turǵan júk mashinasınıń salmaǵı 100 kN ǵa teń. Júk mashinasınıń massasın tabıń.
6. Jer betinde turǵan massası 1 kg bolǵan deneniń salmaq kúshi nege teń?
7. Lift 5 m/s^2 tezleniw menen joqarıǵa qarap qozǵala basladı. Usı waqıtta lifttiń ishindegi massası 45 kg bolǵan balanıń salmaǵı qansha boladı?
8. Lift $2,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen tómenge qarap qozǵala basladı. Usı waqıtta lifttiń ishindegi massası 90 kg bolǵan adamnıń salmaǵı qansha boladı?
9. Jerdiń betinen qanday biyiklikte birinshi kosmoslıq tezlik 6 km/s shamasına teń boladı?

32-§. SÚYKELIW KÚSHI. TÍNÍSHLÍQTAǴI SÚYKELIW

Súykeliw kúshi

Tez ketip baratırǵan avtomobildi toqtatıw ushın tormoz basıladı. Tóbeden sırǵanap túsken shana joldıń gorizontál bóliminde biraz sırǵanap barıp toqtaydı. Bul qubılıslarda tezliktiń ózgeriw hám kemeyiwı júz beredi. Qálegen tezliktiń ózgeriwiniń sebepshisi kúsh bolıp tabılatuǵınlıǵı belgili. Endi mexanikada úyreniletuǵın jáne bir kúsh – súykeliw kúshi haqqında aytamız. Jerde turǵan júkti tartıw ushın oǵan qozǵalısnıń baǵıtında F kúshi menen tásir etiw kerek (103-súwret). Bunda júktiń qozǵalısnı qarsılıq etiwshi hám qozǵalıstıń baǵıtına qarama-qarsı baǵıtlanǵan F_s kúshi payda boladı.



103-súwret. Súykeliw kúshiniń júzege keliwi.



Deneniń basqa deneniń beti boylap qozǵalıwında payda bolatuǵın hám qozǵalısqqa qarsı baǵıtlanǵan kúsh súykeliw (súykelis) kúshi dep ataladı.



104-súwret. Shkivte súykelistiń júzege keliwi.

Súykelis heshqanday qozǵalıstı júzege keltirmeydi. Biraq ne ushın ol kúsh dep ataladı degen soraw tuwıladı. Buǵan sebep súykelis kúshiniń qozǵalıstı ásteletiwinde. Demek, kúsh tek qozǵalıstı júzege keltirmesten, onı ásteletiw de múmkin eken. Stoldıń ústinde jıynalıp turǵan kitaplardı jılistırıw ushın kúsh penen tásir etip, súykelis kúshin jeńiwimiz kerek. Avtomobilge tormoz berilse, ol tez toqtaydı. Qayıslı berilis te súykeliw sebepli shkivler aylandırıladı (104-súwret).



Súykelis kúshiniń payda bolıwınıń birinshi sebebi bir-birine tiyip turatuǵın denelerdiń betleriniń tegis emesligi bolıp tabıladı.



105-súwret. Hár qıylı denelerdiń betiniń lupa arqalı kórinwi.

Hátte, júdá tegis bolıp kórinetuǵın denelerdiń betlerinde de gedir-budırılıqlar boladı. Móldir denelerdiń betleri lupa menen qaralsa, olarda hár túrli gedir-budırılıqlardıń bar ekenligi kórinedi (105-súwret).

Bir dene ekinshi deneniń betinde sırgananǵanda yamasa domalaǵanda, bul gedir-budırılıqlar bir-birine súykeliw, qozǵalıwǵa tosqınlıq etiwshi kúshni júzege keltiredi.



Súykelis kúshi payda bolıwınıń ekinshi sebebi – bir-birine tiyip turatuǵın deneler betindegi molekullardıń óz ara tásirlesiw kúshi bolıp tabıladı.

Eger denelerdiń betleri jaqsı tegislenen bolsa, olar bir-birine tiygende molekullar bir-birine júdá jaqın boladı. Bul jaǵdayda bir-birine tiyip turǵan dene molekulları arasında tartısıw kúshleri sezilerli boladı.

Denelerdiń súykeliw qubılısların úsh túrge bóliw múmkin: *tınıshlıqtaǵı súykeliw, sırganap súykeliw hám domalap súykeliw.*

Tınıshlıqtaǵı súykeliw

Dene salıstırmalı tınıshlıqta turǵanda súykeliw kúshi onı bir orında uslap turadı hám ol deneniń ornınan qozǵalıwına tosqınlıq etedi. Bul kúsh **tınıshlıqtaǵı (tınısh haldaǵı) súykeliw kúshi bolıp tabıladı.**

Transportyordıń járdeminde júkleri qıya boyınsha joqarıǵa alıp shıǵıw múmkin. Bul jaǵdayda júktiń beti menen transportyor qayısınıń beti arasındaqı tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi júkti uslap turadı (106-súwret). Eger bul kúsh bolmaǵanda, júk sırganap tómenge túsip ketken bolar edi.



106-súwret.
Transportyorda júkti joqarıǵa shıǵarıw.

Bólmedegi stol, stul, shkaf hám basqa buyımlar tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi sebepli polda qıymıdamay turadı. Eger súykeliw kúshi bolmaǵanda, olardı túrtip jibergen waqıtta bólme ishinde qozǵalısqa kelip, sırganap júrer edi.

Poldiń ústinde turǵan deneni gorizont baǵıtta qozǵalısqa keltiriw, yaǵnıy qozǵaltıw ushın oǵan tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshine teń hám oǵan qarama-qarsı baǵıtlanǵan kúsh penen tásir etiw gerek.

Júrgenimizde ayaq kiyimniń ultanı menen Jerdiń betiniń arasında tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi payda boladı. Súykeliw kúshi bolmaǵanda biz júre almaǵan bolar edik, muzdiń ústinde júrgendey sırganap ketken bolar edik. Biz Jerdi artqa qaray F kúshi menen iyteremiz. Súykeliw kúshi F_s bolsa qozǵalıwımızdiń baǵıtında tásir etip, san shaması jaǵınan F kúshine teń boladı (107-súwret).



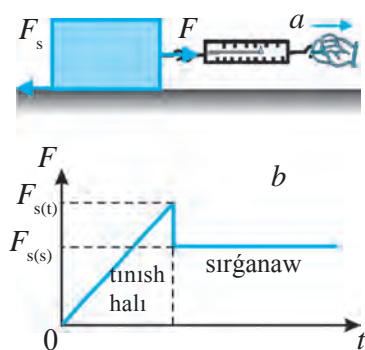
107-súwret.
Júrgende súykeliwdiń júz beriwi.

Júrgenimizde jerdi artqa qaray iyteriwimizdi kóriw ushın sportshılar shınıǵatuǵın rolikli qozǵalatuǵın joldı misal etiwimiz múmkin (108-súwret). Bul jaǵdayda sportshı aldığa juwırmaqshı bolsa, jol artqa qaray qozǵaladı.

Súykeliw kúshi $F_{s(t)}$ tásir etip atırǵan kúsh F ke proporcional túrde ózgeredi: $F_{s(t)} = kF$. Bunda k – súykeliw koefficienti. Onıń shaması tásirlesip atırǵan denelerdiń materialına, betleriniń tegisligi hám basqa faktorlarına baylanıslı.



108-súwret. Súykeliw sebepli qozǵalatuǵın joldiń artqı tárepke qaray qozǵalıwı.



109-súwret. Tınıshlıqtaǵı hám sırǵanap súykeliwdiń júzege keliwi (a) hám olardıń grafigi (b).

belgili maksimalıq $F = F_{s(t)}$ mánisine jetkende, dene ornınan qozǵaladı (109-a súwret). Bul jaǵdayda $F_{s(t)}$ kúshi tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi.



Deneniń tınısh halnan qozǵalısqı keliw waqtındaǵı súykeliw kúshi tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi dep ataladı.



Tayanısh túsinikler: súykeliw kúshi, tınıshlıqtaǵı súykeliw, tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi.



1. Ne ushın bazı júk avtomobilleriniń artqı dóńgeleklerine shınjır baylanadı?
2. Ne ushın tiri balıqlardı qolda uslap turıw qıyın?
3. Ne ushın ustalar detallarǵa shırıptı burawdan aldın oǵan sabın jaǵadı?
4. Súykeliw qay waqıtta paydalı, qay waqıtta zıyanlı ekenligine misallar keltiriń.

33-§. SÍRǴANAP SÚYKELIW. DOMALAP SÚYKELIW

Sırǵanap súykeliw

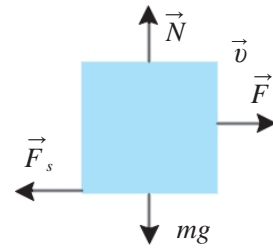


Sırǵanap súykeliw bir deneniń beti boylap basqa dene sırǵanap qozǵalganda júzege keletuǵın súykeliw bolıp tabıladı.

Mısalı, stoldıń ústindegi kitaptı jılıstırǵanda, sırǵanap súykeliw payda boladı. 109-a súwrette súwretlengen deneni dinamometr arqalı tartıp, ornınan

qozǵaltamız. Deneniń ornınan qozǵalıw waqtında dinamometrdiń kórsetiwi keskin kemeydi. Dinamometrdi tartıw arqalı deneni teń ólshewli qozǵalısqá keltirsek, dinamometrdiń kórsetiwi ózgermeydi. Dinamometrdiń kórsetiwiniń súykeliw kúshi $F_{s(s)}$ shamasına teń boladı. Demek, sırganap súykeliw kúshi tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshinen kishi boladı (109-b súwret).

Eger sırganap atırǵan deneniń ústine júk qoysaq, ólshenip atırǵan súykeliw kúshiniń shaması artadı. Tá-jiriybeniń kórsetiwinshe, gorizont baǵıtta teń ólshewli qozǵalatıwın denege tásir etiwshi F kúshi deneniń sal-maǵı $P = mg$ shamasına tuwrı proporcional. Nyuton-nıń úshinshi nızamına muwapıq dene súykelip atırǵan betke qanday kúsh penen tásir etse, bul bet te de-nege tap sonday kúsh penen kerı baǵıtta tásir etedi (110-súwret). Sırganap súykeliw kúshi $F_{s(s)}$ denege tásir etiwshi kúsh F ke shaması jaǵınan teń. Kerı tásir kúshi tayanıstıń **reakciya kúshi** N dep ataladı. Bul kúsh barlıq waqtta betke perpendikulyar baǵıtlanǵan boladı. Demek, sırganap súykeliw kúshi $F_{s(s)}$ deneniń reakciya kúshi N ge tuwrı proporcional:



110-súwret. Sırganap súykeliwdegi vektorlıq shamarardıń baǵıtı.

$$F_{s(s)} = \mu N \quad \text{yamasa} \quad F_{s(s)} = \mu mg, \quad (1)$$

Bul jaǵdayda μ (myu) sırganap súykelis koefficienti bolıp, onıń shaması bir-birine súykelisiwshi denelerdiń túrine, betleriniń tegisligine hám basqa da faktorlarǵa baylanıslı. Sırganap súykeliw koefficientiniń shamasın (1)-for-muladan tabamız:

$$\mu = \frac{F_{s(s)}}{N} \quad \text{yamasa} \quad \mu = \frac{F_{s(s)}}{mg}. \quad (2)$$

Bazı bir qos materiallar ushın sırganap súykeliw koefficienti 3-kestede kel-tirilgen.

3-keste

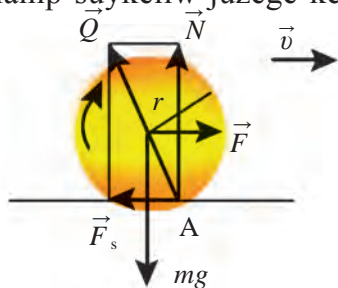
№	Materiallar	μ	№	Materiallar	μ
1	Mıs penen muz	0,02	5	Bronza menen shoyın	0,2
2	Polat penen muz	0,04	6	Aǵash penen aǵash	0,4
3	Polat penen polat	0,12	7	Teletin menen shoyın	0,6
4	Polat penen bronza	0,15	8	Rezina menen beton	0,75

Domalanıp súykeliw



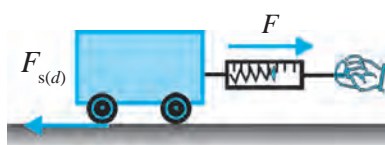
Bir dene ekinshi deneniń beti boylap sırganamay domalaǵan jaǵdayda payda bolǵan súykeliwdi domalanıp súykeliw dep ataydı.

Dóngelekler aylanǵanda, bochka yamasa cilindrler domalatılǵanda domalanıp súykeliw júzege keledi. Domalanıp súykeliw payda bolıwınıń tiykarǵı sebebi dóngelek tiyip turǵan bettegi salmaq tásirinde oyıq payda bolıp deformaciyalanıwı bolıp tabıladı Dóngelektiń beti de, domalanıp atırǵan bet te qansha qattı bolsa, dóngelek domalap atırǵanda sonshama az deformaciyalanadı hám domalanıp súykeliw kúshi $F_{s(d)}$ sonsha kishi boladı (111-súwret). Temir joldiń temir izlerinde súykeliw kúshiniń júdá kishi bolıwınıń sebebi de sonda.

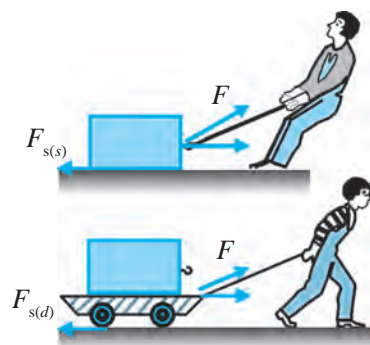


111-súwret. Domalanıp súykeliwde vektorlardıń baǵıtı.

Hárqanday deneniń domalanıp súykeliw kúshin ólshew múmkin. Onıń ushın arba dinamometr arqalı birdey tezlikte tartıladı. Bunday jaǵdayda arba dóngelekleriniń domalanıp súykeliw kúshi $F_{s(d)}$ dinamometr kórsetken F kúshiniń shamasına teń boladı (112-súwret). Bul kúshitiń shaması 4 ke bólinse, arbadaǵı hárbir dóngelektiń domalanıp súykeliw kúshi tabıladı.



112-súwret. Domalap súykeliw kúshin anıqlaw.



113-súwret. Sırǵanap (a) hám domalanıp (b) súykeliwdiń salıstırılıwı.

Domalanıp súykeliw kúshi $F_{s(d)}$ sırganap súykeliw kúshi $F_{s(s)}$ dan kishi boladı (113-súwret). Sonıń ushın da, áyyemgi zamanlarda adamlar awır júklerde bir orınnan ekinshi orınǵa kóshiriwde ǵolalardan paydalanǵan. Dóngelek oylap tabılǵannan keyin ol ǵolalardıń ornın iyelegen. Dóngelektiń oylap tabılıwı ullı ashılıwlardıń biri bolıp tabıladı. Tájiriybeler domalanıp súykeliw kúshi $F_{s(d)}$ deneniń salmaǵı P ǵa tuwrı proporcional, domalap atırǵan deneniń radiusına r keri proporcional ekenligin kórsetedi, yaǵnıy:

$$F_{s(d)} = \mu_d \frac{P}{r}, \quad (3)$$

Bul jaǵdayda μ_d – domalanıp súykeliw koefficienti. Onıń shaması bir-birine súykeliwshi denelerdiń materialı, betleriniń tegisligi hám basqalarına baylanıslı. μ_d nıń shaması polat penen polat ushın 0,2 mm ge, avtomobil dóńgeleginiń rezinası menen asfalt ushın 2 mm ge teń. Ağash taxtanıń polǵa súykeliw kúshin ólshew ushın ağashqa dinamometrdi jalǵaymız. Dinamometrdi gorizont baǵıtındaǵı halda uslap, ağashtı polǵa salıstırǵanda teń ólshewli qozǵaltamız. Dene teń ólshewli qozǵala baslaǵanında dinamometrdiń kórsetiw kúshi súykeliw kúshin kórsetedi. Ağashtıń teń ólshewli qozǵalı tásir etiwshi kúsh penen súykeliw kúshiniń teńligin kórsetedi. Tek bul kúshler qarama-qarsı baǵıtlangan boladı. Eger ağashtıń ústine júk qoysaq, onda júksiz jaǵdayǵa salıstırǵanda kóbirek súykeliwdiń payda bolǵanlıǵın kóremiz. (2)-formuladan domalanıp súykeliw koefficientin tabamız:

$$\mu_d = F_{s(d)} \frac{r}{P} \quad \text{yamasa} \quad \mu_d = F_{s(d)} \frac{r}{mg}. \quad (4)$$

Demek, domalap atırǵan deneniń radiusı qansha úlken bolsa, domalanıp súykeliw koefficienti de sonsha úlken boladı eken.

Másele sheshiw úlgisi

Massası 2 t bolǵan avtomobildiń dóńgelekleri menen asfalt arasındaǵı domalanıp súykeliw kúshin tabıń. Dóńgelektiń diametrin 1 m, rezina menen asfalt arasındaǵı domalanıp súykeliw koefficientin 2 mm, $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m = 2 \text{ t} = 2\,000 \text{ kg};$	$\left. \begin{aligned} P &= mg; \\ r &= \frac{D}{2}; \\ F_{s(d)} &= \mu_d \frac{P}{r}. \end{aligned} \right\}$	$P = 2000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 20\,000 \text{ N};$
$\mu_d = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m};$		$r = \frac{1}{2} \text{ m} = 0,5 \text{ m};$
$D = 1 \text{ m}; g = 10 \text{ m/s}^2.$		$F_{s(d)} = 0,002 \text{ m} \cdot \frac{20\,000 \text{ N}}{0,5 \text{ m}} = 80 \text{ N}.$
<u>Tabıw kerek:</u>		
$F_{i(d)} = ?$		<i>Juwabı:</i> $F_{s(d)} = 80 \text{ N}.$



Tayanısh túsinikler: sırganap súykeliw, sırganap súykeliw kúshi, sırganap súykeliw koefficienti, domalanıp súykeliw, domalanıp súykeliw kúshi, domalanıp súykeliw koefficienti.



1. Domalanıp súykeliw kúshin túsindirip beriń. Onıń formulası qalay ańlatıladı?
2. Qorshaǵan átirapıńızda ushırasatuǵın sırǵanap súykeliw hám domalanıp súykeliwge misallar keltiriń.



1. Gorizont baǵıtında turǵan aǵash taxtanıń betinde aǵashtan islengen massası 5 kg bolǵan kishkene taxta teń ólshewli sırǵanap baratır. Bul jaǵdayda payda bolǵan sırǵanap súykeliw kúshin tabıń. (Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep, súykeliw koefficientiniń mánisin temadaǵı kesteden hám tekstten alıń).
2. Gorizont baǵıtında turǵan polat bette polattan islengen massası 10 kg bolǵan dene gorizont baǵıtta teń ólshewli sırǵanap baratır. Bunda dene qanday kúsh penen tartılǵan?
3. Gorizont baǵıtta turǵan polat bette radiusı 10 sm, massası 3 kg bolǵan polat disk teń ólshewli domalap baratır. Bul jaǵdayda payda bolǵan domalap súykeliw kúshin tabıń.
4. 3-máselede keltirilgen disk qaptal tárepi menen gorizont baǵıtında jatırǵan polat bettiń ústinde teń ólshewli sırǵanap baratır. Sırǵanap súykeliw kúshin tabıń. Onı 3-máseledegi domalap súykeliw kúshi menen salıstırıń hám juwmaq shıǵarıń.

34-§. SIRǴANAP SÚYKELIW KOEFFICIENTIN ANÍQLAW

(3-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstıń maqseti: aǵash sızǵıshtıń ústinde sırǵanap atırǵan taxtanıń súykeliw koefficientin anıqlaw járdeminde sırǵanap súykeliwge tiyisli bilimlerde bekkemlew.

Kerekli ásbaplar: uzın aǵash sızǵısh, ilgeklı taxta, dinamometr, tárezi, tárezi tasları.

Jumıstı ornlaw tártibi

1. Tárezide kishkene taxtanıń massasın ólsheń hám 4-kestege jazıń.
2. $P = mg$ formulasınan paydalanıp, taxtanıń salmaǵın tabıń.
3. Taxtaǵa dinamometrdi ildirip, onı sızǵısh boylap teń ólshewli sırǵanatıń hám dinamometrdiń kórsetiwın $F_{s(s)}$ sırǵanap súykeliw kúshine teń dep alıp, onı kestege jazıń.
4. 121-bettegi (4)-formuladan paydalanıp, sırǵanap súykeliw koefficientin esaplań.

5. Taxtanıń ústine dáslep 100 gr lı, keyin 200 gr lı tárezi tasların qoyıp, tájiriybeni tákirarlań. Olar ushın da sırǵanap súykeliw kúshin tabıń. Nátiyjelerdi kestege jazıń.

6. $\mu_{\text{ort}} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)/3$ formulasınan paydalanıp, sırǵanap súykeliw koefficientiniń ortasha mánisin esaplań hám nátiyjeni kestege jazıń.

4-keste

№	$m, \text{ kg}$	$P, \text{ N}$	$F_{s(s)}, \text{ N}$	μ	μ_{ort}
1.					
2.					
3.					

7. Absolyut hám salıstırmalı qátelerdi tabıń.

8. Laboratoriyalıq jumıstıń nátiyjesin talqılań hám juwmaq shıǵarıń.

35-§. TÁBIYATTAǴÍ HÁM TEXNIKADAǴÍ SÚYKELIW

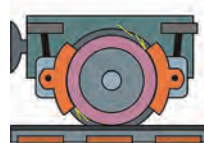
Súykeliwdiń áhmiyeti

Tábiyatta hám texnikada súykeliw úlken áhmiyetke iye. Súykeliw paydalı yamasa zıyanlı bolıwı múmkin.

Súykeliw paydalı bolǵanda onı arttırıwǵa, al zıyanlı bolǵanda onı kemeytiwge tırısadı.

Súykeliw bolmaǵanda ne bolatuǵının kóz aldımızǵa keltirip kóremiz. Súykeliw bolmaǵanda adamlar da, haywanlar da jerde júre almaytuǵın edi. Júrgenimizde ayaqlarımız benen jerden iyterilemiz. Súykeliw az bolǵan muzdıń ústinde júriwdiń qıyın ekenligin bilesiz. Súykeliw bolmaǵanda, buyımlar qolımızdan sırǵanap túsip ketken bolar edi.

Vagonnıń dóńgelekleriniń aylanıwın toqtatıw ushın súykeliw kúshinen paydalanıladı (114-súwret). Avtomobilge tormoz berilgende, súykeliw kúshi onı toqtatadı. Tınshlıqtaǵı súykeliwsiz ol qozǵala almas edi, dóńgelekler aylansa da, avtomobil ornında tura bergen bolar edi. Súykeliwdi arttırıw ushın avtomobildiń dóńgelekleriniń betin tegis emes etip isleydi (115-súwret).



114-súwret.

Vagonnıń dóńgeleginiń tormozlanıwı. tormozlanishi

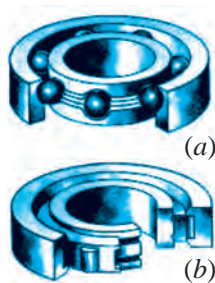


115-súwret.
Avtomobildin dóńgeleginiń beti.

Tınısh haldaǵı súykeliw kúshi polda turǵan stol-stul hám shkaflardı uslap turadı, taxtaǵa qaǵılǵan shegelerdi uslap turadı, baylanǵan arqannın sheshilip ketiwine jol qoymaydı.

Ósimlik hám haywanlarda hár qıylı organlar súykeliwdin sebebinen uslap turıw wazıypasın atqaradı. Mısalı, ósimliklerdin shırmawıqları, pildin tumsıǵı, órmelep shıǵatuǵın haywanlardın quyırǵı tegis emes betke iye boladı.

Zıyanlı súykeliw hám onı kemeytiw



116-súwret.
Sharikli (a)
hám rolikli (b)
podshipnikler.

Bir-biriniń ústinde qozǵalatuǵın betlerde payda bolatuǵın súykelisler kóp jaǵdaylarda zıyanlı boladı. Bunday jaǵdaylarda súykeliwdi kemeytetuǵın hár qıylı qurallar qollanıladı. Mısalı, mashına hám stanoklarda súykeliw sebebinen qozǵalatuǵın bólekleri qızadı hám jelinedi. Súykeliwdi kemeytiw ushın bir-birine tiyip turıwshı betler tegislenedi hám olardıń araları maylanadı.

Súykeliwdi kemeytiw maqsetinde avtomobil, velosiped hám stanoklardın aylanıwshı vallarına podshipnikler kiydiriledi. Podshipniktin valǵa tikkeley tiyip turatuǵın bólegi – vkladish polat, shoyın yamasa bronzadan soǵıladı. Vkladishtın ishki betine qorǵasın yamasa qalayınıń hár qıylı birikpeleri qaplanadı hám maylanadı. Val aylanǵanda, vkladishtın ústinde sırganaydı. Bunday podshipnikler sırganaw podshipnikleri dep ataladı. Sırganaw podshipnigi val menen vkladish arasındaǵı sırganap súykeliw kúshin kemeytiwge xızmet etedi.

Domalanıp súykeliw kúshi sırganaw súykeliw kúshinen birqansha kishi bolǵanlıqtan texnikada keńnen qollanıladı. Sharikli hám rolikli podshipniklerdin qollanılwı domalanıp súykeliw kúshiniń kem ekenligine tiykarlanǵan. Bunday podshipniklerde aylanıp atırǵan val podshipniktin qozǵalmaytuǵın vkladishında sırganamaydı, al polat sharikler hám roliklerdin ústinde domalaydı (116-súwret).

Podshipniktin qattı polattan tayarlanǵan ishki saqıynası valǵa ornatılǵan boladı. Sırtqı saqıyna bolsa mashınanın korpusına qatırılǵan. Val aylanǵanda ishki saqıyna shariklerde yamasa roliklerde domalaydı. Sharikler hám rolikler saqıynalardıń arasına jaylastırılǵan boladı. Sharikli yamasa rolikli podshipnikler qollanılganda olardıń súykeliw kúshiniń shaması sırganaw podshipniklerine qaraǵanda 20–30 ese kem boladı.

Qıyalıqtan túsip kiyatırǵan velosiped pedalı aylandırılmasa da, onıń dóńgelegi biymálel aylana beredi. Sebebi, velosiped dóńgelegi valına sharikli yamasa rolikli podshipnik kiydirilgen boladı. Eger podshipnik bolmaǵanında, velosipedti júrgiziw qıyın bolar edi.

Avtomobil, stanok, elektr dvigateli hám basqalardıń aylanıwshı bólimlerinde sharikli hám rolikli podshipnikler qollanıladı. Házirgi zaman saanaatın hám transportın bunday podshipniklersiz kóz aldımızǵa keltire almaymız. Ilim-texnikanıń joqarı rawajlanıwında súykeliw kúshi júdá az bolǵan podshipnikler islep shıǵarılıwı jolǵa qoyılǵan. Gedir-budırılıqları tegislenip, atom hám molekulalardıń dárejesinde tegislengen podshipniklerdiń súykeliwi jáne de az bolıwı menen ajralıp turadı. Hawa yamasa suıqlıqtıń qarsılıq kúshin kemeytiw maqsetinde úlken tezlikte qozǵalatuǵın deneler ellips formada islenedi. Sonday formada islengen samolyot hám suw astı kemelerinde qarsılıq kúshiniń kemeyiwiniń esabınan úlken tezlikke erisiledi hám janılgınıń jumsalıwı bir qansha kemeyedi. Aspanda ushıp baratırǵan quslardıń da, suwda jasay-tuǵın kóp haywanlardıń da ellips formasında bolıwınıń sebebi sonda.

Qar hám muzlıqlarda adamlardıń jıǵılıp túspewi ushın, avtomashinalardıń toqtay almay avariyaǵa ushıramawı ushın jollarǵa qum, duz yamasa topıraq sewip, súykeliw kúshi arttırıladı. Biraq konki yamasa shanalarda sırǵanaw ushın olardıń astın tegislep, arnawlı maylar menen maylanadı.

Súykeliw kúshiniń denelerdiń bir-birine tikkeley soqlıǵısıwında payda boladı hám barlıq waqıtta da soqlıǵısqan beti boylap baǵıatlanatuǵınlıǵın eskertip ótemiz. Usınday qásiyeti menen súykeliw kúshi soqlıǵısıw betine tik baǵıtlangan serpimlilik kúshinen ajralıp turadı.

Deneniń súykeliw kúshi tásirindegi qozǵalıwında bul kúsh barlıq waqt qozǵalıw baǵıtınıń vektorına qarama-qarsı baǵıtlangan boladı. Demek, súykeliw kúshi deneniń tezliginiń san mánisin kemeytedi hám denege tek súykeliw kúshi tásir etse, dene áste-aqırın barıp toqtaydı.

Eger júrip baratırǵan avtomobildiń aldınan tosqınlıq shıǵıp qalsa, shofyor dóńgeleklerge motordıń tásirin toqtatıp, tormozdı iske qosatuǵınlıǵı jiyi ushırasatuǵın jaǵdaylardıń biri bolıp tabıladı. Avtomobil tek súykeliw kúshiniń táhiri astında tormozlanıw aralıǵı dep atalatuǵın joldı ótip bolıp, toqtaydı. Esaplawlar bul aralıq baslanǵısh tezliktiń kvadratına tuwrı proporcional, súykeliw kúshine bolsa kerı proporcional ekenligin kórsetti.



Tayanış túsinikler: podshipnik, vkladish, sırgánaw podshipnigi, sharikli hám rolikli podshipnikler.



1. Tábiyatta hám átirapımızda súykeliw kúshi joq dep kóz aldınızğa keltiriń hám pikirlerińizdi aytıp beriń.
2. Qanday zıyanlı súykelislerdi bilesiz?
3. Avtomobilдің dóńgeleginiń qaysı bóliminde súykeliw paydalı, qaysı bóliminde zıyanlı?
4. Ne ushın traktorlar joldı tegisleytuǵın katoklar hám balalardıń arbaları ellips formasında soǵılmadı?

V BAP BOYINSHA JUWMAQLAR

- ◆ Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı: Eki deneniń birin-biri tartıw kúshi olardıń massaları kóbeymesine tuwrı proporcional hám olardıń arasındaǵı aralıq kvadratına kerı proporcional, yaǵnıy:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

- ◆ Salmaq kúshi – denelerdiń Jerge tartılıw kúshi. Onıń formulası:

$$F_{\text{salm}} = mg.$$

- ◆ Deneniń salmaǵı Jerge tartılıwı sebepli deneniń tayanışqa yamasa aspaǵa tásir etetuǵın kúshi. Tınısh halında turǵan deneniń salmaǵı $P = mg$. a tezleniw menen tómenge tik túrde qozǵalatuǵın deneniń salmaǵı: $P = m(g - a)$. $a = g$ da salmaqsızlıq jaǵdayı baqlanadı.
- ◆ Salmaqsızlıq – deneniń tek gravitaciyalıq kúshlerdiń tásirindegi erkin qozǵalıwı.
- ◆ Birinshi kosmoslıq tezlik – Jerdiń tartıw kúshiniń tásirinde deneniń Jerdiń átirapında sheńber boylap qozǵalıwı ushın zárúr bolǵan tezlik. Onıń mánisi $v_1 = 7,9$ km/s.
- ◆ Jerdiń jasalma joldası – adamzat tárepinen dóretilip, keńislikke ushırılǵan hám Jerdiń joldasına aylandırılǵan raketa, kosmoslıq kemeler.
- ◆ Dene basqa bir deneniń betinde erkin qozǵalıwına súykeliw kúshi qarsılıq etedi. Súykeliw kúshi deneniń qozǵalıwına qarama-qarsı baǵıtlanǵan boladı.
- ◆ Denelerdiń súykelisin úsh túrge: tınıshlıqtaǵı súykeliw, sırganap súykeliw hám domalanıp súykeliwge bóliw múmkin.

- ◆ Tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi deneni bir orında uslap turadı hám ornınan qozǵalıwǵa qarsılıq jasadı.
- ◆ Sırǵanap súykeliw deneniń ústinde basqa dene sırǵanaǵanda júzege keledi. Sırǵanap súykeliw kúshi deneniń basım kúshine proporcional boladı: $F_{i(s)} = \mu N$.
- ◆ Dene basqa deneniń ústinde domalasa, domalanıp súykeliw júzege keledi. Domalanıp súykeliw kúshi domalap atırǵan deneniń salmaǵına tuwrı proporcional, radiusına kerı proporcional boladı.

V BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA TAPSÍRMALAR

1. Tómenдегі tájiriýbeni ótkerip kóriń. Paydalanılmaǵan qálemdi alıp, eki kórsetkish barmaqlarınızdıń ústine qoyıń. Bunnan keyin qálemdi gorizontal baǵıtında uslap turıp, barmaqlarınızdı birin ekinshisine qaray áste-aqırın jaqınlastırıń. Bul jaǵdayda qálemniń aldın bir barmaǵınıзда, keyin basqa barmaǵınıзда jılısıp atırǵanlıǵınıń gúwası bolasız. Eger tájiriýbeni uzın tegis aǵash penen tákirarlasańız, bul jaǵdaydıń jáne de kóbirek qaytalǵanlıǵın baqlaysız. Bunday qızıq qubılıstıń sebebi nede?

2. Ne ushın tınısh turǵan vagondı ornınan qozǵaltıw birdey tezlikte qozǵalıwdan qıyın?

3. Teńiz portında eki úlken keme bir-birinen 100 m uzaqlıqta turıptı. Eger hár bir kemeniń massası 1000 t dan bolsa, olar bir-birine qanday kúsh penen tartıadı?

4. Massańızdı, Jerdiń massası menen radiusın bilgen halda ózińizdiń Jerge qanday kúsh penen tartılatuǵınlıǵınızdı esaplań. Ózińiz benen Jerdiń arasındaǵı aralıqtı Jerdiń radiusına teń dep alıń.

5. Jerdiń Quyash átirapında aylanıw tezligin $v = 30$ km/s, Jerdiń orbitasınıń radiusın $R = 1,5 \cdot 10^{11}$ m dep alıp, Quyashtıń massasını esaplap tabıń.

6. Jerdiń betinen ushıp shıqqan kosmoslıq raketanıń tezleniwi 30 m/s² shamasına teń bolıp, ondaǵı ushıwshınıń massası 90 kg bolsa, kabinada onıń salmaǵınıń qansha bolatuǵınlıǵın tabıń.

7. Massası 10 kg deneni vertikal baǵıtta 2 m/s² tezleniw menen kóteri w ushın qansha kúsh kerek boladı?

8. Gorizontal baǵıtında $v = 10$ m/s tezlik penen ılaqtırılǵan deneniń gorizontal baǵıtındaǵı ushıw uzaqlıǵı ılaqtırılıw biyikligine teń. Dene qanday h biyiklikten ılaqtırılǵan?

9. Eger dene gorizont bağıtında tezleniw menen qozğalsa, onıń salmağı ózgere me? Juwabınızdı dálillep beriń.

10. Massası 50 kg bolğan bala shanada joqarıdan sırğanap túsip, gorizont bağıtındağı jolda 20 m aralıqtı 10 s dawamında ótip toqtadı. Súykeliw kúshi hám súykeliw koefficientin tabıń.

11. Ne ushın kúshsiz samal júdá úlken muzdıń bólegi – aysbergiti ornınan qozğalta alıwı múmkin, kúshli boran tek jağadağı kishkene muzdıń bólegin azıraq jılıstıra aladı?

12. Ağıstıń tezligi dáryanıń túbinde kúshli me yamasa betinde me? Juwabınızdı tiykarlap beriń.

13. Gorizont bağıtında turğan aғash taxtanıń betinde aғashdan islengen massası 1 kg kishkene taxa teń ólshewli sırğanap baratır. Bul jağdayda payda bolğan sırğanap súykeliw kúshin tabıń. $\mu = 0,4$ dep alıń.

14. Traktordıń telejkasın 10 kN kúsh penen tartqanda, oğan $0,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw beredi. Tartıw kúshi 30 kN bolğan basqa traktor usı telejkağa qanday tezleniw beredi?

15. Asfalt jolda teń ólshewli qozğalatuğın massası 1200 kg avtomobildıń dóńgelekleriniń birgeliktegi domalanıp súykeliw kúshin tabıń. Dóńgelekleriniń radiusı 30 sm $\mu_d = 0,1$ sm dep alıń.

16. Massası 0,5 kg bolğan brusoktıń ústine 7 kg júk qoyıp, gorizont bağıttağı bette prujina arqalı tartılmaqda. Taxtanıń gorizont bağıtındağı betke súykeliw koefficienti 0,2 ge, prujinanıń qattılıǵı 150 N/m ge teń bolsa, prujina qanshaǵa sozıladı?

17. Gorizont bağıttağı jolda 36 km/saat tezlik penen qozğalatuğın avtomobildi burıw ushın eń kishi doǵanıń radiusın tabıń. Dóńgeleklerdiń jolǵa sırğanap súykeliw koefficienti 0,25 ge teń.

SAQLANÍW NÍZAMLARÍ

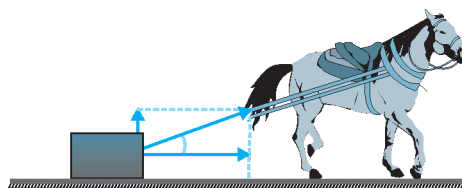
Eger deneye tásir etetuǵın kúshler belgili bolsa, Nyutonnın nızamları mexanikanıń máselelerin sheshiwge múmkinshilik beredi. Biraq kópshilik jaǵdaylarda bul kúshler belgisiz bolǵanı ushın Nyuton nızamların tikkeley qollanıwǵa bolmaydı. Mısalı, eki deneniń soqlıǵısıwında júzege keletuǵın deformaciyalanıw júdá quramalı bolıp, serpimli kúshlerdi esapqa alıwǵa tuwrı keledi. Kúshlerdiń tásir etiw waqtı da júdá qısqa boladı. Nátiyjede baqlanıp atırǵan proceslerde kórinetuǵın kúshlerdiń mánislerin anıqlaw birqansha qıyın. Bunday jaǵdaylarda másele sheshiw ushın Nyutonnın nızamlarınan kelip shıǵatuǵın nátiyjelerden, atap aytqanda, jańa fizikalıq shamalar — *impuls* penen *energiyalardan* paydalanıladı. Belgili bir sharayatlarda shamalar kórilip atırǵan proceslerdiń dawamında turaqlılıǵı, yaǵnıy *saqlanıwı* kóplegen qubılıslardı tallawda qolaylıq, payda etedi. Sonıń ushın *impuls* hám *energiyanıń saqlanıw* qásiyetlerinen paydalanıw quramalı máselelerdi ápiwayı túrge alıp keliwge járdem beredi.

Impuls hám energiyanıń saqlanıw nızamları fizikanıń barlıq bólimlerine tiyisli bolıp, tábiyattıń eń áhmiyetli nızamları bolıp tabıladı.

VI bap. IMPULSTIŇ SAQLANÍW NÍZAMÍ



VII bap. JUMÍS HÁM ENERGIYA. ENERGIYANÍŇ SAQLANÍW NÍZAMÍ

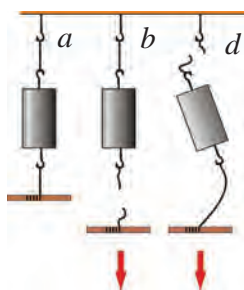




VI bap. IMPULSTIŇ SAQLANIW NIZAMI

36-§. IMPULS

Kúshitiń impulsı

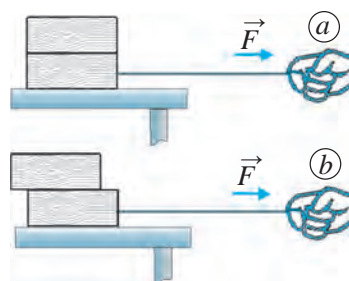


117-súwret. Jipti silkip (*b*) hám áste tartqandaǵı úziliwi

Tınıshlıqta turǵan arbanı belgili bir tezlikte qozǵaltıw ushın oǵan úlken tezlikte ketip baratırǵan basqa arbanıń urılıwı kerek. Yamasa onı áste-aqırın tartıp, azǵantay kúsh tásirinde de kerekli tezlikke erisiw múmkin. Biraq bunıń ushın uzaq waqıt dawamında kúsh tásir etirip turıw kerek. Bul eki usılda arbanı birdey tezlikte qozǵalısqa keledi: birinde qısqa waqıt ishinde úlken kúsh, ekinshisinde uzaq waqıt dawamında az kúshitiń tásirinde. Demek, denelerdiń óz ara tásirinde nátiyje kúshitiń muǵdarınan basqa, tásirlesiwdiń waqtına da baylanıslı eken. Buǵan isenim payda etiw ushın tómendegi tájiriybelerdi ótkerip kóreyik.

1-tájiriybe. Eki birdey jipke eki tárepten baylanǵan deneni 117-*a* súwrette kórsetilgendey etip ildirip qoyayıq. Dáslep jipti tez, yaǵnıy silkip tómenge tartamız (117-*b* súwret). Bunday jaǵdayda deneniń astındaǵı jiptiń úziliwiniń gúwası bolamız. Sebebi silkip tartqanıımızda Nyutonnıń birinshi nızamina sáykes dene óziniń tınıshlıqtaǵı halın saqlawǵa tırısadı hám deneniń ústindegi jipke kúsh tásir etip úlgermeydi. Nátiyjede, deneniń astındaǵı jipke ústindegi jipti salıstırǵanda kóbirek kúsh tásir etip, jip úziledi. Endi deneniń astına baylanǵan jipti tómenge áste-aqırın tartamız. Bul jaǵdayda deneniń joqarısındaǵı jip úziledi (117-*d* súwret). Sebebi, biz tárepten tómenge qaray túsirilgen kúshke deneniń salmaǵı da qosıladı. Deneniń ústindegi jipke astındaǵı jipti salıstırǵanda kóbirek kúsh tásir etedi. Nátiyjede, ústingi jip úziledi.

2-tájiriye. Stoldıń ústine betleri sıypaq eki taxtanı biriniń ústine birin qoyayıq. Tómendegi taxtaǵa jip baylanǵan bolsın (118-súwret). Birinshi (a) jaǵdayda tómenge taxtanı áste-aqırın tartamız. Bunday jaǵdayda eki taxtada stoldıń ústinde birgelikte jılıyadı. Ekinshi (b) jaǵdayda tómendegi taxtanı, silkip tartamız. Bunday jaǵdayda joqarıdaǵı taxta tómendegi taxtaǵa salıstırǵanda keyninde qaladı yamasa tómenge taxtanıń ústinen pútkilley túsip qalıwı da múmkin.



118-súwret. Ústingi taxtanıń áste-aqırın (a) hám silkip (b) tartılǵandaǵı jaǵdayı.

Tájiriyelerden mınaday juwmaq shıǵarıw múmkin: denelerdiń óz ara tásiriniń nátiyjesi tek kúshniń muǵdarına ǵana emes, al onıń qansha waqıt tásir etip turǵanlıǵına da baylanıslı. Sonıń ushın kúsh impulsı degen shama kirgizilgen. Impuls latin tilinde *impulsus* sózinen alınǵan bolıp, *soqqı* degen mánisti bildiredi.



Kúshniń impulsı denegе tásir etip atırǵan kúshniń usı kúsh tásir etken waqıttıń kóbeymesine teń.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t. \quad (1)$$

Xalıq aralıq birlikler sistemasında kúsh impulsı – \vec{I} diń birligi **Nyu-ton • sekund** (N·s). 1 N · s li impuls – bul 1 s dawamında tásir etiwshi 1 N kúshniń impulsı bolıp tabıladı.

Kúshniń impulsı vektorlıq shama bolıp, onıń baǵıtı kúshniń baǵıtı menen birdey boladı.

Deneniń impulsı

Ǵozanı shaǵıw ushın úlken tas penen onı áste ursaq, ol shaǵıladı. Biraq úlken kúsh penen, ǵoza maydalanıp ketedi. Eger tas kishkene bolsa, ǵozanı shaǵıw ushın áste urıw jetkilikli bolmaydı. Bunday jaǵdayda tastı ǵozaǵa tezlik penen urıw kerek boladı.

Demek, qozǵalatuǵın deneniń urılıwı usı deneniń massası menen onıń tezligine baylanıslı eken.

Aǵash taxtaǵa shegeni qaǵıw ushın balǵanı úlken yamasa kishi tezlik penen urıw múmkin. Balǵanı úlken tezlik penen urılıw soqqısı kishi tezlik

penen urıw soqqısınań úlken boladı. Balğa birew, onıń massası ózgermedi, tek onıń tezligi ózgerdi. Demek, tásir etip atırǵan deneniń massası birdey bolǵanda, tezlik qansha úlken bolsa, impuls te sonshama úlken boladı eken.

Endi úlken-kishiligi hár qıylı bolǵan eki balǵanı alıp, birdey tezlik penen urıp kóreyik. Bunday jaǵdayda massası úlken balǵanıń soqqısı da úlken bolıwı anıq. Demek, eki deneniń tezligi birdey bolǵanda qaysı deneniń massası úlken bolsa, sol deneniń impulsı úlken boladı eken.

10 m/s tezlik penen qozǵalatuǵın massası 10 g bolǵan deneniń diywalǵa urılıw soqqısı tap sonday tezlik penen qozǵalatuǵın massası 100 g deneniń urılıw soqqısınań 10 ese kishi boladı.

Mıltıq atılǵanda onıń massası 10 g oǵı 600 m/s tezlik penen qozǵaladı, deyin. Oq bunday tezlik penen juqa taxtanı tesip ótedi. Sebebi, úlken tezlikte qozǵalatuǵın massası 10 g oqtıń urılıw soqqısı 10 m/s tezlikte qozǵalatuǵın sonday massalı deneniń urılıw soqqısınań 60 ese úlken.

Joqarıda keltirilgen mısallardan tómendegi juwmaqlar kelip shıǵadı:



- 1. Birdey tezlikte qozǵalatuǵın denelerdiń biriniń massası qansha úlken bolsa, onıń urılıw soqqısı da sonshama úlken boladı.**
- 2. Qozǵalatuǵın deneniń tezligi qansha úlken bolsa, onıń urılıw soqqısı da sonshama úlken boladı.**

Demek, deneniń qozǵalıwın táriyiplew ushın deneniń massası hám onıń tezligin óz aldına emes, al olardı birgelikte qaraw kerek. Usınday maqsette *deneniń impulsı* degen fizikalıq shama kirgizilgen.



Deneniń massası menen onıń tezliginiń kóbeymesine teń shamanı *deneniń impulsı* (yamasa qozǵalıw muǵdarı) dep ataladı.

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (2)$$

Xalıq aralıq birlikler sistemasında deneniń impulsiniń birliǵi $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$ boladı. $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$ shamasına teń impuls – bul $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ tezlik penen qozǵalatuǵın massası 1 kg bolǵan deneniń impulsı.

Tezlik vektorlıq shama bolǵanlıqtan deneniń impulsı da vektorlıq shama bolıp tabıladı. Onıń baǵıtı tezliktiń baǵıtı menen birdey boladı.

Kúsh impulsı hám deneniń impulsı arasındaǵı qatnas

\vec{v}_0 baslanǵısh tezlik penen qozǵalatuǵın dene t waqıt dawamında basqa dene menen tásirlesiwdiń nátiyjesinde onıń tezligi ózgerip, \vec{v} ǵa teń bolıp qalsın. Bunday jaǵdayda dene teń ólshewli ózgeriwshi qozǵaladı. Deneniń alǵan tezleniwı tómendegishe ańlatıladı:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}. \quad (3)$$

Eger deneniń massası m , basqa dene menen tásirlesiw kúshi F bolsa, onda Nyutonniń ekinshi nızamına baylanıslı tezleniwdiń tómendegi formulası da orınlı boladı:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (4)$$

Tezleniwdiń eki formulasın óz ara teńlestiriw múmkin:

$$\frac{\vec{F}}{m} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad \text{yamasa} \quad \vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0. \quad (5)$$

Bul formulada $\vec{F}t$ – kúshitiń impulsı, $m\vec{v}_0$ – óz ara tásirleskenge, $m\vec{v}$ – óz ara tásirlesiwden keyingi deneniń impulsleri ekenligin esapqa alsaq, formulaniń oń tárepi deneniń impulsiniń ózgerisin kórsetedi:

$$m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{p} - \vec{p}_0 = \Delta\vec{p}. \quad (6)$$

(5)-hám (6)-formulalardan

$$F = \frac{\Delta p}{t} \quad \text{yamasa} \quad \Delta p = F \cdot t \quad (7)$$

formularına iye bolamız.



Waqıt birligi ishindegi deneniń impulsiniń ózgeriwı usı denegge tásir etip atırǵan kúshke teń.

Bunnan tómendegi juwmaq kelip shıǵadı:



Turaqlı kúshitiń tásirinde deneniń impulsı vektorınıń ózgerisi usı kúsh penen onıń tásir etiw waqtınıń kóbeymesine teń.

Deneni qozǵalısqı keltiriw ushın onıń «inerciya»sın jeńiw kerek pe, degen soraw payda boladı. Dene ózine kúsh tásir etkende óziniń qozǵalısqı keltiriliwine qarsılıq qılmaydı. (5)-formulanı baslanǵısh tezliksiz ($v_0 = 0$) jaǵdayında kórip shıǵayıq:

$$\vec{F}t = m \cdot \Delta\vec{v}.$$

Bul formulada waqıt $t = 0$ bolǵanda, tezlik $v = 0$ boladı. Sebebi, hárqanday deneniń massası nolge teń emes. Demek, kúsh tásir etip, deneni qozǵalısqá keltiriw ushın belgili bir waqıt kerek boladı. Deneniń massası qansha úlken bolsa, onı qozǵalısqá keltiriw ushın sonsha kóp waqıt talap etiledi. Sonlıqtan, kúsh deneniń inerciyasın jeńip atırǵanday seziledi.

Deneniń tuwrı sıızıqlı qozǵalısqıda kúsh hám tezlikler baǵıtına sáykes kelgenligi ushın formulanı skalyar kóriniste jazıw múmkin:

$$Ft = mv - mv_0.$$

Demek, deneniń impulsin birdey shamaǵa ózgeritiwdiń eki usılı bar eken: qısqa waqıt dawamında úlken kúsh hám uzaq waqıt dawamında az kúsh tásir ettiriw nátiyjesinde. Bul eki usıldı ámeliyatta kóp ushıratamız. Mısalı, tawdaǵı úlken tastı jarıw ushın qısqa waqıt dawamında úlken kúsh paydalansa, uzaq waqıt dawamında tamıp turǵan suwdiń tamshıları da tastı jemiriwi múmkin. (5)-formula Nyutonniń ekinshi nızamınıń ulıwma kórinisindegi ańlatpası.

Másele sheshiw úlgisi

Tezligi 27 km/saat bolǵan velosiped hám avtomashinanıń impulslerin tabıń. Velosipedtiń massasın 100 kg (shofyorı menen birgelikte), avtomashinanıń massasın 1200 kg dep alıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m_v = 100 \text{ kg};$	$p_v = m_v v_v;$	$p_v = 100 \text{ kg} \cdot 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 750 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}.$
$m_a = 1200 \text{ kg};$		
$v_v = v_a = 27 \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$	$p_a = m_a v_a.$	$p_a = 1200 \text{ kg} \cdot 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

Tabıw kerek:

$$p_v = ? \quad p_a = ?$$

Juwabi: $p_v = 750 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}; \quad p_a = 9\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}.$



Tayanısh túsinikler: impuls, kúsh impulsı, dene impulsı.



1. Kúshniń impulsı menen deneniń impulsine mısallar keltiriń.
2. Denege kúsh tásir etkenlikten dene impulske iye dep aytıw múmkin be?



1. Tayanışqa ildirilgen denegge baylanğan jip tómenge qaray dáslep 2 s dawamında 10 N kúsh penen tartıp turdı. Keyin bolsa tap sonday kúsh penen 0,1 s dawamında silkip tartıldı. Hár eki jaǵday ushın denegge tásir etken kúshstıń impulsin tabıń.
2. Massası 2 kg bolǵan dene 5 m/s tezlikte diywalǵa urıldı hám tezligin tolıq joǵalttı. Deneniń tásir etken kúshstıń impulsin tabıń.
3. Massası 100 g bolǵan sharik gorizontal bette 0,5 m/s tezlik penen ekinshi sharikke urıldı hám 0,2 m/s ta óziniń qozǵalısn dáslepki baǵıtta dawam ettirdi. Urılıw paytında shariktiń impulsı qanshaǵa ózgergen?

37-§. IMPULSTIŃ SAQLANIW NIZAMI

Jabıq sistema

Fizikada tallanıp atırǵan denelerdiń toparına deneler sisteması delinedi. Sistemaǵa kiriwshi deneler arasındaǵı óz ara tásir kúshlerge *ishki kúshler*, sistemadan sırttaǵı deneler menen óz ara tásirlesiwiniń nátiyjesinde júzege keletuǵın kúshlerge bolsa *sırtqı kúshler* delinedi



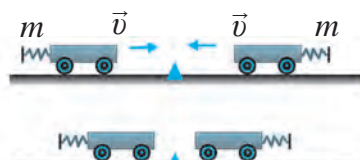
Sistemadaǵı deneler tek bir-biri menen óz ara tásirlesse hám sistemaǵa tásir etetuǵın sırtqı kúshler tásiri óz ara teń salmaqlıqta bolsa, bunday deneler sisteması *jabıq sistema* dep ataydı.

Kosmoslıq kemeni ushırǵanda Jer menen kosmoslıq keme birgelikte jabıq sistema dep qaraladı. Sebebi, Quyash, Ay hám basqa aspan deneleriniń kosmoslıq kemege tásirin esapqa almasa da boladı.

Gorizont baǵıtta jaylasqan bette birneshe sharik bir-biri menen soqlıǵısıp, tásirlesetuǵın bolsın. Eger shariklerdiń betke súykelisi esapqa alınbaytuǵın dárejede kishi bolsa, bul sharikli betti jabıq sistema dep qaraw múmkin.

Massa hám tezlikleri birdey bolǵan denelerdiń soqlıǵısıwı

1-tájiriye. Bir tárepine prujinalı bufer bekkemlengen birdey m massalı eki arbanı gorizont baǵıtında jatqan relske 119-súwret-tegidey etip qoyamız. Arbalarda tásir etiwshi salmaq kúshi hám relstıń reakciya kúshi óz ara teń salmaqlıqta boladı. Sonıń ushın kórilip atırǵan deneler sistemasın jabıq sistema dep esaplaw múmkin.

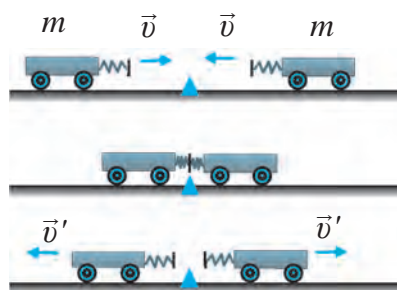


119-súwret. Hárbir arba impulsleriniń nolge teńlesiwı.

Arbalar soqlıǵısqanda toqtap qalıwı ushın olardıń birewine plastilin jabıstırılǵan. Arbaldı birdey v tezlik penen qozǵaltsaq, birinshi arbanıń impulsı mv ǵa teń. Ekinshi arbanıń tezligi birinshi arbanıń tezligine teń. Biraq qarama-qarsı baǵıtlanǵanlıǵı ushın ekinshi arbanıń impulsı $-mv$ ǵa teń boladı. Bunday jaǵdayda eki arbanıń impulsleriniń qosındısı:

$$mv + (-mv) = mv - mv = 0$$

teń boladı. Arbalar soqlıǵısqanda plastilin arqalı olar bir-birine jabısıp qaladı hám toqtaydı. Tezlik $v = 0$ bolǵanı ushın hár bir arbanıń impulsı nolge teń boladı.



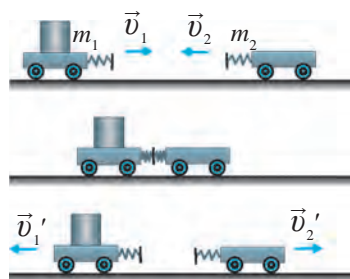
120-súwret. Soqlıǵısqıwdan keyin arbalar impulsleri qosındısınıń nolge teńlesiwı.

2-tájiriybe. Endi arbaldardıń prujinalı buferleri 120-súwrettegidey bir-birine qarap tursın. Eki arbaǵa úlkenligi birdey, biraq baǵıtları qarama-qarsı bolǵan v tezligin beremiz. Birinshi tájiriybedegidey sıyaqlı bul jaǵdayda da arbaldardıń soqlıǵıspastan dáslepki impulsleriniń qosındısı nolge teń. Biraq arbalar soqlıǵısqannan keyin hár biriniń impulsı nolge teń bolmaydı. Sebebi, olar soqlıǵısqannan keyin birdey v' tezlik penen bir-birinen uzaqlasa baslaydı. Olardıń impulsleriniń qosındısı:

$$m(-v') + mv' = -mv' + mv' = 0$$

boladı. Demek, 1-tájiriybedegi sıyaqlı arbalar soqlıǵıspastan burın da, soqlıǵısqannan keyin de olardıń impulsleriniń qosındısı nolge teń.

Massa hám tezlikleri hár qıylı denelerdiń impulsı



121-súwret. Massası hár qıylı arbaldardıń soqlıǵısqıwı.

3-tájiriybe. Arbaldardıń massaları hár qıylı – m_1 hám m_2 bolsın. Olardı relske 121-súwrettegidey etip ornalastırıp, birinshisine v_1 , ekinshisine qarama-qarsı baǵıtta v_2 tezligin beremiz. Arbalar soqlıǵısqannan keyin sáykes túrde v_1' hám v_2' tezlikler menen keyinge qayta baslaydı. Nátiyjede, hár bir arbaǵa tásir etiwshi kúshler bir-birine teń, biraq qarama-qarsı táreplerge baǵıtlanǵan boladı. Sonıń ushın ekinshi arba ushın kúsh keri belgi menen alınıwı kerek. Eki arbanıń impulsleriniń qalay ózgeriwın esaplayıq.

Birinshi arbanıń impulsiniń ózgerisi:

$$\vec{F}t = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1.$$

Ekinshi arbanıń impulsiniń ózgerisi:

$$-\vec{F}t = m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2.$$

Teńliklerdi aǵzama-aǵza qosamız:

$$0 = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2$$

yamasa
$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'. \quad (1)$$

Bul teńliktiń shep tárepi arbalardıń soqlıǵısıwdan aldınıǵı, oń tárepi bolsa soqlıǵısıwdan keyingi impulslerdiń qosındısın ańlatadı. Demek, arbalar bir-biri menen soqlıǵısqanda olardıń impulsleriniń qosındısı waqıttıń ótiwi dawamında ózgermey qaladı, yaǵnıy impulsardıń qosındısı saqlanadı.

Impulstıń saqlanıw nızamınıń ańqlaması

Jabıq sistemada eki deneniń óz ara tásirlesiwiniń nátiyjesinde olardıń impulsleriniń saqlanıwın joqarıda kórdik. Eger jabıq sistemada deneler kóp bolsa da, óz ara tásirlesiwshi denelerdiń impulsleriniń qosındısı ózgermeydi, yaǵnıy saqlanadı:

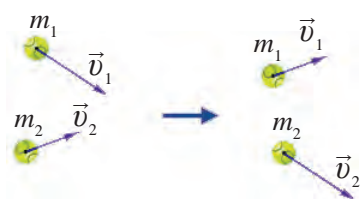
$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = const. \quad (2)$$

Ulıwma jaǵdayda impulstıń saqlanıw nızamı tómendegishe ańlatıladı:



Jabıq sistemada denelerdiń impulsleriniń vektorlıq qosındısı denelerdiń óz ara tásirlesiw hám waqıttıń ótiwine qaramastan ózgermeydi.

Bul nızamınıń sistemaǵa sırtqı kúshler tásir etpegen jaǵdaylarda ǵana orınlı ekenligin esletip ótemiz. Impulstıń saqlanıw nızamı fizikanıń tiykarǵı nızamlarınıń biri. Bul nızam tek makroskopiyalıq denelerdiń óz ara táseri ushın emes, al mikroskopiyalıq molekula, atomlar, elementar bólekshelerdiń óz ara táseri ushın da orınlı. Mısalı, toptan snaryad atılǵanda, toptıń óziniń keyinge qaray «soqqı» alatuǵınlıǵın kinofilmlerde kóp kórgenbiz. (122-súwret). Eger



122-súwret. Soqlıǵısqan bóleksheleardıń impulsı.

jabıq sistema bir deneden ibarat bolsa, yaǵnıy denegge tásir etiwshi kúsh bolmasa, deneniń impulsı ózgermeydi. Bul bolsa inerciya nızamın, yaǵnıy deneniń tezliginiń turaqlılıǵın bildiredi.

Bir-biri menen tásirlesetuǵın denelerdiń mexanikasın biliw, olardıń soqlıǵısqannan keyingi qozǵalıslarınıń qalay bolıwın biliw bolıp tabıladı. Nátiyjeli tezliktiń shaması soqlıǵısqardıń serpimli yamasa serpimli emes ekenligi menen baylanıslı. Serpimli emes soqlıǵısqandıan keyin eki dene de birgelikte qozǵalıp, birdey v tezlik aladı. Sonlıqtan soqlıǵısqandıan keyingi deneler sistemasınıń impulsı tómendegishe jazıladı:

$$(m_1 + m_2) v.$$

Impulstıń saqlanıw nızamına tiykarlanıp soqlıǵısqardıń shekemgi hám soqlıǵısqandıan keyingi impulslerdi bir-biri menen teńlestiremiz:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v. \quad (3)$$

(3)-formuladan v nı tabamız:

$$v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}. \quad (4)$$

Eger v_1 tezliginiń baǵıtın oń baǵıt dep alsaq, v tezliginiń aldındaǵı oń belgi denelerdiń soqlıǵısqandıan keyingi v_1 baǵıtında, al teris belgi bolsa olardıń qarama-qarsı baǵıtında qozǵalatuǵınlıǵın bildiredi.

Mısalı, massası 3 kg hám tezligi 8 m/s bolǵan dene massası 2 kg hám tezligi 10 m/s bolǵan ekinshi denegge serpimli emes urılsa, olardıń hár biri tómendegi tezlikke iye boladı:

$$v = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 10}{3 + 2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Serpimli soqlıǵısqandıan deneler bir-birine qanday tezlik penen jaqınlasqan bolsa, soqlıǵısqandıan soń olar sonday tezlikte uzaqlasadı. Soqlıǵısqandıan aldında denelerdiń bir-birine jaqınlasıw tezligi $v_2 - v_1$ shamasına teń. Soqlıǵısqannan keyin denelerdiń bir-birinen uzaqlasıw tezligi bolsa $v_2' - v_1'$. Serpimli soqlıǵısqandıan bul ayırmalardıń shamaları bir-birine teń: $v_2 - v_1 = v_2' - v_1'$.

Biz denelerdiń soqlıǵısqanıwınıń eki shegaralıq jaǵdayın, yaǵnıy pútkilley serpimli hám pútkilley serpimli emes soqlıǵısqandıardı kórip shıqtıq. Tábiyatta kópshilik jaǵdayda tolıq serpimli emes soqlıǵısqandılar, yaǵnıy soqlıǵısqandıardan keyin deneler óziniń jaǵdayın tolıq tikley almaytuǵın jaǵdaylar ushırasa-

dı. Impulstín saqlanıw nızamınıń orınlanıwı texnikada keńnen qollanıladı. Mısalı, reaktiv qozǵalısta bul nızamınıń qollanıwı ayqın kórinedi. Raketalardıń kosmosqa ushıwın rejelestirgende janılıǵınıń jımsalıwın esapqa alıwda impulstín saqlanıw nızamınan paydalanıladı.

Xalıqtıń seyillerinde ájayıp tamasha kórsetiledi. Jerde jatqan palwannıń ústine temirdiń úlken bólegi qoyıladı hám bul temirge balǵa menen urıladı. Tamashagóyler palwannıń soqqıǵa qalay shıdaǵanına hayran qaladı. Tiykarında (4)-formulaǵa muwapıq temir bóleginiń massası balǵanıń massasınan neshese eke úlken bolsa, temir bólegi alǵan tezlik balǵanıń tezliginen sonsha esekishi boladı. Sonlıqtan, úlken, biraq palwandı jenship taslamaytuǵın temirdiń bólegi tańlap alınadı.

Másele sheshiwdiń úlgisi

Massası 50 t bolǵan temirjol wagonı 8 km/saat tezlik penen massası 30 t bolǵan tınısh turǵan wagonǵa kelip tirkeldi. Vagonlardıń tirkelgennen keyingi tezligin tabıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m_1 = 50 \text{ t};$ $m_2 = 30 \text{ t};$ $v_1 = 8 \text{ km/saat};$ $v_2 = 0. v_1' = v_2'.$	$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'.$ $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_1'.$ $v_1' = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}.$	$v_1' = \frac{50 \cdot 8}{50 + 30} \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 5 \frac{\text{km}}{\text{saat}}.$
<hr style="width: 100%;"/> <i>Tabıw kerek:</i> $v_1' = v_2' = ?$		<i>Juwapı:</i> $v_1' = v_2' = 5 \frac{\text{km}}{\text{saat}}$



Tayanısh túsinipler: jabıq sistema, impulstín saqlanıw nızamı.



1. Jabıq sistemaǵa anıqlama beriń hám onı mısallar menen túsindir.ń.
2. Tuwrı sıziq boılap qarama-qarsı baǵıtta qozǵalatuǵın massaları hám tezlikleri birdey bolǵan denelerdiń soqlıǵısıwınan aldınǵı impulslerdiń qosındısı nege teń boladı?
3. 2-sorawda keltirilgen denelerdiń soqlıǵısıwdan keyingi impulsleriniń qosındısı nege teń boladı?



1. 2 m/s tezlik penen kiyatırǵan massası 30 t temirjol wagonı tınısh turǵan wagonǵa tirkeldi. Tirkelgen wagonlar 1 m/s tezlik penen qozǵala basladı. Ekinshi wagonnıń massasın tabıń.
2. 6 m/s tezlik penen juwırıp baratırǵan massası 50 kg bolǵan bala 2 m/s tezlik penen qozǵalatuǵın massası 30 kg bolǵan arbanı quwıp jetti hám onıń ústine shıǵıp aldı. Arbanıń bala menen birgeliktegi tezligi qanday?

3. 3-tájiriybede keltirilgen arbalardıń massaları sáykes túrde 1 kg hám 0,5 kg, soqlıǵıswǵa shekemgi tezlikleri bolsa 2 m/s hám 3 m/s bolıp, soqlıǵısqannan keyin birinshi arba 1,5 m/s tezlikke iye bolǵan bolsa, ekinshi arba qanday tezlik penen qozǵala baslaydı?

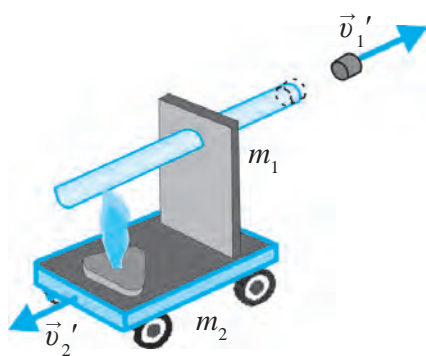
38-§. REAKTIV QOZǴALÍS

Reaktiv qozǵalıw haqqında túsinik

Úplep úlkeytilgen hawa sharınıń awızın baylamastan bosatıp jibersek, shardıń ájayıp traektoriya boyınsha ushıp ketetuǵınlıǵın kóp baqlaǵanbız. Bunday jaǵdayda impulstıń saqlanıw nızamı orınlanıp, hawa úlken tezlikte shardıń awzınan bir tárepke, shardıń ózi bolsa qarama-qarsı tárepke qaray qozǵaladı. Usınday jollar menen júzege keltirilgen qubılıs reaktiv qozǵalısqa mısal bola aladı.



Jabıq sistemaniń bir bólimi qanday da bir tezlik penen qozǵalsa, sistemaniń qalǵan bólimi oǵan qarama-qarsı baǵıtta qozǵaladı. Júzege kelgen bunday qozǵalıstı *reaktiv qozǵalıw* dep ataydı.



123-súwret Tıǵınıń qozǵalıwına qarama-qarsı baǵıtta payda bolatuǵın reaktiv qozǵalıw.

Reaktiv qozǵalıstı kóz aldımızǵa elesletiw ushın tómendegidey tájiriybeni ótkizeyik. Probirkanıń yarımına shekem suw quyıp, awzın tıǵın menen jabayıq hám 123-súwrettegidey etip arbaǵa ornalastırayıq. Qurǵaq janılǵınıń jalınında probirkadaǵı suwdı qızdırayıq. Suwdıń qaynaw dárejeseine jaqınlasqanda tıǵın úlken tezlik penen atıladı, arba bolsa tıǵınıń qozǵalıw baǵıtına qarama-qarsı baǵıtqa qaray qozǵaladı. Bul jaǵdayda tıǵındı probirkadan atıp shıǵarıwshı puwdıń basım kúshine iye qarama-qarsı baǵıtlanǵan reaktiv kúsh payda boladı. Reaktiv kúshiniń tásirinde arba tıǵınıń qozǵalıwına qarama-qarsı baǵıtta qozǵaladı.

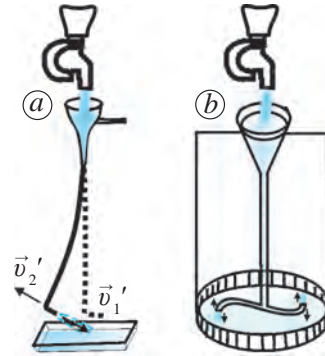
Mısalı, tıǵınıń massası $m_1 = 10$ g, arbanıń massası (qurǵaq janılǵı hám probirka penen birgeliktegi) $m_2 = 500$ g, tıǵın menen arbanıń tıǵın atılmastan burınǵı tezlikleri $v_1 = v_2 = 0$, tıǵınıń atılıw tezligi $v_1' = 10$ m/s qa teń deyik. Impulstıń saqlanıw nızamınan paydalanıp, tıǵın atılǵanda arbanıń alǵan v_2' reaktiv tezligin esaplaymız.

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ teńliginde $v_1 = v_2 = 0$ bolǵanlıǵı ushın shep tárepi nolge teń boladı: $0 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$. Bunnan $v_2' = -m_1 v_1'/m_2$ yamasa $v_2' = -0,2$ m/s boladı.

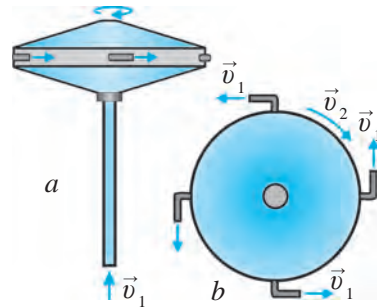
Reaktiv qozǵalıstı túsiniń alıw ushın jáne bir tájiriye ótkizemiz. 124-a súwrette súwretlengen tájiriyede suw v_1 tezlik penen bir tárepke atılıp tursa, naydıń ózi qarama-qarsı tárepke qaray v_2 reaktiv tezlik penen qozǵaladı. 124-b súwrettegi tájiriyede búgilgen shiyshe naydıń eki ushınan suw atılıp turadı. Bunda suwdıń qozǵalıstına qarama-qarsı baǵıtta júzege kelgen reaktiv qozǵalıstıń esabınan shiyshe nay aylanadı. Bul sistemanı Segner párrikleri dep ataydı.

Hawanıń járdeminde de reaktiv qozǵalıstı payda etiw múmkin. 125-súwrette usınday dúzilistıń tiykarǵı bólegi súwretlengen. Bul jaǵdayda erkin aylanıwshı disk qozǵalmaytuǵın nayǵa podshipnik arqalı ornalastırılǵan. Qısılǵan hawa nay arqalı disktiń ishine kiredi. Basım astındaǵı hawa disktiń shetlerine ornalastırılǵan tórt nay arqalı urınba baǵıtında sırtqa atılıp shıǵadı. Bul jaǵday bolsa diskti qarama-qarsı baǵıtta aylandırıwshı reaktiv qozǵalıstı payda etedi.

Dúzilistıń járdemshi bólimi sıpatında qısılǵan hawanı payda etiwshı ventillyatordan paydalanıw múmkin. Shlanganıń járdeminde ventillyatordan úlken basımǵa iye hawa jiberilgen. Bunday jaǵdayda reaktiv qozǵalıstıń saldarınan disk úlken tezlik penen aylanadı. Járdemshi bólimniń ornına úplengen hawa sharınan paydalanamız



124-súwret. Suwdıń aǵımına qarama-qarsı baǵıtta payda bolatuǵın reaktiv qozǵalıstı.



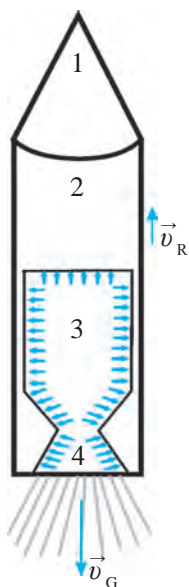
125-súwret. Hawanıń járdeminde reaktiv qozǵalıstı payda etiw ushın arnalǵan dúzilis: a) qaptaldan kórinisi, b) joqarıdan kórinisi.

Raketanıń dúzilisi hám qozǵalıstı

Sońǵı 50-60 jil ishinde keńislikke kóplep kosmoslıq kemeler, Jerdiń jasalma joldasları ushırıldı. Olardı Jerden orbitaǵa raketalar alıp shıǵadı.



Reaktiv kúshtiń tásirinde qozǵalatuǵın kosmoslıq ushıw sistemaları raketa dep ataladı.



126-súwret.
Raketanıń dúzilisi.

Raketanıń qozǵalısqı reaktiv qozǵalısqı tiykarlanǵan. Onıń dúzilisi sxema túrinde 126-súwrette súwretlengen. Raketa, tiykarınan tórt bólimnen ibarat. 1-bólimde Jer átirapındaǵı orbitaǵa shıǵarılatuǵın kosmoslıq keme yamasa jasalma joldas jaylasqan. Raketanıń 2-bólimin janıǵı hám raketanı Jerden ushırıw úskeneleri payda etedi. 3-bólimde janıǵınıń janıw kamerası jaylasqan bolıp, bul orında janıǵınıń janıwınıń nátiyjesinde joqarı temperatura hám joqarı basımlı gaz jıynaladı. Bunday gaz reaktiv soplo (4-bólim) arqalı júdá úlken v_G tezlikte sırtqa shıǵarıladı. Janıw kamerasına salıstırǵanda kishi ólshemli soplo arqalı shıǵatuǵın úlken basımlı gazdıń aǵımı júdá úlken tezlikke erisedi. Nátiyjede impulstıń saqlanıw nızamına sáykes gazdıń aǵımınıń baǵıtına qarama-qarsı baǵıtta reaktiv kúsh júzege keledi. Bunday kúshtiń tásirinde raketa qozǵalısqı keledi hám v_R reaktiv tezlik aladı (127-súwret).

Raketanıń soplosınan shıǵıp atırǵan gazdıń massası m_G , tezligi v_G , hám raketanıń massası m_R , alǵan reaktiv tezligi v_R bolsın. Impulstıń saqlanıw nızamın qollanıp tómende keltirilgen teńlikti jazıw múmkin:

$$m_G \vec{v}_G + m_R \vec{v}_R = 0 \quad \text{yamasa} \quad \vec{v}_R = - \frac{m_G \vec{v}_G}{m_R}.$$



127-súwret.
Raketanıń kóteriliwi.

Bul formuladan raketanıń massası qansha kishi bolsa, onıń reaktiv tezliginiń sonsha úlken bolatuǵınlıǵı kórinip tur. Haqıyqatında da, raketa massasınıń úlken bólimi janıǵınıń massasına tuwrı keledi. Janıǵınıń janıw processinde onıń muǵdarı hám raketanıń massası kemeyip baradı. Bul bolsa raketa tezliginiń joqarılawına alıp keledi. Raketa belgilengen biyiklikke shıqqansha onıń janıǵıdan bosaqan bólimleri izbe-iz ajıralıp, hawada janıp ketedi. Raketanıń kishi bólimi – kosmoslıq keme (Jerdiń jasalma joldası) ushıwın dawam ettiredi. Impulstıń saqlanıw nızamında payda bolatuǵın reaktiv qozǵalısqı kosmonavtikanıń tiykarı esaplanadı. Kosmoslıq raketalar hám kemelerdiń dóretiliwine alımlardan K. E. Ciolkovskiy (1852-1935), S. P. Korolyov (1906-1966), M. V. Keldish (1911-1978), V. Braun (1912-1976), G. Obert (1894-1989) h.t.b. úlken úles qostı. Házirgi waqıtları kosmonavtika tarawı joqarı dárejede rawajlanbaqta.

**Tayanış túsinipler:** reaktiv qozǵalı, raketa, kosmonavtika.

1. Reaktiv qozǵalı dep nege ayıldı? Impulstín saqlanıw nızamı tiykarında reaktiv qozǵalı túsindirip beriń.
2. 123-124 súwretlerde keltirilgen tájiriybelerdi túsindirip beriń.
3. Raketanıń dúzilisin aytp beriń.
4. Raketanıń qalay qozǵalısqa keliwin túsindirip beriń

VI BAPQA TIYISLI QOSIMSHA SHINIǴIWLAR

1. Ne ushın qolımızdaǵı gerbishti balǵa menen ursaq, qolımız qattı awırmaydı?
2. Ashıq kosmostaǵı kosmonavt raketaǵa basqalardıń járdemisiz qayıp kiriwi ushın qalayınsha qozǵalıwı kerek?
3. Jaǵada turıp qayıqtı túrtsek, ol jılıydı. Ne ushın qayıqta turıp onı túrtsek, ol qozǵalmaydı?
4. Denege bekitilgen jip 0,05 s dawamında 20 N kúsh penen silkip tartılǵanda dene ornınan qozǵalmadı. Bunnan keyin jip tap sonday kúsh penen 2 s dawamında tartıp turılǵanda, dene ornınan qozǵaldı. Usı eki jaǵday ushın kúshniń impulsin tabıń hám olardı salıstırıń.
5. Massası 20 g tas 15 m/s tezlik penen kelip urılsa, terezeniń aynası sınıbaydı. Biraq 100 g lı tas tap sonday tezlik penen urılǵanda ayna sınıadı. 20 g lı tas 60 m/s tezlik penen urılǵan jaǵdayda da ayna sınıadı. Usı úsh jaǵday ushın deneniń impulslerin esaplań hám olardı salıstırıń. Ne ushın birinshi jaǵdayda ayna sınıbaydı?
6. Massası 100 g lı tas 5 m/s tezlik penen gorizont baǵıtında ılaqtırıldı. ılaqtırıw waqtında tástiń impulsini qansha bolǵan?
7. Massaları 1200 kg nan bolǵan eki avtomobil jolda qarama-qarsı baǵıtta kelip, bir-biri menen soqlıǵıstı. Eger olardıń tezlikleri sáykes 90 km/saat hám 120 km/saat bolsa, olar bir-birine qanday shamadaǵı impulsler menen soqlıǵısqan? Eger usı avtomobillerdiń tezlikleri sáykes 36 km/saat hám 54 km/saat bolǵanda soqlıǵısqan paytında impulsleri qanday bolǵan bolar edi? Qaysı jaǵdayda soqlıǵısqan aqıbeti úlken? Ne ushın?

8. Gorizont bağıtında jaylasqan bette massası 400 g bolğan sharik 1 m/s tezlikte ekinshi sharik penen soqlıǵıstı. Bunnan keyin birinshi sharik 0,4 m/s tezlik penen óziniń qozǵalıstın dawam ettirdi. Urılıw waqtında birinshi shariktiń impulsı qansha shamaǵa ózgergen?
9. 3 m/s tezlik penen kiyatırǵan massası 60 t bolğan temirjol wagonı tınısh turǵan 40 t lı wagonǵa tirkeldi. Tirkelgennen soń wagonlar qanday tezlik penen qozǵalǵan?
10. 4 m/s tezlik penen juwırıp ketip baratırǵan massası 40 kg bolğan bala 1 m/s tezlik penen qozǵalatuǵın 20 kg massaǵa iye arbanı quwıp jetip, onıń ústine minip aldı. Arbanıń bala menen birgeliktegi tezligi qanday?
11. Qozǵalıstaǵı arbanıń ústindegi qumǵa bir bólek dene kelip tústi. Qanday jaǵdayda arba óziniń qozǵalıstınıń baǵıtın saqlaǵan halda tezligin kemeytedi? Toqtaydı? Keyin qaray qozǵaladı?
12. Massası 70 kg bolğan adam massası 280 kg bolğan qayıqtıń bir ushınan ekinshi ushına 5 m jol júrdi. Bul jaǵdayda qayıq suwǵa salıstırǵanda neshe metr aralıqqa jılısadı?
13. Massası 100 g bolğan shar gorizont baǵıtındaǵı bette 0,5 m/s tezlikte kelip ekinshi shargǵa urıldı hám 0,2 m/s tezlikte óziniń qozǵalıstın dáslepki baǵıtta dawam ettirdi. Urılıw paytında shardıń impulsı qanshaǵa ózgergen?

ÓTILGEN TEMALAR BOYÍNSHA TEST SORAWLARÍ

1. Súykelis kúshlerin kemeytiw ushın texnikada qanday ilájlar kóriledi?
A) tazalaw; B) juwıw;
C) súykew; D) maylaw.
2. Qozǵalıp baratırǵan poyezddiń wagonında otırǵan adam nelerge salıstırǵanda tınıshlıqta boladı?
A) wagonǵa salıstırǵanda; B) wagonǵa hám jerge salıstırǵanda;
C) jerge salıstırǵanda; D) relske salıstırǵanda.

3. Salmaq kúshi 550 N bolǵan deneniń massası neshe kilogramǵa teń?

- A) 55 kg; B) 550 kg;
C) 5,5 kg; D) 65 kg.

4. Teń ólshewli tezleniw menen qozǵalatuǵın «Neksiya» avtomobili 20 s dawamında tezligin 36 km/saattan 72 km/saatqa jetkerdi. «Neksiya» avtomobiliniń tezleniwin tabıń (m/s^2):

- A) 18; B) 0,4;
C) 20; D) 0,5.

5. $0,4 m/s^2$ tezleniw menen teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń belgili waqıttaǵı tezligi 9 m/s shamasına teń. Deneniń usı waqıttan 10 s aldınıǵı payıttaǵı tezligi qansha bolǵan (m/s)?

- A) 0,4; B) 5;
C) 4; D) 10.

6. 5 kilonyuton (kN) neshe Nyutonga teń?

- A) 5000; B) 0,05;
C) 500; D) 0,5.

7. Temirjolda turǵan vagon 4 kN kúsh penen tartılǵanda, ol $0,2 m/s^2$ tezleniw menen qozǵala basladı. Vagonniń massasın tabıń:

- A) 20 t; B) 4 t;
C) 0,2 t; D) 0,4 t.

8. Ne sebepten muzlaǵan tratuarǵa hám jollarǵa qum sebiledi?

- A) muzdıń eriwini tezlestiriw ushın;
B) súykelisti kóbeytiw ushın;
C) ayaq kiyimniń ultanınıń kemirek jeliniwi ushın;
D) tratuarǵa hám jolǵa mozaika sıziw ushın.

9. Richaglı tárezide deneniń qaysı parametri ólshenedi?

- A) massası; B) kólemi;
C) salmaǵı; D) uzınlıǵı.

QOSÍMSHA SORAWLAR

1. Eki birdey qayıqtıń birinde otırǵan bala ekinshi qayıqtı arqan menen tartsa, qayıqtıń ekewi de birdey bolıp jılısa ma? Eger juwap teris bolsa, onda qayıqtıń qaysısı kóbirek jılısadı?

2. Aspanda tırnalar toparı ushıp baratır. Olardıń bir-birine salıstırǵandaǵı qozǵalısqı haqqında ne dep aytıw múmkin?

3. Ne ushın orın awıstırıw basıp ótilgen aralıqqa teń yamasa onnan kishi bolıwı múmkin, biraq úlken bola almaydı?

4. Poyezddıń aynasınan qaraǵanda, sırttaǵı terekler, úyler aynanıń qasınan ótip turadı. Bul jaǵdayda aynaǵa jaqın predmetlerdiń tezligi, aynadan alıstaǵı predmetlerdiń tezliginen úlken boladı? Ne sebepten?

5. Avtomobildıń aynasınan baqlap baratırǵan adamǵa basqa avtomobildıń dóńgelekleriniń qozǵalısqı qanday bolıp kórinedi?

6. Avtomobildıń oń hám shep táreptegi dóńgelekleri burılıwda birdey jollardı basıp óte me?

7. Jerde 5,6 m uzınlıqqa sekiretuǵın adam Ay yamasa Marsta neshe metr uzaqlıqqa sekiriwi múmkin? Eger Jerdiń massası Quyashtıń massasınday bolsa, bul uzınlıq ózgere me?

8. Velosipedshi burılıp atırǵanda ne ushın burılıp atırǵan tárepke qaray awadı?

9. Normal atmosfera basımı barlıq qalalarda birdey me? Birdey bolmasa, onıń sebebi nede?

10. Jerdiń orbitası boylap qozǵalatuǵın kosmoslıq kemeniń ishinde shırpını jaǵıw múmkin be?

11. Paydalanılıp atırǵan jarǵı qanday maqsette maylap turıladı?

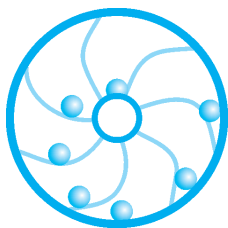
12. Ne ushın muzdıń ústinde tayıp ketkenimizde arqaǵa jıǵılamız?

13. Parashyutlı adam parashyutsız adamǵa salıstırǵanda jerge ásten túse-di. Ne ushın?

14. Mayatnikli, qumlı hám prujinalı saatlar Ayda isletilse, Jerdegidey bolıp isley me? Ne ushın?

15. Ótmishte elimizde «Qoqand arbası» dep atalatuǵın belgili arbalar soǵılǵan. Olardıń dóńgeleklerin attıń boyınan da biyik etip soqqan. Onıń sebebi nede?

16. Ádette, atqa jegetuǵın arbanıń artqı dóńgelegi aldınǵı dóńgelekke salıstırǵanda úlkenirek etip soǵıladı. Ne ushın?

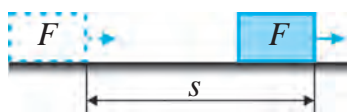


VII bap. JUMÍS HÁM ENERGIYA. ENERGIYANIŇ SAQLANIŪ NÍZAMI

Tábiyatta mexanikalıq, jıllılıq, elektr, jaqtılıq, yadrolıq, ximiyalıq hám basqa da túrdegi energiyalar bar. Bul energiyalardıń bir-birine aylanıwı orın aladı. Mısalı, mexanikalıq energiya jıllılıq energiyasına, elektr energiyası mexanikalıq energiyaǵa aylanıwı múmkin. Bunda túri boyınsha bir-birinen ayırmaǵa iye bolsa da, muǵdarı jaǵınan saqlanadı, yaǵnıy energiya bardan joq bolmaydı joqtan bar bolmaydı. Sol sebepli tábiyattaǵı hár qıylı qubılıslar hám procesler energiya arqalı baylanısqa. Bul bapta deneniń mexanikalıq qozǵalıstıǵı orınlangan jumıs, kinetikalıq hám potencial energiya, bul energiyalar bir-birine aylanıwın, tolıq mexanikalıq energiyaniń saqlanıwın hám quwattı úyrenemiz.

39-§. MEXANIKALÍQ JUMÍS

Mexanikalıq jumıs hám onıń birlikleri



128-súwret. F kúshiniń tásirinde deneniń s aralıǵına orın awıstırıwı.

Kúndelikli turmısımızda jumıs degende jumısshı, injener, alımnıń paydalı miynetin túsinemiz. Biraq alımnıń qanday muǵdarda jumıs islegenin ólshewge bolmaydı. Sonıń ushın fizikada tek ólshewge bolatuǵın shama mexanikalıq jumıs úyreniledi. Arba oǵan jegilgen attıń tartıw kúshiniń tásirinde belgili aralıqqa júredi.

Awızı tıǵın menen bekitilgen suwlı shiyshe ıdıstı qızdırganda onıń ishindegi basımnıń joqarılawı nátiyjesinde tıǵın atılıp shıǵıp, belgili bir aralıqqa barıp túsedı, yaǵnıy mexanikalıq jumıs orınlanadı.

Kúshtiń tásirinde deneniń tezligi kemeygen jaǵdaylarda (mısalı, súykelis kúshi) da jumıs orınlanadı. Eger bar kúshimiz benen shkaftı jılıstırıwǵa tırısqaq, biraq shkaf qozǵalısqı kelmese, heshqanday mexanikalıq jumıs orınlanbaydı. Dene óziniń inerciyası menen turaqlı tezlik penen qozǵalıstı

bolsa hám oǵan sırttan kúsh tásir etpeytuǵın bolsa, ol heshqanday mexanikalıq jumıstı orınlamaydı.

Demek, mexanikalıq jumıstıń orınlanıwı ushın denege kúshtıń tásir etiwi hám bul kúshtıń tásirinde deneniń belgili aralıqqa orın awıstırıwı kerek. Mısalı, tegis bette turǵan denege F kúshi tásir etkende, ol usı kúshtıń baǵıtında tuwrı sızıqlı traektoriya boyınsha s aralıqqa orın awıstırsın. Bunday jaǵdayda A mexanikalıq jumıs orınlanadı (128-súwret):

$$A = F \cdot s. \quad (1)$$



Mexanikalıq jumıs kúsh penen usı kúshtıń tásirinde deneniń basıp ótken jolınıń kóbeymesine teń.

Denege qansha úlken kúsh tásir etse hám bul kúshtıń tásirinde dene qansha úlken aralıqtı basıp ótse, orınlangan jumıstıń mánisi de sonsha kóp boladı.

Mexanikalıq jumıstıń shaması túsirilgen kúshke hám basıp ótilgen jolǵa tuwrı proporcional.

Xalıq aralıq birlikler sistemasında jumıstıń birliǵı – Djoul (Dj). Bul birliktiń ataması inglis fizigi **Djeyms Djouldıń** húrmetine qoyılǵan.



1 Dj shamasındaǵı jumıs 1 N kúsh tásirinde deneni 1 m aralıqqa orın awıstırǵanda orınlangan jumısqa teń.

Ámelde jumıstıń basqa birlikleri – kilodjoul (kDj), megadjoul (MDj), millidjoul (mDj) da qollanıladı. Jumıstıń bul birlikleri menen tiykarǵı birliǵı arasında tómendegidey qatnaslar orın aladı:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kDj} &= 10^3 \text{ Dj}; \\ 1 \text{ MDj} &= 10^6 \text{ Dj}; \\ 1 \text{ mDj} &= 10^{-3} \text{ Dj}. \end{aligned}$$

Mexanikalıq jumıs kúshtıń tásirinde orınlanganı ushın, ol kúshtıń jumısı dep te ataladı.

Mexanikalıq jumıs skalyar shama bolıp tabıladı.

Tásir kúshiniń mexanikalıq jumısı

Mexanikalıq jumıs ushın jazılǵan (1)-formula denege tásir etip atırǵan kúsh penen deneniń orın awıstırıwı birdey baǵıtta bolǵan jaǵdaylar ushın orınlı. Mısalı, dene $F = 5 \text{ N}$ kúsh tásirinde usı kúshtıń baǵıtında $s = 20 \text{ sm}$

aralıqqa orın awıstırǵan bolsın. Bul jaǵdayda bul kúshtiń orınlaǵan jumısı $A = 5 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = 1 \text{ Dj}$ ge teń. (129-a súwret). Eger kúshtiń baǵıtı deneniń qozǵalıǵ baǵıtı menen birdey bolsa, kúsh oń jumıs orınlaydı. Biraq kúshtiń baǵıtı deneniń qozǵalıǵ baǵıtına qarama-qarsı bolsa (Mısalı, soqlıǵısqanda yamasa súykeliste), bul kúsh teris jumıs orınlaǵan boladı:

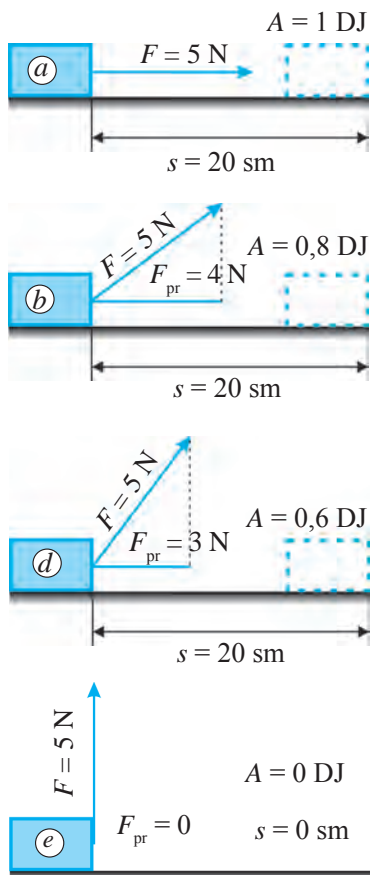
$$A = -Fs.$$

Eger kúshtiń baǵıtı dene qozǵalıǵınıń baǵıtında bolmasa, mexanikalıq jumıstıń shaması qalay anıqlanadı?

Denege tásir etip atırǵan kúsh deneniń orın awıstırıw baǵıtı menen bazı bir múyeshti payda etse, tásir etip atırǵan kúshtiń orın awıstırıw baǵıtına túsirilgen proekciyasınıń – dúziwshisi alınadı. Mısalı, denegе $F = 5 \text{ N}$ shamadaǵı kúsh 129-b súwrette kórsetilgendey múyesh astında tásir etip, dene usı kúshtiń tásirinde 20 sm aralıqqa orın awıstırsın. Súwretten bul kúshtiń orın awıstırıw baǵıtındaǵı proekciyası $F_{pr} = 4 \text{ N}$ dı payda etedi. Bul jaǵdayda bul kúshtiń orınlaǵan jumısı $A = 4 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = 0,8 \text{ Dj}$ ge teń.

Denege tásir etip atırǵan kúshtiń baǵıtı menen orın awıstırıw baǵıtı arasındaǵı múyesh shamasınıń artıp barıwı menen F kúshtiń F_{pr} proekciyası kemeyedi. Bul jaǵday bolsa kúshtiń orınlaǵan jumısınıń da kemeyetuǵınlıǵın kórsetedi. Mısalı, 129-d súwrette denegе tásir etip atırǵan $F = 5 \text{ N}$ kúshtiń baǵıtı menen orın awıstırıw arasındaǵı múyesh 129-b súwrettegiden úlkenirek bolǵanı ushın onıń proekciyası kishi, yaǵnıy $F_{pr} = 3 \text{ N}$ dı payda etedi. Bunday jaǵdayda kúshtiń orınlaǵan jumısı $A = 3 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = 0,6 \text{ Dj}$ ge teń boladı.

Denege tásir etip atırǵan kúshtiń baǵıtı menen orın awıstırıw baǵıtı arasındaǵı múyeshtiń mánisi arttırılса, kúshtiń proekciyası menen onıń tásirinde kúshtiń orınlaǵan jumısı nolge jaqınlasadı. Kúshtiń baǵıtı orın awıstırıw baǵıtı menen 90° lıq múyeshti payda etse, kúshtiń orın awıstırıw baǵıtına túsirilgen proekciyası noqattı, yaǵnıy noldı payda etedi (129-e súwret). Bul bolsa denegе tásir etiwshi kúsh, orın awıstırıw baǵıtına perpendikulyar baǵıtlanǵan jaǵdaylarda jumıs orınlanbaytuǵınlıǵın kórsetedi.



129-súwret. Orınlaǵan jumıstıń kúshtiń baǵıtına baylanıshlıǵı.

Másele sheshiw úlgisi

Avtomobil motorınıń 5 kN kúshiniń tásirinde 3 km aralıqtı basıp ótti. Avtomobildin motorı qansha jumıs orınlaǵan?

<p><i>Berilgen:</i></p> $F = 5 \text{ kN} = 5\,000 \text{ N};$ $s = 3 \text{ km} = 3\,000 \text{ m}.$ <hr/> <p><i>Tabıw kerek:</i></p> $A = ?$	<p><i>Formulası:</i></p> $A = Fs.$	<p><i>Sheshiliwi:</i></p> $A = 5\,000 \text{ N} \cdot 3\,000 \text{ m} =$ $= 15\,000\,000 \text{ Dj} = 15 \text{ MDj}.$ <p><i>Juwapr:</i> $A = 15 \text{ MDj}.$</p>
---	------------------------------------	--



Tayanısh túsinikler: mexanikalıq jumıs, tásir etiw kúshiniń mexanikalıq jumısı, kúshtiń proekciyası.



1. Shtanga kóteriwdi shtanganı joqarıǵa kóterdi. Onıń bulshıq etleriniń serpimli kúshleri menen salmaq kúshiniń arasında qanday ayırmashılıq bar?
2. Qozǵalıstaǵı denege túsilgen kúsh qanday jaǵdaylarda jumıs orınlamaydı?



1. Jerde turǵan júkke 250 N kúsh tásir etip atırǵan jaǵdayda ol usı kúshtiń baǵıtında 8 m aralıqqa súyrep alıp barıldı. Bul jaǵdayda qansha jumıs orınlangan?
2. Arbaǵa belgili bir múyesh penen kúsh tásir etip, ol arbanı 15 m aralıqqa jilıstırdı. Eger arbaǵa tásir etip atırǵan kúshtiń qozǵalı baǵıtındaǵı proekciyası 42 N bolsa, onda bul jaǵdayda qansha jumıs orınlangan?
3. Jolda buzılıp qalǵan avtomobildi 3 adam tartıp, 480 m uzaqlıqtaǵı ustaxanaǵa alıp bardı. Eger olardıń biri avtomobilge 150 N, ekinshisi 200 N, úshinshisi bolsa 250 N kúsh penen tásir etip barǵan bolsa, olardıń hárbiri qanshadan jumıs orınlangan? Olardıń úshewi birge qansha jumıs orınlangan?
4. Elektrovoz temir jol vagonların 2 km aralıqqa tartıp barǵanda 240 MDj jumıs orınladı. Elektrovoz vagonlardı qanday kúsh penen tartıp barǵan?
5. Dene joqarıǵa qaray tik ılaqtırıldı. Tórende salmaq kúshi tárepinen orınlangan jumıstıń belgisi qanday boladı?
 - a) dene joqarıǵa kóterilgende;
 - b) dene tómenge túskende.
6. Massası 75 kg bolǵan zattı imaratqa kirgen orınnan 6-qabatqa kótergende qanday jumıs orınlanadı? Hár bir qabattıń biyikligi 3 m.
7. Kosmoslıq korabl Jerdiń átirapındaǵı orbita boylap aylanadı. Raketanıń dvigateliniń járdeminde korabl basqa orbitaǵa ótkerildi. Korabldin mexanikalıq energiyası ózgerdi me?

40-§. DENENI KÓTERGENDE HÁM ONÍ USÍNDAY ARALÍQQA GORIZONT BAĞÍTÍNDÁ ORÍN AWÍSTÍRGÁNDÁ ORÍNLANĞAN JUMÍSTÍ ESAPLAW

(4-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstıń maqseti: Dene vertikal hám gorizontaldı jol boylap orın awıstırılǵanda orınlaǵan jumıstı óz betinshe esaplaw.

Kerekli úskeneder: laboratoriya tribometri, oqıw dinamometri, santimetrli bólimlerge iye bolǵan ólshew lentası, 2 dana eki ilmekli massası 100 g bolǵan júk, brusok, sızǵısh.

Jumıstı orınlanıw tártibi:

1. Ásbap-úskenederden 130-súwrette kórsetilgendey dúzilisti jıynań.
2. Dinamometrdiń járdeminde brusoktıń salmaǵı ólshenedi. Bunnan soń brusoktı joqarıǵa qaray teń ólshewli qozǵap, aldın ala ólshewshi lenta járdeminde ólshengen tribometr sızǵıshınıń biyikligine kóteriledi. Orınlanǵan jumıstıń shamasın tómendegi formula menen esaplań:

$$A = F_{\text{salm}} \cdot h.$$

3. Tájiriybeni úsh ret tákirarlań. Hár tájiriybede brusokqa 0,81 N; 1,81 N; 2,81 N júkler ildiriledi hám bul orınlanǵan jumıstıń salmaq kúshin jeńiw ushın jum salatuǵınlıǵın atap ótiń.

4. Alınǵan nátiyjelerdi 5-kestege jazıń.

5. Sızǵıshı stolǵa qoyıp, dinamometrdiń járdeminde brusok sızǵısh boylap birinshi jaǵdaydaǵı aralıqqa teń ólshewli kóshiriledi. Bunda payda bolǵan tartılıs kúshi dinamometrdiń kórsetiwı F_t dan anıqlanadı.

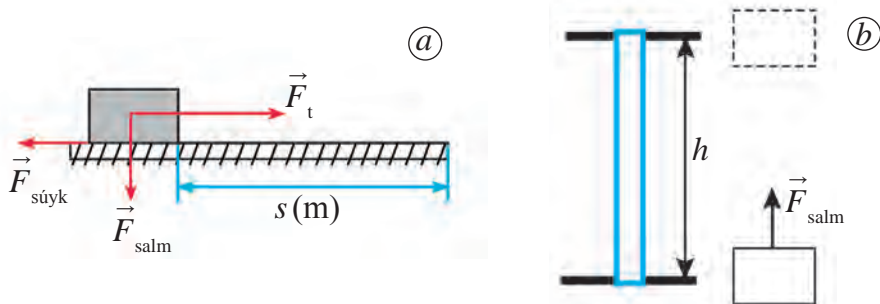
6. Jumıstı jáne tartısıw kúshi hám jolǵa baylanıslı esaplanadı: $A = F_t \cdot s$. Bul jumısta tiykarǵı dıqqat salmaq kúshin emes, súykelis kúshin jeńiwde orınlanǵanlıǵına qaratıladı. Soń brusokqa 0,81 N; 1,81 N; 2,81 N shamasındaǵı júkler asılıp, tájiriybe 3 ret qaytalanadı hám hár saparı tartıw kúshi orınlanǵan jumıs esaplanadı. Alınǵan nátiyjeler kestege jazıladı.

5-keste

№	$m, (kg)$	$h, (m)$	$F_{\text{salm}}, (N)$	$s, (m)$	$F_{\text{súyk}}, (N)$	$A_h(j)$	$A_{\text{tek}}(j)$
1							
2							
3							

Bunnan soń brusokqa 1 N, 2 N, 3 N júklerdi qoyıp (130-súwret), tájiriyebe jáne 2–3 ret tákírarlanadı hám hár saparı tartıw kúshiniń orınlağan jumısın esaplań.

Alınğan nátiyjelerdi salıstırıp, barlıq waqıt júkti joqarıǵa kóteriwde orınlanğan jumıs onı sonday aralıqqa gorizontál jol boylap kóshirgende orınlanğan jumıstan úlkenligin yamasa kishiligi anıqlanadı.



130-súwret. Deneni kótergende (a) hám usınday aralıqqa gorizontál baǵıtında kóshirgende (b) orınlanğan jumıstı ólshew ushın arnalğan dúzilis.

41-§. POTENSIALLÍQ ENERGIYA



131-súwret. Aspa saat.

Bazı deneler jumıstı bir zamatta orınlamastan, uzaq waqıt dawamında orınlawı múmkin. Olar jumıs islew qábiletlerin uzaq waqıt saqlaydı. Mısalı, aspa saatlardıń arnawlı tasların joqarıǵa kóterip, jumıs isleymiz (131-súwret). Nátiyjede, saat mexanizmi taslardıń tómenge túsiwinin jumıs islew qábiletine iye boladı. Salmaq kúshiniń tásirinde áste-aqırın tómenge túsip atırǵan taslar saattıń mayatnigin terbeliske keltiredi, dóńgelegin hám tillerin aylandıradı. Taslar tómenge túsken sayın olardıń jumıs islew qábileti kemeyip baradı. Tómenge túsken taslardı kóterip, olardıń jumıs isley alıw qábiletin jáne de tiklew múmkin. Taslardı kótergenimizde olardıń jumıs islew qábileti artadı, tómenge túsken sayın kemeyip baradı hám polǵa yamasa jerge jetip kelgende jumıstı isley alıw qábiletligi pútkilley joǵaladı. Tek denelerdi kóteriw menen ǵana emes, al prujınanı qısıw yamasa buraw járdeminde de jumıstı orınlay alıw qábiletin payda etiw múmkin. Buraw arqalı júretuǵın saat hám oyınshıqlar usı usılda isleydi. Sonıń menen birge, deneni belgili tezlikte qozǵalısqı

keltirsek, onda onıń jumıstı orınlay alıw múmkinshiligin payda etemiz. Mısalı, balta menen otın jarǵanda, jumıs orınlanadı. Bunıń ushın baltaǵa úlken tezlik beriwimiz kerek. Kórilgen barlıq mısallarda dene iyelegen ornın ózgerтип jumıs islenbekte (júkti túsirip, qısılǵan prujınanı sozıp, tezlikke iye deneniń qozǵalısnı toqtatıp). Bul ózgerisler júzege kelmegenshe dene óziniń jumıs orınlaw qábiletin saqlap turadı.



Deneniń óziniń iyelep turǵan jaǵdayın ózgeritiwi nátiyjesinde isley alıwı múmkin bolǵan jumısı *energiya* dep ataladı.

«Energiya» sózi grekshede «teperishlik» degen mánini beredi. Energiyanıń ózgerisi usı ózgerislerdi júzege keltiriw ushın sarplanatuǵın jumıs penen ólshenedi.

Energiyanı jumıs sıyaqlı birliklerde ólshew kerek. Onıń tiykarǵı birligi – Djoul (Dj). Mexanikalıq energiya kinetikalıq hám potentsiallıq energiyalarǵa bólinedi.

Massası m bolǵan dene h biyiklikten erkin túsip kiyatır dep kóz aldımızǵa elesleteyik (132-súwret). Bunda dene tek Jerdiń tartıw kúshi, yaǵnıy $F_{\text{salm}} = mg$ salmaq kúshiniń tásirinde qozǵaladı. Dene h biyiklikten jerge túsıwde salmaq kúshiniń orınlaǵan jumısı tómendegishe jazıladı:

$$A = F \cdot s = F_{\text{salm}} \cdot h \quad \text{yamasa} \quad A = mgh. \quad (1)$$

Orınlanıwı múmkin bolǵan bul jumıstıń shaması usı deneniń **potentsiallıq energiyasına** teń. Demek h biyiklikte turǵan m massalı deneniń orınlawı múmkin bolǵan jumısı, yaǵnıy potentsiallıq energiyası tómendegishe ańlatıladı:

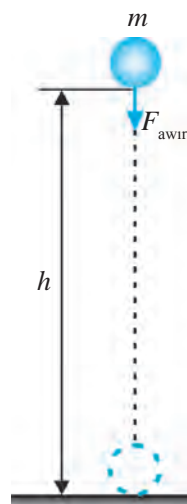
$$E_p = mgh. \quad (2)$$

(2)-formulada ańlatılǵan potentsiallıq energiya óz ara tásir etiwshi eki dene sharik hám Jerdiń bir-birine salıstırǵandaǵı jaǵdayına baylanıslı.



Óz ara tásirlesiwshi denelerdiń yamasa dene bólimleriniń bir-birine salıstırǵanda iyelegen orınlarına baylanıslı bolǵan energiya *potentsiallıq energiya* dep ataladı.

Endi h_1 biyiklikte turǵan massası m bolǵan deneniń ornın h_2 ge ózgerisinde orınlaǵan jumıstı tabayıq (133-súwret). Deneniń ótken jolı $h = h_1 - h_2$ ekenliginen orınlaǵan jumıs tómendegishe ańlatıw múmkin:

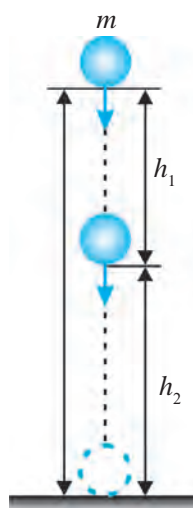


132-súwret. Jumıstıń salmaq kúshiniń tásirinde orınlanıwı.

$$A = mgh = mg(h_1 - h_2) \text{ yamasa } A = mgh_1 - mgh_2. \quad (3)$$

$mgh_1 = E_{p1}$ arqalı deneniń h_1 biyikliktegi potentsiallıq energiyası, $mgh_2 = E_{p2}$ arqalı deneniń h_2 biyikliktegi potentsiallıq energiyası ekenliginen:

$$A = E_{p1} - E_{p2} \text{ yamasa } A = -(E_{p2} - E_{p1}). \quad (4)$$



Bul jaǵdayda «-» belgisi deneniń iyelegen ornın h_1 biyiklikten h_2 biyiklikke ózgergende deneniń potentsiallıq energiyasınıń kemeyetuǵınlıǵın kórsetedi.

Demek,



Deneniń potentsiallıq energiyasınıń ózgeriwi orınlanǵan jumısqa teń.

Dene joqarıdan tómenge túskende $E_{p2} < E_{p1}$ bolǵanlıǵı ushın $A > 0$ boladı. Bul jaǵdayda salmaq kúshi oń jumıs atqaradı.

Deneni joqarıǵa kótergende bolsa $E_{p2} > E_{p1}$ bolǵanı ushın $A < 0$ boladı. Bul jaǵdayda salmaq kúshin jeńiw ushın teris jumıs orınlanadı.

133-súwret.

Deneniń potentsiallıq energiyasınıń ózgeriwi.

Másele sheshiw úlgisi

Massası 1 kg bolǵan deneniń 25 m biyikliktegi hám 15 m biyikliktegi potentsiallıq energiyası qansha boladı? Dene usı bir biyiklikten ekinshi biyiklikke túskende salmaq kúshi qansha jumıs atqaradı? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

<p><i>Berilgen:</i> $m = 1 \text{ kg}; h_1 = 25 \text{ m};$ $h_2 = 15 \text{ m}; g = 10 \text{ m/s}^2.$</p> <hr/> <p><i>Tabıw kerek:</i> $E_{p1} = ? E_{p2} = ? A = ?$</p>	<p><i>Formulası:</i> $E_{p1} = mgh_1;$ $E_{p2} = mgh_2;$ $A = -(E_{p2} - E_{p1}).$</p>	<p><i>Sheshiliwi:</i> $E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 25 \text{ Dj} = 250 \text{ Dj};$ $E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 15 \text{ Dj} = 150 \text{ Dj};$ $A = -(150 - 250) \text{ Dj} = 100 \text{ Dj}.$</p>
<p><i>Juwabı:</i> $E_{p1} = 250 \text{ Dj}; E_{p2} = 150 \text{ Dj}; A = 100 \text{ Dj}.$</p>		



Tayanış túsinikler: salmaq kúshiniń orınlanǵan jumısı, potentsiallıq energiya.



1. Dene h biyiklikten jerge túskende qanday jumıs orınlanadı?
2. Deneniń h biyikliktegi potentsiallıq energiyası qalay ańlatıladı?
3. Potentsiallıq energiya dep nege aytıladı?

4. Dene h_1 biyiklikten h_2 biyiklikke túskende salmaq kúshiniń orınlağan jumısı qalay ańlatıladı?

SH
27

1. Massası 200 g bolğan deneniń 40 m biyikliktegi potencilıq energiyası qanday boladı? Dene usı biyiklikten jerge túskende salmaq kúshi qansha jumısı atqaradı? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.
2. 2 kg júk 5 m biyiklikten 12 m biyiklikke alıp shıǵıldı. Usı biyikliklerde deneniń potencilıq energiyları qansha boladı? Deneni joqarıǵa alıp shıqqanda qansha jumısı orınlanadı?
3. Imarattıń 9-qabatında turǵan massası 40 kg bolğan balanıń jerge salıstırǵandaǵı potencilıq energiyası qansha boladı? Hár bir qabattıń biyikligin 3 m dep alıń.
4. Buramalı prujinalı diywal saati qanday energiyanıń esabınan isleydi?

42-§. KINETIKALÍQ ENERGIYA

Dene tezliginiń ózgerisinde orınlangan jumıs

Stoldıń ústinde turǵan massası m bolğan dene F kúshiniń tásirinde súykelissiz qozǵalıp, a tezleniw alsın (134-súwret). t waqıt ishinde deneniń erisken tezligi:

$$v = at. \quad (1)$$

Usı waqıt ishinde deneniń basıp ótken jolı tómendegishe ańlatıladı:

$$s = \frac{at^2}{2}. \quad (2)$$

(1)-formulanı $t = v/a$ túrinde jazıp, onı (2)-formuladaǵı t waqıttıń ornına qoyamız hám deneniń ótken jolı tómendegishe ańlatıladı:

$$s = \frac{v^2}{2a}. \quad (3)$$

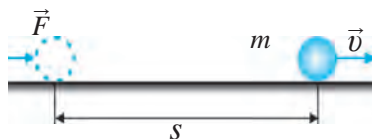
Nyutonniń ekinshi nızamına tiykarlanıp denegе tásir etken kúsh:

$$F = ma. \quad (4)$$

(3)- hám (4)-formulalardan paydalanıp, orınlangan jumıstı tabamız:

$$A = Fs = ma \cdot \frac{v^2}{2a} \text{ yamasa } A = \frac{mv^2}{2} \quad (5)$$

Bul formulada massası m bolğan tınısh turǵan deneniń v tezlikke erisiwi ushın orınlangan jumıstı ańlatadı.



134-súwret. v tezligine iye sharıktıń kinetikalıq energiyası. energiyası

Eger massası m bolğan deneniń baslanğısh tezligi v_1 bolsa, onıń tezligin v_2 ge joqarılatıw ushın orınlanatuǵın jumıs:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (6)$$

Kinetikalıq energiyanıń ózgeriwı

Sonday-aq, (5)-formula tezlik penen qozǵalıp atırǵan massası m bolğan deneniń kinetikalıq energiyanı da ańlatadı, yaǵnıy:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (7)$$



Deneniń yamasa sistemaniń óziniń qozǵalıw sebepli iye bolatuǵın energiyanı *kinetikalıq energiya* delinedi. Deneniń kinetikalıq energiyanı onıń massası menen tezliginiń kvadratınıń kóbeymesiniń yarımına teń

(6) formulada $mv_1^2/2 = E_{k1}$, $mv_2^2/2 = E_{k2}$ dep alınsa, deneniń tezligi v_1 den v_2 ge ózgergende orınlanǵan jumıstı tómendegishe ańlatıw múmkin:

$$A = E_{k2} - E_{k1} \quad (8)$$

Bul jaǵdayda E_{k1} – tezligi v_1 bolğan deneniń kinetikalıq energiyanı, al tezligi v_2 ge ózgergende E_{k2} – deneniń kinetikalıq energiyanı. Bunday jaǵdayda (8)-formulanı tómendegidey ańlatıw múmkin:



Deneniń kinetikalıq energiyanıń ózgerisi orınlanǵan jumısqa teń.

Másele sheshiw úlgisi

Dáslepki tezligi 36 km/saatta, massası 2 t bolğan avtomobildıń kinetikalıq energiyanı nege teń? Onıń tezligi 90 km/saat bolǵanda she? Avtomobil tezligi bunday ózgeriwı ushın motorı qansha jumıs islegen?

Berilgen:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 2 \text{ t} = 2000 \text{ kg};$	$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}.$	$E_{k1} = \frac{2000 \cdot 10^2}{2} \text{ Dj} = 100 \text{ 000 Dj} = 100 \text{ kDj}.$
$v_1 = 36 \text{ km/saat} = 10 \text{ m/s};$	$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}.$	$E_{k2} = \frac{2000 \cdot 25^2}{2} \text{ Dj} = 625 \text{ 000 Dj} = 625 \text{ kDj}.$
$v_2 = 90 \text{ km/saat} = 25 \text{ m/s}.$	$A = E_{k2} - E_{k1}.$	

Tabıw kerek:

$$E_{k1} = ? \quad E_{k2} = ? \quad A = ?$$

Juwabı: $E_{k1} = 100 \text{ kDj}$; $E_{k2} = 625 \text{ kDj}$; $A = 525 \text{ kDj}$.



Tayanısh túsinikler: mexanikalıq energiya, kinetikalıq energiya.



1. Mexanikalıq energiya dep nege aytıladı? Ol qanday birliklerde ólshenedi?
2. (5)-formulanı keltirip shıǵarıń hám táriyiplep berin.
3. Berilgen massaǵa iye deneniń tezligi bir mánisten basqa mániske ózgergende orınlangan jumıs nege teń?



1. Muz ústindegi massası 40 g bolǵan xokkey shaybasına kúsh penen urǵanda, ol 25 m/s tezlikke erisedi. Shayba qanday kinetikalıq energiyaǵa iye bolǵan?
2. 72 km/saat tezlik penen ketip baratırǵan massası 1,2 t bolǵan avtomobildi toqtatıw ushın qansha jumıs orınlaw kerek?
3. 10 m/s tezlik penen ketip baratırǵan velosiped tezligin 20 m/s qa shekem arttırıw ushın qanday jumıs orınlanıw kerek? Velosipedtiń (aydawshı menen birgeliktegi) massası 100 kg ǵa teń.
4. 72 km/saat tezlik penen ketip baratırǵan massası 200 t bolǵan poyezd tezligin 144 km/saat qa shekem arttırıw ushın elektrovoz qansha jumıs orınlawı kerek?
5. 7,7 km/s tezlik penen ushıp atırǵan Jerdiń jasalma joldası 40000 MDj kinetikalıq energiyaǵa iye. Jasalma joldastıń massasın tabın.

43-§. MEXANIKALÍQ ENERGIYANÍŃ SAQLANÍW NÍZAMÍ

Massası $m = 1 \text{ kg}$ bolǵan deneni $h_1 = 45 \text{ m}$ biyiklikten taslap jibergende onıń potenciallıq hám kinetikalıq energiyları qalay ózgeretuǵınlıǵın kóreyik (135-súwret). Bul jaǵdayda erkin túsiw tezleniwi $g = 10 \text{ m/s}^2$.

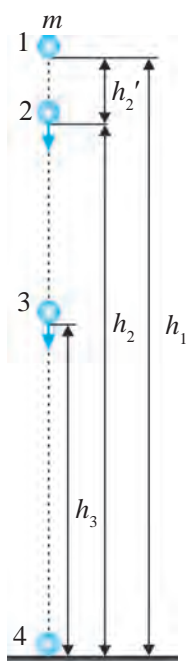
1-jaǵday. $h_1 = 45 \text{ m}$ biyiklikte deneniń potenciallıq hám kinetikalıq energiyları tómendegishe:

$$E_{p1} = mgh_1; \quad E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 45 \text{ Dj} = 450 \text{ Dj};$$

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}; \quad E_{k1} = \frac{1 \cdot 0^2}{2} \text{ Dj} = 0.$$



Jerdiń betinen belgili biyiklikte tınısh turǵan deneniń potenciallıq energiysı maksimal mániske, al kinetikalıq energiysı bolsa nolge teń boladı.



135-súwret.
Deneniń erkin tú-siwinde energiyaniń aylanısı.

2-jaǵday. Biyiklikten taslap jiberilgen dene erkin túsiwde $t = 1$ s da $h_2' = gt^2/2 = 10 \cdot 1^2/2$ m = 5 m aralıqtı basıp ótedi. Bul waqıtta dene jerden $h_2 = h - h_2' = 45$ m – 5 m = 40 m biyiklikte boladı. Bul waqıtta deneniń tezligi $v_2 = gt_2 = 10 \cdot 1$ m/s = 10 m/s mániske erisedi. Bunday jaǵdayda $h = 45$ m biyiklikten túsip kiyatırǵan deneniń $h_2 = 40$ m biyikliktegi potenciallıq hám kinetikalıq energiyaları tómendegishe boladı:

$$E_{p2} = mgh_2; \quad E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 40 \text{ Dj} = 400 \text{ Dj};$$

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}; \quad E_{k2} = \frac{1 \cdot 10^2}{2} \text{ Dj} = 50 \text{ Dj}.$$

3-jaǵday. $h_1 = 45$ m biyiklikten taslanǵan dene 2 s dawamında 20 m aralıqtı basıp ótedi. Bunda deneniń Jerden biyikligi $h_3 = 25$ m, tezligi bolsa $v_3 = 20$ m/s qa teń boladı. Bul waqıtta deneniń potenciallıq hám kinetikalıq energiyaları tómendegishe mánislerge iye boladı:

$$E_{p3} = mgh_3; \quad E_{p3} = 1 \cdot 10 \cdot 25 \text{ Dj} = 250 \text{ Dj};$$

$$E_{k3} = \frac{mv_3^2}{2}; \quad E_{k3} = \frac{1 \cdot 20^2}{2} \text{ Dj} = 200 \text{ Dj}.$$



Biyiklikten erkin túsip kiyatırǵanda deneniń potenciallıq energiyası kemeyip, kinetikalıq energiyası bolsa artadı, yaǵnıy deneniń potenciallıq energiyası kinetikalıq energiyaǵa aylanıp baradı.

4-jaǵday. $h_1 = 45$ m biyiklikten taslanǵan dene 3 s ta jerge tusedi, yaǵnıy deneniń jerden biyikligi $h_4 = 0$ ge teń boladı. Dene bul waqıtta jerge $v_4 = 30$ m/s tezlik penen urıladı. Deneniń jerge urılıw waqtındaǵı potenciallıq hám kinetikalıq energiyaları tómendegishe boladı:

$$E_{p4} = mgh_4; \quad E_{p4} = 1 \cdot 10 \cdot 0 \text{ Dj} = 0;$$

$$E_{k4} = \frac{mv_4^2}{2}; \quad E_{k4} = \frac{1 \cdot 30^2}{2} \text{ Dj} = 450 \text{ Dj}.$$



Biyiklikten erkin túsip kiyatırǵan deneniń jerge urılıw payıtındaǵı potenciallıq energiyası nolge, al kinetikalıq energiyası bolsa maksimal mániske teń boladı.

Dene joqarıǵa qaray tik ılatırılǵanda kerı process baqlanadı. Bul jaǵdayda dene joqarıǵa kóterilgen sayın kinetikalıq energiyaı máximallıq mánisten nolge shekem kemeyip baradı. Deneniń potentsiallıq energiyaı bolsa nolden máximallıq mánisine shekem artadı. Potentsiallıq energiyanıń ózgerisi deneniń tek vertikal qozǵalıında emes, al qozǵalı traektoriyaı ıqtıyarlı bolǵanda da kórinedi. Mısalı, imarattıń 7-qabatında massası 2 kg bolǵan dene turǵan bolsın. Eger imarattıń hárbir qabatınıń arasın 3 m dep alsaq, 7-qabatta turǵan deneniń jerge, yaǵnıy 1-qabatqa salıstırǵandaǵı potentsiallıq energiyaı 360 Dj ǵa teń boladı. Usı dene 3-qabatqa teksheden alıp túsirilgende, liftte túsirilgen bolsa da bul qabatta onıń potentsiallıq energiyaı 120 Dj ge teń boladı.

135-súwrette súwretlengen deneniń $h = 45$ m biyiklikten túsıw dawamında kórilgen 4 jaǵdaydıń hárbirinde kinetikalıq hám potentsiallıq energiylardıń qosındısı qanday boladı?

$$1\text{-jaǵdayda: } E_{p1} + E_{k1} = 450 \text{ Dj} + 0 = 450 \text{ Dj.}$$

$$2\text{-jaǵdayda: } E_{p2} + E_{k2} = 400 \text{ Dj} + 50 \text{ Dj} = 450 \text{ Dj.}$$

$$3\text{-jaǵdayda: } E_{p3} + E_{k3} = 250 \text{ Dj} + 200 \text{ Dj} = 450 \text{ Dj.}$$

$$4\text{-jaǵdayda: } E_{p4} + E_{k4} = 0 + 450 \text{ Dj} = 450 \text{ Dj.}$$



Biyiklikten erkin túsip baratırǵanda deneniń qálegen waqıttaǵı kinetikalıq hám potentsiallıq energiylarınıń qosındısı, yaǵnıy deneniń tolıq mexanikalıq energiyaı ózgermeydi.

Bul juwmaq deneni joqarıǵa qarap tik ılaqtırılǵandaǵı hallar ushın da orınlı. Demek, deneniń máximal kinetikalıq energiyaı onıń máximal potentsiallıq energiyaına teń.

Deneniń kinetikalıq energiyaınıń ózgeriwi orınlanǵan jumısqa teń. Eger biyiklikten túsken deneniń 1-jagdayındaǵı kinetikalıq energiyaı E_{k1} , 2-jagdayındaǵı energiyaı E_{k2} bolsa, orınlanǵan jumıs tómendegishe boladı:

$$A = E_{k2} - E_{k1}. \quad (1)$$

Usı eki jaǵday ushın deneniń potentsiallıq energiyaınıń ózgerisi de tap sonday orınlanǵan jumısqa teń, yaǵnıy:

$$A = - (E_{p2} - E_{p1}). \quad (2)$$

(1)-hám (2)-ańlatpalardıń shep tárepleri birdey shamalardı ańlatqanı ushın on táreplerin teńlestiriw múmkin:

$$E_{k2} - E_{k1} = - (E_{p2} - E_{p1}). \quad (3)$$

Deneniń óz ara táseri hám qozǵalısqı nátiyjesinde kinetikalıq energiya hám potenciallıq energiyaları ózgeredi, olar biriniń artıwı ekinshisiniń kemeyiwine teń. Olardıń biri qansha kemeyse, ekinshisi sonsha artadı.

(3)-teńlikti tómendegi kóriniste jazıw múmkin:

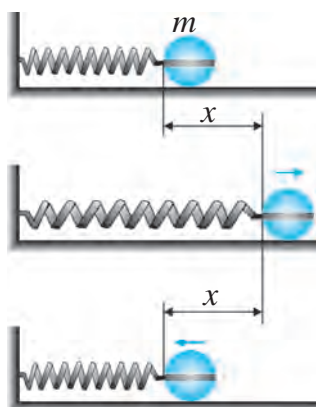
$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2} \quad (4)$$

Bul teńliktiń shep tárepi 1-jaǵdaydaǵı, oń tárepi bolsa 2-jaǵdaydaǵı deneniń tolıq mexanikalıq energiyasın sáwlelendiredi. Bul teńlik **mexanikalıq energiyaniń saqlanıw nızamın** ańlatadı. Demek, bir túrdegi energiya ekinshi túrge ótiwi múmkin, biraq bunda energiyaniń muǵdarı ózgermeydi.

Energiyaniń saqlanıw nızamı tómendegishe táriyiplenedi:



Jabıq sistemaniń tolıq mexanikalıq energiyası sistemaniń bólimleriniń hárqanday qozǵalısqında ózgeriske ushıramadı.



136-súwret. Prujına menen deneden ibarat jabıq sistemada mexanikalıq energiyaniń saqlanıwı.

Usı waqıtqa shekem Jerdiń tartıw kúshiniń tásirinde deneniń qozǵalısqın, yaǵnıy Jer hám deneden ibarat bolǵan jabıq sistemadaǵı mexanikalıq qozǵalısqı kórdik. Mexanikalıq energiyaniń saqlanıw nızamı basqa da jabıq sistemalar ushın orınlı. Mısalı, tayanısh, prujına hám deneden ibarat jabıq sistemani kóreyik.

Tayanıshqa ornatılǵan prujınaǵa massası m ge teń deneni bekkemlep, onı x aralıqqa tartıp turayıq (136-súwret). Bunda deneniń kinetikalıq energiyası $E_{k1} = mv_1^2/2 = 0$, potenciallıq energiyası bolsa $E_{p1} = kx^2/2$ boladı. Bul ańlatpada k – prujınanıń serpimlilik koefficienti. Deneni bosatıp jibersek, ol prujınanıń ser-pimlilik kúshi sebepli tezlik aladı. Dene teń salmaqlıq haldan ótip baratırǵanda, yaǵnıy $x = 0$ aralıqta onıń tezligi eń úlken mánisine erisedi. Usıǵan muwapıq $E_{k2} = mv_2^2/2$ kinetikalıq energiya maksimal mániske iye boladı.

Prujına hám deneden ibarat bolǵan bunday jabıq sistema ushın da (4)-formula, yaǵnıy mexanikalıq energiyaniń saqlanıw nızamı orınlı.

Joqarıda prujınanıń serpimlilik kúshi tásirindegi deneniń qozǵalısqında dene tayanısh betinde súykelissiz qozǵaladı dep alınadı.

Másele sheshiw úlgisi

Massası 200 g dene 15 m/s tezlikte joqarıǵa tik ılaqtırıldı. 1 s waqıttan keyin deneniń kinetikalıq energiyası hám ılaqtırılǵan noqatına salıstırǵandaǵı potentsiallıq energiyası qansha boladı? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg};$	$v = v_0 - at;$	$v = 15 \text{ m/s} - 10 \cdot 1 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s};$
$v_0 = 15 \text{ m/s};$	$E_k = \frac{mv^2}{2};$	$E_k = \frac{0,2 \cdot 5^2}{2} \text{ Dj} = 2,5 \text{ Dj};$
$g = 10 \text{ m/s}^2.$	$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2};$	$h = 15 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} \text{ m} = 10 \text{ m};$

Tabıw kerek:

$E_k = ?$	$E_p = ?$	$E_p = mgh.$	$E_p = 0,2 \cdot 10 \cdot 10 \text{ Dj} = 20 \text{ Dj}.$
-----------	-----------	--------------	---

Juwabı: $E_k = 2.5 \text{ Dj}; E_p = 20 \text{ Dj}.$

Súykelis bolǵanda deneniń tolıq mexanikalıq energiyasınıń bir bólimi jıllılıq energiyasına aylanadı. Bunda deneniń qızıp ketkenligin sezemiz. Mısalı, bir bólek temirdi balǵa menen ursaq, joqarıǵa kóterilgen balǵanıń potentsiallıq energiyası tómenge túskende kinetikalıq energiyaǵa aylanadı. Balǵa temirge urılıp toqtaǵanda kinetikalıq energiya nolge teń. Bunda tolıq energiya temirdiń bóleginiń formasın ózgeriwge, yaǵnıy onı deformaciyalaw hám qızdırıw ushın jumsaladı.

Másele sheshiw úlgisi

80 m biyiklikten erkin túsip kiyatırǵan massası 1 kg ǵa teń dene biyikliktiń yarımınan ótkende onıń kinetikalıq hám potentsiallıq energiyları nege teń? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$h_1 = 80 \text{ m};$	$E_{p1} = mgh_1;$	$E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 80 \text{ Dj} = 800 \text{ Dj};$
$h_2 = \frac{h_1}{2};$	$E_{p2} = mgh_2;$	$h_2 = \frac{80}{2} \text{ m} = 40 \text{ m};$
$g = 10 \text{ m/s}^2.$	$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$	$E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 40 \text{ Dj} = 400 \text{ Dj};$
	teńlikte $E_{k1} = 0:$	$E_{k2} = 800 \text{ Dj} - 400 \text{ Dj} = 400 \text{ Dj}.$
<i>Tabıw kerek</i>	$E_{k2} = E_{p1} - E_{p2}.$	

$E_{p2} = ?$ $E_{k2} = ?$

Juwabı: $E_{p2} = 400 \text{ Dj}; E_{k2} = 400 \text{ Dj}.$



Tayanısh túsinipler: deneniń potentsiallıq, kinetikalıq energiylarınıń aylanıwı, tolıq mexanikalıq energiya, mexanikalıq energiyanıń saqlanıw nızamı.



1. 135-súwrette súwretlengen dene bosatılıp jiberilgennen 1 s, 2 s hám 3 s waqıttan keyin qanday biyiklikte bolatuǵınlıǵın shıǵarın, túsindirip berin.
2. 125 m biyiklikte turǵan massası 200 g bolǵan dene jazdırılıp jiberildi. Deneniń qozǵalıwınń úshinshi hám besinshi sekundlarınń aqırlarında potentsiallıq hám kinetikalıq energiyalarınń shaması qanday boladı? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.



1. Massası 100 g bolǵan dene tik joqarıǵa 30 m/s tezlik penen atıldı. 2 s tan keyin onıń kinetikalıq hám potentsiallıq energiyaları qansha boladı? Eń joqarǵı biyiklikte dene qanday potentsiallıq energiyaǵa iye boladı?
2. Kopyor toqpaǵı 6 m biyiklikten túsip, qazıqtı urǵanda 18 kDj kinetikalıq energiyaǵa iye boladı. Usı biyiklikte toqpaqtıń potentsiallıq energiyası qazıqqa salıstırǵanda qansha? Kinetikalıq energiyasıshe? Toqpaq massası qansha?
3. Massası 200 g bolǵan dene tik joqarıǵa 30 m/s tezlik penen atıldı. Eń joqarǵı noqatına kóterilgende deneniń potentsiallıq energiyası qansha boladı?
4. Biyiklikten túsirilip jiberilgen massası 500 g bolǵan deneniń tolıq mexanikalıq energiyası 200 Dj ge teń. Dene qanday biyiklikten taslap jiberilgen? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.
5. 136-súwrette súwretlengen deneniń massası 50 g, prujınanı 10 sm ge sozıp, onan keyin bosatıp jiberilgende erisken eń úlken tezligi 10 m/s bolsa, jabıq sistemaniń tolıq mexanikalıq energiyası qansha boladı? Bunday prujına qanday bekkemlikke iye?

44-§. DENENIŃ KINETIKALIQ ENERGIYASINIŃ ONIŃ TEZLIGI MENEN MASSASINA BAYLANISLIGIŃ ANIQLAW

(5-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstıń maqseti: hár qıylı massaǵa iye shariklerdiń tezliklerin ózǵertip, kinetikalıq energiyanıń súykelis kúshin jeńiwge jumsalıwın baqlawdıń járdeminde energiyaǵa baylanıslı bolǵan bilimlerdi bekkemlew.

Kerekli ásbaplar: hár qıylı massaǵa iye 2 dana polat sharik, metall nawa, brusok, ólshew lentası, sekundomer, shtativ.

Jumıstı orınlaw tártibi

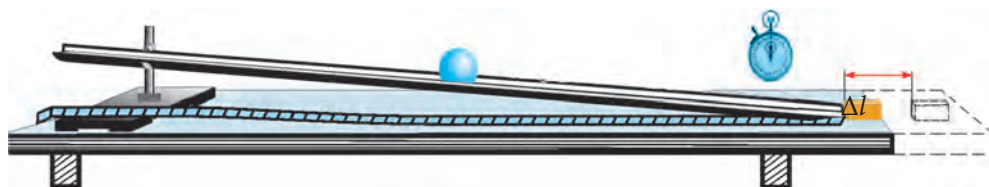
1. 137-súwrette kórsetilgende shtativtiń járdeminde nawanı qıya etip orınalastırıń. Nawanıń tómeni ushına brusoktı tirep qoyıń.
2. Nawanıń orta bólimine kishi massalı shardı qoyıń hám onı bosatıp jiberip, nawa boylap qalay domalaytuǵınlıǵın, aǵash brusokqa kelip urılıwın, súykelis kúshin jeńiwın, brusoktı hár qıylı aralıqlarǵa jılıtıwın baqlap barıń.
3. Brusoktıń jılıw aralıǵı bolǵan Δl shamasın ólsheń.

4. Sharikti nawanıń joqarǵı ushınan qozǵaltıp tájiriybeni tákirarlań.

5. Úlken massaǵa iye sharikti nawanıń orta bóliminen qozǵaltıp jiberiń hám brusoktıń jılıw aralıǵın jáne qaytadan ólsheń.

6. 1-laboratoriyalıq jumıstaǵı sıyaqlı aralıq penen waqıttı ólshep, shariktiń alǵan tezleniwın tabıń. Tezleniw menen waqıt kórsetkishlerinen paydalanıp shariktiń brusokqa urılıw waqıtındaǵı tezligin anıqlań hám $E_k = \frac{mv^2}{2}$ formulasınan paydalanıp kinetikalıq energiyanı tabıń.

7. Brusoktıń jılıwında orınlanǵan jumıs penen kinetikalıq energiya arasındaǵı baylanıstı tabıwdıń nátiyjelerin tallań hám juwmaq shıǵarıń.



137-súwret. Deneniń kinetikalıq energiyasınıń onıń tezligi menen massasına baylanıstı ekenligin baqlaw ushın paydalanılatuǵın úskene

45-§. QUWAT

Quwat hám onıń birlikleri

Birdey mexanikalıq jumıstı hárqanday mashina hárqanday waqıtlarda orınlaydı. Mısalı, úlken kran jerde turǵan 10 t gerbishti 30 m biyiklikke 1 minutta kóterip shıǵıwı múmkin. Kishi krannıń bolsa sonshama gerbishti 2 t dan 5 ret kóterip joqarıǵa shıǵarıwı múmkin. Bul jaǵdayda eki kran birdey jumıs orınladı. Biraq onı orınlaw ushın hár qıylı waqıt jumsaldı.

Mashinanıń, dvigateldiń hám hár qıylı mexanizmlerdiń jumıstı belgili waqıttıń ishinde orınlay alıwınıń múmkinshiliklerin salıstırıw ushın quwat dep atalatuǵın fizikalıq shama kirgizilgen. Birdey jumıstı orınlawshı mashinalardıń qaysısı usı jumıstı qısqaraq waqıttıń ishinde orınlasa, sol mashina quwatlıraq boladı. Mexanizmnıń quwatı N waqıt birliği ishindegi orınlanǵan jumısı penen anılatıladı:

$$N = \frac{A}{t}.$$



Orınlanǵan jumıstıń usı jumıstı orınlaw ushın ketken waqıtqa qatnası quwat dep ataladı.

Xalıq aralıq birlikler sistemasında quwatıń tiykarǵı birliği retinde **vatt** (Vt) alınǵan. 1 Vt degenimizde 1 s ishinde 1 Dj jumıs orınlaytuǵın dúzilistiń

quwatın túsinemiz. Quwat birliginiń ataması puw mashinasın birinshilerdiń qatarında islep shıqqan inglis alımı Djeyms Uattıń (Vatt) húrmetine qoyılǵan. Ámelde quwatıń basqa birlikleri bolǵan millivatt (mVt), gektovatt (gVt), kilovatt (kVt), megavatt (MVt) lar da qollanıladı. Quwatıń tiykarǵı hám basqa birlikleri arasındǵı qatnaslar tómendegidey:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mVt} &= 0,001 \text{ Vt} = 10^{-3} \text{ Vt}; & 1 \text{ gVt} &= 100 \text{ Vt} = 10^2 \text{ Vt}; \\ 1 \text{ kVt} &= 1\,000 \text{ Vt} = 10^3 \text{ Vt}; & 1 \text{ MVt} &= 1\,000\,000 \text{ Vt} = 10^6 \text{ Vt}. \end{aligned}$$

Quwat jumıs hám waqt sıyaqlı skalyar shama bolıp tabıladı.

Quwatıń formulasınan belgili waqt ishinde orınlangan jumıstıń shamasın tabıw múmkin:

$$A = Nt. \quad (2)$$

Bul formula jumıs penen energiyanıń jáne bir birligin kirgiziwge múmkinshilik beredi. Mexanikalıq jumıstıń birligi 1 Vt quwatqa iye mexanizmniń 1 s dawamında orınlangan jumısına teń. Bul birlik *vatt-sekund* (Vt · s) dep ataladı. Quwatı jumıstı orınlaw tezligi dep ataw múmkin. Transport quralarınıń quwatı at kúshi dep atalatuǵın arnawlı birlikte ólshenedi. Shama menen 736 Vt bolǵan mexanizmniń quwatı 1 at kúshine teń, yaǵnıy:

$$1 \text{ at kúshi} \approx 736 \text{ Vt}.$$

Quwat, kúsh hám tezlik arasındǵı qatnaslar

Transport quralları kóbinese turaqlı tezlik penen qozǵaladı. v tezlik penen tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozǵalatuǵın avtomobil t waqtı ishinde $s = vt$ aralıǵın basıp ótedi. Avtomobildiń turaqlı tezlik penen qozǵalıwı ushın onı qozǵalısqqa keltiretuǵın motordıń turaqlı túrde F kúshi menen tásir etip turıwı kerek. Bul kúsh avtomobildiń qozǵalısqına qarsılıq qılatuǵın kúshlerge (hár qıylı súykelis kúshlerine) shaması jaǵınan teń, biraq baǵıtı boyınsha qarama-qarsı. Sonlıqtan avtomobil s aralıqtı basıp ótkende onıń motorı orınlangan jumıs $A = Fs = Fvt$ shamasına teń boladı. Eger $A = Nt$ ekenligin esapqa alsaq, onda quwat ushın tómendegidey formula kelip shıǵadı:

$$N = Fv. \quad (3)$$

Bul formuladan motordıń quwatı qansha úlken bolsa avtomobildiń tezliginiń de sonshama úlken bolatuǵınlıǵı kórinip tur. Sonıń ushın úlken tezlikte qozǵalatuǵın samolyot, poyezd, avtomobillerge úlken quwatqa iye motorlardı ornalastıradı. Joqarıdaǵı formuladan motordıń quwatı turaqlı bolǵanda tezlik qansha úlken bolsa kúshiniń sonshama kishi bolatuǵınlıǵın ańǵarıwǵa boladı.

Sonıń ushın biyikke qaray baǵıtlanǵan jolda joqarıǵa shıǵıwshı avtomobildiń tartıw kúshin úlkeytiw ushın tezlik kemeytiledi.

Másele sheshiw úlgisi

Úlken kran 10 t gerbishti, kishi kran bolsa 2 t gerbishti 30 m biyiklikke 1 minuttıń ishinde kóterdi. Hár bir krannıń quwatınıń paydalı bólimin tabıń. $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m_1 = 10 \text{ t} = 10\,000 \text{ kg};$	$A_1 = m_1 gh;$	$A_1 = (10\,000 \cdot 10 \cdot 30) \text{ Dj} = 3\,000\,000 \text{ Dj};$
$m_2 = 2 \text{ t} = 2\,000 \text{ kg};$	$A_2 = m_2 gh;$	$A_2 = (2\,000 \cdot 10 \cdot 30) \text{ Dj} = 600\,000 \text{ Dj};$
$h = 30 \text{ m};$		
$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s};$	$N_1 = \frac{A_1}{t}$	$N_1 = \frac{3\,000\,000}{60} \text{ Vt} = 50\,000 \text{ Vt} = 50 \text{ kVt};$
$g = 10 \text{ m/s}^2.$	$N_2 = \frac{A_2}{t}$	$N_2 = \frac{600\,000}{60} \text{ Vt} = 10\,000 \text{ Vt} = 10 \text{ kVt}.$
<i>Tabıw kerek:</i>		
$N_1 = ? \quad N_2 = ?$		<i>Juwabı:</i> $N_1 = 50 \text{ kVt}; N_2 = 10 \text{ kVt}.$



Tayanısh túsinik: quwat.



1. Quwat degenimiz ne? Onıń birligi qanday?
2. Quwat, kúsh hám tezlik arasındaqı qatnaslar qalayınsha jazıladı?
3. Jumis penen energiya djoullerden (Dj) basqa jáne qanday birliklerge iye?
4. Avtomobil joqarıǵa kóterilgende tartıw kúshin úlkeytiw ushın shofyor qanday ilájdi islewi kerek?



1. Eger bala 1 saatta 360 kDj jumıs orınlaǵan bolsa, sol balanıń quwatınıń paydalı bólimin tabıń.
2. Massası 4 kg bolǵan dene kústıń tásirinde gorizontaldı baǵıtındaǵı bette 5 s dawamında 15 m aralıqta teń ólshewli qozǵaldı. Bettıń súykelis koefficienti 0,2 ge teń bolsa, deneni qozǵaltqan quwatıń paydalı bólimin tabıń. Usı máselede hám bunnan keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.
3. At massası 1 t bolǵan arbanı 1 km aralıqqa 10 minutta súyrep bardı. Eger arbanıń qozǵalısqındaǵı qarsılıq koefficientiniń mánisi 0,06 ǵa teń bolsa, onda quwatıń paydalı bólimin tabıń.
4. Samolyot 900 km/saat tezlik penen ushıp kiyatır. Motorınıń paydalı quwatı 1,8 MVt bolsa, onıń tartıw kúshi qanday?

46-§. TÁBIYATTA ENERGIYANÍŇ SAQLANÍWÍ. PAYDALÍ JUMÍS KOEFFICIENTI

Energiyanıń tábiyattaǵı aylanıwı hám saqlanıwı

Energiyanıń saqlanıw nızamı tek mexanikalıq qubılıslardıń sheklerinde ǵana emes, al basqa barlıq fizikalıq qubılıslarda da orınlanadı. Bul qubılıslarda energiya bir túrden basqa túrge aylanıwı múmkin. Mısalı, súykeli kúshiniń tásirinde qozǵalatuǵın deneniń mexanikalıq energiyasınıń bir bólimi jıllılıqqa aylanadı.

Quyashtıń jaqtılıq energiyası Jerdiń betin qızdıradı, jıllılıq sıyaqlı suw saqlaǵıshlardan hám ıǵal jerlerden suw puwları atmosferaǵa kóteriledi, payda bolǵan bulılardan jawın jawadı, bul jawınlar dáryalardaǵı suwdı payda etedi, dárya suwınıń potentsiallıq energiyası biyik tawdan túskende kinetikalıq energiyaǵa aylanadı, suwdıń kinetikalıq energiyası gidroelektrstanciyalardaǵı turbinalardı aylandıradı hám nátiyjede elektr energiyası payda boladı. Elektr energiyası bolsa úylerdegi elektr shıraqları arqalı jaqtılıq energiyasına aylanadı hám t.b. Usınday jollar menen tábiyatta energiya joq bolıp ketpeydi, ol tek bir túrden ekinshi túrge aylanadı. Bul energiyanıń saqlanıw nızamı bolıp tabıladı. Tábiyattaǵı energiyanıń saqlanıw nızamı tómendegishe aytıladı:



Tábiyatta energiya heshqashan bardan joq bolmaydı hám joqtan bar bolmaydı. Ol tek bir túrden basqa túrge yamasa bir deneden basqa denegge ótip, muǵdarı boyınsha ózgerissiz qaladı.

Mexanizmlerdiń paydalı jumıs koefficienti

Hárqanday mashina yamasa dviǵateldiń paydalı jumısı tolıq jumsalǵan energiyadan kishi boladı. Sebebi, barlıq mexanizmlerde súykeli kúshleri bar bolıp, bunday kúshlerdiń sebebinen dúzilislardıń kóplegen bólimleri qızadı. Jumsalǵan tolıq energiyanıń bir bólegi jıllılıqqa aylanıp, ısırap boladı. Energiyanıń qalǵan bólimi paydalı jumıstı orınlawǵa jumsaladı. Mashina menen dviǵatellerdiń jumsalatuǵın energiyanıń qanday bóleginiń paydalı jumıstı orınlaw ushın sarplanatuǵınlıǵın kórsetetuǵın shamalı paydalı jumıs koefficienti (PJK) dep ataydı.



Paydalı jumıstıń sarplanatuǵın jumısqa qatnası menen ólshenetuǵın shamalı *paydalı jumıs koefficienti* dep ataydı hám η arqalı belgilenedi.

Hárqanday mexanizmniń paydalı jumıs koefficientin procent esabında ańlatıw múmkin. Eger paydalı jumıstı A_p , al jumısalǵan tolıq jumıstı A_t arqalı belgilesek, onda PJK niń formulası mınaday túrge iye boladı:

$$\eta = \frac{A_p}{A_t} \cdot 100 \%$$

PJK niń mánisi birden yamasa 100% úlken bola almaydı. Mashina hám dvigatellerdegi súyekis kúshleriniń jumısı sıyaqlı tolıq energiyanıń bir bólimi ısırap boladı hám usı sebepli PJK hámme waqıtta da birden kishi boladı.

Másele sheshiw úlgisi

Kóteriw kranında quwatı 10 kVt bolǵan dvigatel ornatılǵan. Kran massası 5000 kg bolǵan júkti 3 minut ishinde 24 m biyiklikke kóteredi. Kranniń paydalı jumıs koefficientin tabıń $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

Berilgen:

Formulası:

Sheshiliwi:

$N_t = 10 \text{ kVt} = 10\,000 \text{ Vt};$ $m = 5000 \text{ kg}; h = 27 \text{ m};$ $t = 3 \text{ min} = 180 \text{ s};$ $g = 10 \text{ m/s}^2.$	$A_t = N_t t;$ $A_p = mgh;$ $\eta = \frac{A_p}{A_t} \cdot 100 \%$	$A_t = (10\,000 \cdot 180) \text{ Dj} = 1\,800\,000 \text{ Dj}.$ $A_p = (5000 \cdot 10 \cdot 27) \text{ Dj} = 1\,350\,000 \text{ Dj}.$ $\eta = \frac{1\,350\,000}{1\,800\,000} \cdot 100 \% = 75 \%$
---	---	--

Tabıw kerek:

$$\eta = ?$$

Juwabı: $\eta = 75 \%$.



Tayanısh túsinikler: energiyanıń tábiyattaǵı aylanıwı, energiyanıń tábiyattaǵı saqlanıwı, Quyashtıń jaqtılıq energiyası, gidroelektrstanciya, paydalı jumıs koefficienti.



1. Tábiyattaǵı energiyanıń aylanısın túsindirip beriń.
2. «Energiya hesh qashan bardan joq bolmaydı, joqtan bar bolmaydı» degende neni túsinesiz?
3. Paydalı jumıs koefficienti dep qanday shamaǵa aytıladı hám ol shama qalay ańlatıladı?
4. Ne sebepten PJKniń mánisi birden (100% ten) úlken bola almaydı?



1. Avtomobilge quwatı 100 kVt bolǵan dvigatel ornatılǵan. Ol 1 minuttıń ishinde 2,4 MDj paydalı jumıs orınlaydı. Avtomobilniń PJK tabıń.
2. Kóteriw kranı quwatı 10 kVt bolǵan dvigatel menen isleydi. Dvigateldiń PJK 80 % ke teń bolsa, massası 2 t bolǵan júkti 40 m biyiklikke qansha waqıtta shıǵaradı? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

3. Samolyot tuwrı sızıqlı traektoriya boyınsha 900 km/saat tezlik penen teń ólshewli ushpaqta. Dvigatelleriniń quwatı 1,8 MVt hám PJK 70% ke teń bolsa, tartıw kúshiniń shaması qanday?
4. Hidroelektrstanciyaniń biyikligi 25 m bolǵan suw saqlaǵıshınan hár sekunda 200 t suw túsedi. Elektr stanciyaniń quwatı 10 MVt. Suw saqlaǵıshınan túsip atırǵan suwdiń mexanikalıq energiyasınıń elektr energiyasına aylanıwınıń PJK qanday? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alın.

VII BAPQA TIYISLI QOSIMSHA SHINIGIWLAR

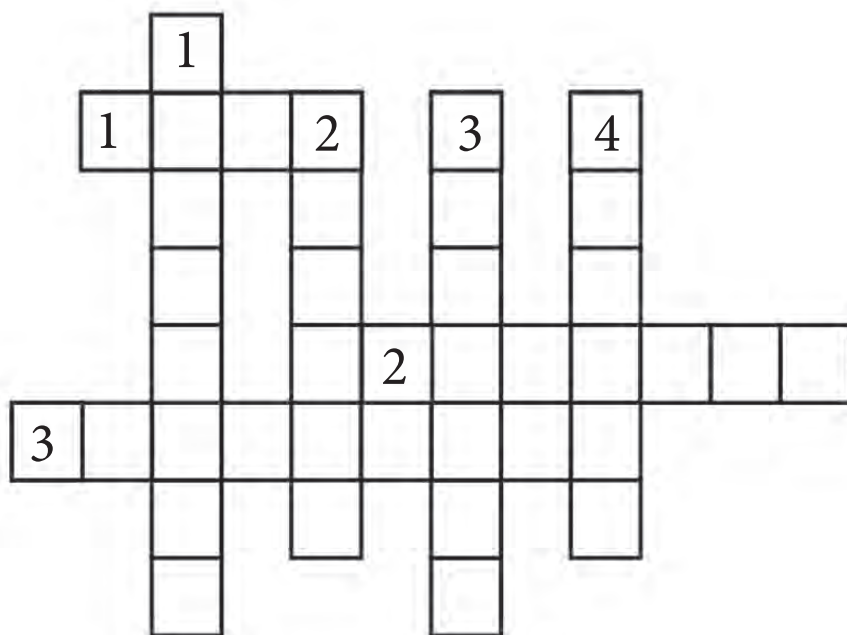
1. Massası 1 kg bolǵan dene 50 m biyiklikten 20 m biyiklikke túskende salmaq kúshi qansha jumıs orınlaydı? Usı hám bunnan keyingi shınıǵıwlarda $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.
2. Bekkemligi 10 000 N/m bolǵan prujina teń salmaqlıq halınan 8 sm aralıqqa sozıldı. Usı halda prujinaniń potenciallyq energiyası nege teń?
3. Prujinani 5 mm ge sozıw ushın 3 kDj jumıs orınlaw kerek. Usı prujinani 1,2 sm ge sozıw ushın qansha jumıs orınlaw kerek boladı?
4. Massası 1 kg bolǵan dene 180 m biyiklikten erkin túsip kiyatır. Deneniń qozǵalıswınıń altınshı sekundınıń aqırındaǵı kinetikalıq hám potenciallyq energiyaları qansha boladı?
5. Shtanga kóteriwshi massası 180 kg bolǵan shtangani 2 m biyiklikke birden kótergende qansha jumıs orınlanadı?
6. Kran uzınlıǵı 7 m hám kese-kesimi 75 sm^2 bolǵan tutas polat cilindrdi gorizont baǵıtındaǵı awaldan 60 m biyiklikke kótergende qansha jumıs orınlaytuǵınlıǵın tabıń. Polattıń tıǵızlıǵı $7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.
7. Massası 250 g bolǵan erkin túsip kiyatırǵan deneniń tezligi joldıń belgili bóliminde 1 m/s shamasınan 9 m/s shamasına shekem arttı. Usı jolda salmaq kúshi orınlaǵan jumıstı tabıń.
8. Belgili tezlik penen qozǵalatuǵın deneniń impulsı $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, kinetikalıq energiyası 50 Dj. Deneniń tezligin hám massasın tabıń.
9. Uzınlıǵı 3 m hám massası 40 kg bolǵan baǵana Jerde jatırıptı. Onı vertikal qılıp qoyıw ushın qansha jumıs orınlaw kerek?
10. 60 m biyiklikten erkin túsip kiyatırǵan massası 0,5 kg bolǵan deneniń Jerdiń betinen 20 m biyikliktegi potenciallyq hám kinetikalıq energiyaların tabıń.
11. Tas joqarıǵa qaray 20 m/s tezlik penen atıldı. Qanday biyiklikte tastıń kinetikalıq hám potenciallyq energiyaları óz ara teńlesedi?
12. Gorizont baǵıtındaǵı bette dene 100 N kúshtiń tásirinde teń ólshewli qozǵalmaqta. Sırtqı kúshtiń táhiri toqtaǵannan keyin dene 2 m aralıqqa jılıp barıp toqtadı. Súykelis kúshiniń jumısın tabıń.

13. Eger bala 0,5 saatta 180 kDj jumıs orınlağan bolsa, onıń paydalı quwatın tabıń.
14. Avtomobilge quwatı 250 kVt bolğan dviqatel ornatılğan. Ol 1 saatta 360 MDj paydalı jumıs orınladı. Avtomobildiń PJK in tabıń.

Krossvord

- Eni boyınsha:
1. Ólshew birligi.
 2. Fizika iliminiń rawajlanıwına úlken úles qosqan watan-larımızdıń biri.
 3. Fizika sózin ilimge kirgizgen alım.

- Boyı boyınsha:
1. Fizikanıń bólimleriniń biri.
 2. Kosmonavtlardıń transportı.
 3. Energiyanıń túri.
 4. Túrтки degen mánisti bildiretuğın fizikalıq shama.



LABORATORIYALÍQ JUMÍSLARDA ÓLSHEWDIŃ QÁTELİKLERIN ESAPLAW

Fizikalıq shamalardı laboratoriyalıq jumıslarda ólshew tikkeley hám janapay túrde orınlanadı. Tikkeley ólshewde ásbap ólshenip atırǵan fizikalıq shamanıń mánisin kórsetedi.

Fizikalıq shamalardıń barlıǵın tikkeley ólshewge bolmaydı. Sonlıqtan, mánisi izlenip atırǵan fizikalıq shama tikkeley ólshewlerde tabılǵan shamalar arqalı esaplap tabıladı. Fizikalıq shamanı bunday jollar menen ólshewdi janapay ólshew dep ataydı. Barlıq ólshewlerde absolyut hám salıstırmalı qáteliklerdi esapqa alıw kerek boladı.

Fizikalıq shamalardı ólshewde birdey sharayatlarda ólshewlerdiń nátiyjesinde $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ shamaları alınadı. Olardıń ortasha arifmetikalıq mánisi

$$a_{\text{ort}} = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) / n$$

ańlatpasınıń járdeminde tabıladı.

Ólshewdiń barısında tabılǵan shamalar bir-birinen ayırmaǵa iye boladı. Olardıń mánisiniń ortasha shamadan ayırması ayırım ólshewlerdiń **absolyut qáteligi** dep ataladı.

Birinshi ólshewdegi absolyut qátelik $\Delta a_1 = |a_{\text{ort}} - a_1|$, ekinshisindegi $\Delta a_2 = |a_{\text{ort}} - a_2|$, úshinshidegi $\Delta a_3 = |a_{\text{ort}} - a_3|$, hám n chi $\Delta a_n = |a_{\text{ort}} - a_n|$ ólshewdegi absolyut qátelik. Bunnan soń absolyut qáteliklerdiń ortasha shaması $\Delta a_{\text{ort}} = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \dots + \Delta a_n) / n$ ańlatpasınıń járdeminde anıqlanadı.

Fizikalıq shamanıń haqıyqıy mánisi tabılǵan ortasha shamadan $\pm a_{\text{ort}}$ shamasına ayırmaǵa iye boladı, yaǵnıy $a = a_{\text{ort}} + \Delta a_{\text{ort}}$. Usınıń menen bir qatarda absolyut qáteliktiń ortasha mánisiniń ólshenip atırǵan shamanıń ortasha mánisine qatnası **salıstırmalı qátelik** dep ataladı. Ol shama procentlerde ańlatıladı, yaǵnıy

$$\varepsilon = (\Delta a_{\text{ort}} / a_{\text{ort}}) \cdot 100 \%$$

SHÍNÍG'ÍWLARDÍN' JUWAPLARÍ

2-shınıǵıw. 2. $v = 1,5 \text{ m/s}$. 3. $v = 5 \text{ m/s}$. 4. $v = 80 \text{ km/saat}$. **3-shınıǵıw.** 1. $s = 60 \text{ m}$. 2. $s = 30 \text{ km}$. 3. $t = 10 \text{ min}$. 4. $t = 0,5 \text{ saat}$. **4-shınıǵıw.** 1. $v_{\text{ort}} = 0,5 \text{ m/s}$. 2. $v_{\text{ort}} = 90 \text{ km/saat}$. 3. $v = 1,5 \text{ m/s}$. 4. Saat 7^{40} ta. **5-shınıǵıw.** 1. $a = 2,5 \text{ m/s}^2$. 2. $t = 30 \text{ s}$. 3. $a_1 = 0,5 \text{ m/s}^2$; $a_2 = -1,0 \text{ m/s}^2$. 4. $a = 0,5 \text{ m/s}^2$. 5. $t = 50 \text{ s}$. **6-shınıǵıw.** 1. $v = 12 \text{ m/s}$. 2. $v = 15 \text{ m/s}$. 3. $v = 24 \text{ km/saat}$; $v_{\text{ort}} = 42 \text{ km/saat}$. 4. $v_0 = 5 \text{ m/s}$. **7-shınıǵıw.** 1. $s = 15 \text{ m}$. 2. $s = 1,4 \text{ km}$. **8-shınıǵıw.** 1. $v = 60 \text{ m/s}$; $h = 180 \text{ m}$. 2. $t = 4 \text{ s}$; $h = 80 \text{ m}$. 3. $v = 45 \text{ m/s}$; $h = 45 \text{ m}$. **9-shınıǵıw.** 1. $v = 5 \text{ m/s}$; $h = 30 \text{ m}$. 2. $h = 90 \text{ m}$; $t = 6 \text{ s}$. 3. $v = -10 \text{ m/s}$; $h = 75 \text{ m}$. $v = 60 \text{ m/s}$; $h = 45 \text{ m}$; $v_0 = 30 \text{ m/s}$. **10-shınıǵıw.** 1. $v_1 = 0,5 \text{ m/s}$; $v_2 = 1 \text{ m/s}$; $v_3 = 1,5 \text{ m/s}$; $\omega = 10 \text{ rad/s}$. 2. $v = 10 \text{ m/s}$. 3. $v = 0,05 \text{ mm/s}$; $\Delta \varphi = 1 \text{ rad}$; $\omega \approx 0,0017 \text{ rad/s}$. 5. $v \approx 21 \text{ sm/s}$; $\omega \approx 0,00105 \text{ rad/s}$. **11-shınıǵıw.** 1. $v \approx 0,21 \text{ m/s}$; $\omega \approx 0,21 \text{ rad/s}$. 2. $T \approx 0,19 \text{ s}$; $v \approx 5,3 \text{ l/s}$; $\omega \approx 33,3 \text{ rad/s}$. 3. $v \approx 465 \text{ m/s}$; $\omega \approx 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$. **12-shınıǵıw.** 1. $a = 100 \text{ m/s}^2$. 2. $a \approx 1786 \text{ m/s}^2$. 3. $a \gg 1875 \text{ m/s}^2$. 4. $r = 57,6 \text{ sm}$. 5. $T = 0,05 \text{ s}$; $v = 18,84 \text{ m/s}$; $\omega = 125,6 \text{ rad/s}$; $a \approx 2366 \text{ m/s}^2$. **14-shınıǵıw.** 3. $a = 2 \text{ m/s}^2$; $m = 40 \text{ kg}$; 4. $F = 20 \text{ N}$. **15-shınıǵıw.** 1. $v = 7,85 \text{ m/s}$; $F \approx 4,9 \text{ N}$. 2. A. $v = 7,85 \text{ m/s}$; $F \approx 9,8 \text{ N}$. B. $v = 15,7 \text{ m/s}$; $F \approx 9,8 \text{ N}$. D. $v = 3,925 \text{ m/s}$; $F \approx 1,2 \text{ N}$. **16-shınıǵıw.** 1. $k = 80 \text{ N/m}$. 2. $\Delta l = 2 \text{ sm}$. 3. $F_t = 40 \text{ N}$. 4. $\Delta l = 1 \text{ sm}$. 5. $k = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}$. 6. $k_2 = 500 \text{ N/m}$. **17-shınıǵıw.** 1. $F \approx 2 \cdot 10^{20} \text{ N}$. 2. $F \approx 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ N}$. 3. $F \approx 8,17 \cdot 10^{-8} \text{ N}$. **18-shınıǵıw.** 1. $F = F_{\text{salm}} = 2 \text{ kN}$. 2. $m = 2 \text{ t}$. **19-shınıǵıw.** 1. $P = 0,5 \text{ N}$. 2. $P = 0,8 \text{ N}$. 3. $P = F_{\text{ser}} = 2 \text{ N}$. **20-shınıǵıw.** 1. $P = 6 \text{ N}$. 3. $a = 3 \text{ m/s}^2$. **21-shınıǵıw.** 1. $h = 45 \text{ m}$; $s = 4 \text{ m}$. 2. $t = 5 \text{ s}$; $h = 125 \text{ m}$. 3. $v_l/v_a = 355,5$; $v_l/v_s = 31,6$. **22-shınıǵıw.** 1. $F = 3,84 \cdot 10^{-6} \text{ N}$. 2. $F = 0,67 \text{ N}$. 3. $F = 3,5 \cdot 10^{-22} \text{ N}$. 4. $F = P = 1000 \text{ kN}$. 5. $m = 10 \text{ t}$. 6. $F = 9,8 \text{ N}$. 7. $P = 666 \text{ N}$. 8. $P = 657 \text{ N}$. 9. 4716 km . **23-shınıǵıw.** 1. $F_{13} = 20 \text{ N}$. 2. $F = 12 \text{ N}$. 3. $F_{i(d)} = 0,06 \text{ N}$. 4. $F_{i(d)} = 3,6 \text{ N}$. **24-shınıǵıw.** 1. $I_1 = 20 \text{ N} \cdot \text{s}$; 2. $I_1 = 10 \text{ N} \cdot \text{s}$. 3. $\Delta p = 0,3 \text{ N} \cdot \text{s}$. **25-shınıǵıw.** 1. $m = 30 \text{ t}$. 2. $v^1 = 4,5 \text{ m/s}$; 3. $v^1 = 4,5 \text{ m/s}$; **26-shınıǵıw.** 1. $A = 2 \text{ Dj}$. 2. $A = 630 \text{ Dj}$. 3. $A_1 = 72 \text{ kDj}$; $A_2 = 96 \text{ kDj}$; $A_3 = 120 \text{ kDj}$; $A_{\text{um}} = 283 \text{ kDj}$; 4. $F = 120 \text{ kN}$. 5. a) teris; b) oń. 6. $A = 12,25 \text{ Dj}$. **27-shınıǵıw.** 1. $E_p = 80 \text{ kDj}$. 2. $E_{p1} = 100 \text{ Dj}$; $E_{p2} = 240 \text{ Dj}$; $A = -140 \text{ Dj}$. 3. $A = 9,6 \text{ kDj}$. **28-shınıǵıw.** 1. $E_k = 12,5 \text{ Dj}$. 2. $A = 240 \text{ kDj}$. 3. $A = 10 \text{ kDj}$. 4. $A = 80 \text{ kDj}$. 5. $m = 1349 \text{ kg}$. **29-shınıǵıw.** 1. $E_k = 5 \text{ Dj}$; $E_p = 40 \text{ Dj}$; $E_{\text{max}} = 45 \text{ Dj}$; 2. $E_{p2} = 18 \text{ kDj}$; $E_{k2} = 0$; $m = 300 \text{ kg}$. 3. $E_9 = 90 \text{ Dj}$; 4. $h = 40 \text{ m}$. **30-shınıǵıw.** 1. $N = 100 \text{ Vt}$. 2. $N = 24 \text{ Vt}$. 3. $N = 1 \text{ kVt}$. 4. $F = 7,2 \text{ kN}$. **31-shınıǵıw.** 1. $\eta = 40\%$. 2. $t = 1 \text{ min } 40 \text{ s}$. 3. $F = 5040 \text{ N}$. 4. $\eta = 20\%$.

QOSÍMSHA SHÍNÍGÍWLARDÍN JUWAPLARÍ

- II bap.** 1. $v = 5 \text{ m/s}$; $v = 18 \text{ km/saat}$; 2. $S = 60 \text{ km}$; 3. $t = 12 \text{ min}$;
4. a) 25 m/s ; b) 15 m/s ; 5. $l_1 = 270 \text{ m}$; $l_2 = 360 \text{ m}$; 6. $t_{\text{ok,q}} = 2t_{\text{ok,b}}$; 7. $v_{\text{ort}} = 72 \text{ km/saat}$; 8. $t_2 = 20 \text{ s}$; 9. $S_2 = 72 \text{ sm}$; 10. $S = 38,75 \text{ m}$; 11. $S = 40 \text{ m}$; $v = 90 \text{ m/s}$; 12. $S = 25 \text{ m}$; 13. $t = 8 \text{ s}$; 14. $v = 55 \text{ m/s}$; 15. $h = 720 \text{ m}$; $v = 120 \text{ m/s}$; 16. $v_{\text{ort}} = 45 \text{ km/saat}$; **III bap.** 1. $v = 0,6 \text{ 1/s}$; $T = 1,67 \text{ s}$; $v = 1,88 \text{ m/s}$; $\omega = 3,76 \text{ rad/s}$; 2. $T = 0,05 \text{ s}$; $v = 20 \text{ 1/s}$; $\omega = 125,6 \text{ rad/s}$; 3. $v = 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ 1/s}$; $v = 1 \text{ km/s}$; 4. $v = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ 1/s}$; $v = 30 \text{ km/s}$; 5. $v = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/s}$; $a = 0,034 \text{ m/s}^2$; 6. $v = 2,65 \text{ 1/s}$; 7. $a = 0,225 \text{ m/s}^2$; 8. $a = 1570 \text{ m/s}^2$; 9. $v_2/v_1 = 1/20$; 10. 4 ret; **IV bap.** 1. $F = 20 \text{ N}$; 2. $F = 0,1 \text{ N}$; 3. $m = 20 \text{ t}$; 4. $F = 0,8 \text{ N}$; 5. $a = 0,5 \text{ m/s}^2$; 6. $a = 3 \text{ m/s}^2$; 7. a) 2 m/s ; b) 3 m/s ; 8. $F = 1,6 \text{ kN}$; 9. $v = 2 \text{ m/s}$; 10. $a = 1,5 \text{ m/s}^2$; 11. $a = 1,5 \text{ m/s}^2$; 12. $F = 800 \text{ N}$; 13. $F = 4 \text{ N}$; $a = 40 \text{ m/s}^2$; 14. $F_2 = 4F_1$; $a_2 = 4a_1$; 15. $m = 250 \text{ g}$; 16. $F = 1 \text{ N}$; 17. $m = 200 \text{ kg}$; $a = 12,5 \text{ m/s}^2$; 18. $k = 20 \text{ N/m}$; 19. $k = 125 \text{ N/m}$; 20. $m = 300 \text{ g}$; 21. $\Delta l = 6 \text{ sm}$; 22. $k_2 = 160 \text{ N/m}$; 23. $\Delta x = 14 \text{ sm}$;
- V bap.** 3. $F = 6,67 \cdot 10^{-3} \text{ N}$; 5. $M_g = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$; 6. $P = 3,58 \text{ kN}$; 7. $P = 118 \text{ N}$; 8. $h = 20 \text{ m}$; 10. $F_{\text{súyk}} = 20 \text{ N}$; $\mu = 0,04$; 13. $R = 40 \text{ m}$;
- VI bap.** 4. $I_1 = 1 \text{ N} \cdot \text{s}$; $I_2 = 40 \text{ N} \cdot \text{s}$; 5. $p_1 = 0,3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_2 = 1,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_3 = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; 6. $p = 0,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; 7. $p_1 = 30000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_2 = 40000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_1^1 = 12000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_2^1 = 18000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; 8. $\Delta p = -0,24 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; 9. $v = 1,8 \text{ m/s}$; 10. $v = 3 \text{ m/s}$; 12. $x = 1 \text{ m}$; 13. $\Delta p = -0,03 \text{ N/s}$;
- VII bap.** 1. $A = 300 \text{ Dj}$; 2. $E_p = 32 \text{ Dj}$; 3. $A_2 = 17 \text{ kDj}$; 4. $E_k = 1800 \text{ Dj}$; $E_p = 0 \text{ Dj}$; 5. $A = 3600 \text{ Dj}$; 6. $A = 246 \text{ kDj}$; 7. $A = 10 \text{ Dj}$; 8. $v = 10 \text{ m/s}$; $m = 1 \text{ kg}$; 9. $A = 600 \text{ Dj}$; 10. $E_k = 200 \text{ Dj}$; $E_p = 100 \text{ Dj}$; 11. $h = 10 \text{ m}$; 12. $A = 200 \text{ Dj}$; 13. $N = 100 \text{ Vt}$; 14. $\eta = 40\%$;

MAZMUNI

Kirisiw.....	3
--------------	---

KINEMÀTIKÀ TIYKÀRLÀRÍ

I bàp. Mexanikalıq qozğalıw hâqqında ulıwma mâğlıwmâtlar

1-§. Denelerdiń qozğalıwı	8
2-§. Keńislik hám waqt.....	11
3-§. Kinemàtikaniń tiykârgı túsinipleri	14
4-§. Skalyar hám vektorlıq shamalar hám olar ústinde ámeller.....	18

II bàp. Tuwrı sıızıqlı qozğalıw

5-§. Tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozğalıw hâqqında túsiniplik.....	26
6-§. Tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozğalıwı tezligi	28
7-§. Tuwrı sıızıqlı teń ólshewli qozğalıwı grafikalıq súwretleniwı	32
8-§. Teń ólshewli emes qozğalıwı tezlik.....	34
9-§. Teń ólshewli ózgeriwshi qozğalıwı tezleniw	37
10-§. Teń ólshewli ózgermeli qozğalıwı tezligi	40
11-§. Teń ólshewli ózgermeli qozğalıwı básiw ótilgen jol.....	44
12-§. Teń ólshewli tezleniwshi qozğalıwı deneniń tezleniwini anıqlaw (1-lâborâtoriyalıq jumıs	47
13-§. Denelerdiń erkin túsiwi	48
14-§. Jıqarıǵa tik ılaqtırılǵan dânanıń qızğalıwı	50

III bàp. Sheńber boyınsha teń ólshewli qozğalıw

15-§. Dânanıń sheńber boyınsha teń ólshewli qozğalıwı	56
16-§. Sheńber boyınsha qozğalıwı táriyipleytuǵın shâmâlardıń árasındaǵı qatnaslar	59
17-§. Orayǵa umtılıwshi tezleniw	62

DINÀMIKÀ TIYKÀRLÀRÍ

IV bàp. Qozğalıw nızamları

18-§. Denelerdiń óz-ara tásirlesiwi. Kúsh.....	69
19-§. Nyutonniń birinshi nızamı – inerciyâ nızamı	72
20-§. Deneniń mássâsı	76
21-§. Nyutonniń ekinshi nızamı	78
22-§. Nyutonniń úshinshi nızamı	82
23-§. Qozğalıw nızamlarınıń áylanbâlı qozğalıwı qollanıwı	86
24-§. Serpimlilik kúshi.....	88
25-§. Prujinanıń qattılıǵın anıqlaw (2-laboratorialıq jumıs).....	93

V bap. Sırtqı kúshler tásirinde denelerdiń qozǵalı

26-§. Pútkúl dúnyalıq tartılıs nızamı	97
27-§. Salmaq kúshi	100
28-§. Deneniń salmaǵı.....	102
29-§. Júk túsiw hám sálmáqsızlıq.....	105
30-§. Jerdiń tartıw kúshi tásirinde denelerdiń qozǵalı.....	108
31-§. Jerdiń jasalma joldasları	112
32-§. Súykeliw kúshi. Tınıshlıqtaǵı súykeliw	115
33-§. Sırǵanap súykeliw. Domalap súykeliw.....	118
34-§. Sırǵanap súykeliw koefficientin anıqlaw (3-laboratoriyalıq jumıs).....	122
35-§. Tábiyattaǵı hám texnikadaǵı súykeliw	123

SAQLANÍW NÍZAMLARÍ

VI bap. Impulstiń saqlanıw nızamı

36-§. Impuls	130
37-§. Impulstiń saqlanıw nızamı	135
38-§. Reaktiv qozǵalı	140

VII bap. Jumıs hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

39-§. Mexanikalıq jumıs.....	147
40-§. Deneni kótergende hám onı usınday aralıqqa gorizont baǵıtında orın awıstırǵanda orınlanǵan jumıstı esaplaw (4-laboratoriyalıq jumıs)	151
41-§. Potencial energiya	152
42-§. Kinetikalıq energiya	155
43-§. Mexanikalıq energiyanıń saqlanıw nızamı	157
44-§. Deneniń kinetikalıq energiyasınıń onıń tezlisi menen massasına baylanıslıǵın anıqlaw (5-laboratoriyalıq jumıs)	162
45-§. Quwat.....	163
46-§. Tábiyatta energiyanıń saqlanıwı. Paydalı jumıs koefficienti.....	166
Qosımsha. Laboratoriyalıq jumıslarda ólshewdiń qáteliklerin esaplaw.....	170
Shınıǵıwlardıń juwapları	171
Qosımsha shınıǵıwlardıń juwapları	172

Habibullayev, Polat Qirg'izboyevich.

Fizika: Ulwma orta bilim beriw mektepleriniń 7-klası ushin sabaqlıq. / P. Q. Habibullayev, A. Boydedayev, A. D. Bahromov. – Qayta islenen hám tolıqtırılğan tórtinshi basılım. — T.: «O'zbekiston milliy ensiklopediyasi» Mámleketlik ilimiy baspası, 2017. — 176 b.

KBK 22.3ya72

O'quv nashri

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH
BOYDEDAYEV AHMADJON
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH
BURXONOV SATTOR OSIMOVICH

FIZIKA

Umumiy o‘rta tálım maktablarining
7-sinfi uchun darslik

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan to‘rtinchi nashri

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»

Davlat ilmiy nashriyoti

Toshkent–2017

(Qaraqalpaq tilinde)

Awdarmashilar *B. Abdikamalov, R. Xojanazarova*

Redaktori *S. Aytumuratova*

Xud.redaktori *A. Yoqubjonov*

Tex.redaktori *B. Turimbetov*

Operatori *J. Badalov, N. Qaypbergenova*

Licenziya: Al¹ 108, berilgen waqti 2008-jil 15-iyul.

Originál-maketten basıwǵa ruqsát etilgen waqti 29.07.2017-jil. Ofset qágázi. Kegl 12.
Formátı 70x100 $\frac{1}{16}$. «Times KRRP» gárniturası. Ofset usılındá basıldı.
Kólemi 11,0 b.t. esáp., 12,00 b.t. Shártli 14,9 b.t. Buyırtpá 4791. Nusqası 10010 dána.

«Bilim» baspası. 230103. Nókis qalası. Qaraqalpaqstan kóshesi, 9.

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Mámleketlik ilimiy baspası, .
100011, Tashkent q., Nawayı kóshesi, 30.

«Sharq» baspa-poligrafıyalıq akcionerlik kompaniyası baspaxanasında basıldı.
100000, Tashkent qalası, Buyuk Turan kóshesi, 41.

**Ijaràgà berilgen sàbàqlıq jàgdàyin
kórsetetuđın keste**

1	Oqıwshınıń átesiniń áti	Oqıw jılı	Sàbàqlıqtıń álinğandàđı jàgdàyı	Kláss bàsshısınıń qolı	Sàbàqlıqtıń tàpsırılğandàđı jàgdàyı	Kláss bàsshısınıń qolı
1						
2						
3						
4						
5						
6						

**Sàbàqlıq ijaràgà berilip, oqıw jılı áqırında qàytàrıp
álinğandà joqàrıdàđı keste kláss bàsshısı tárepinen
tómendegi bähàlàw ólshemlerine tiykàrlànp toltırılàdı.**

Jàná	Sàbàqlıqtıń birinshi ret pàydàlanıwǵa berilgendegi jàgdàyı.
Jàqsı	Muqàbásı pútin, sàbàqlıqtıń tiykàrǵı bóliminen ájirálmàđan. Bàrlıq betleri bär. Jırtılmàđan, betleri àlmàstırılmàđan, betlerinde jázıw hám sızıqlar joq.
Qànààt-làndırarlı	Muqàbà jelingen, bir qànshà sızılıp, shetleri qàyrılǵan, sàbàqlıqtıń tiykàrǵı bóliminen álnıp qalıw jàgdàyı bär, pàydàlanıwshı tárepinen qànààtlànàrlı qálpine keltirilgen. Alınǵan betleri qàytà jelimlengen, áyırım betlerine sızılǵan. Muqàbàǵa sızılǵan, jırtılǵan, tiykàrǵı bólimnen ájirálǵan yamàsà pútkilley
Qànààt-lànàrsız	joq. Betleri jırtılǵan, betleri tolıq emes, sızıp, boyap tàslànǵan. Sàbàqlıqtı qàytà tiklew múmkin emes.

Habibullayev, Polat Qirg'izboyevich.

Fizika: Ulwma orta bilim beriw mektepleriniń 7-klası ushin sabaqlıq. / P. Q. Habibullayev, A. Boydedayev, A. D. Bahromov. – Qayta islengen hám tolıqtırılğan tórtinshi basılım. — T.: «O'zbekiston milliy ensiklopediyasi» Mámleketlik ilimiy baspası, 2017. — 176 b.

KBK 22.3ya72

O'quv nashri

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH
BOYDEDAYEV AHMADJON
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH
BURXONOV SATTOR OSIMOVICH

FIZIKA

Umumiy o‘rta tálım maktablarining
7-sinfi uchun darslik

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan to‘rtinchi nashri

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»

Davlat ilmiy nashriyoti

Toshkent–2017

(Qaraqalpaq tilinde)

Awdarmashilar *B. Abdikamalov, R. Xojanazarova*

Redaktori *S. Aytimuratova*

Xud.redaktori *A. Yoqubjonov*

Tex.redaktori *B. Turimbetov*

Operatori *J. Badalov, N. Qaypbergenova*

Licenziya: Al ' 108, berilgen waqti 2008-jil 15-iyul.

Originál-maketten basıwǵa ruqsát etilgen waqti 29.07.2017-jil. Ofset qágazi. Kegl 12.

Formati 70x100 $\frac{1}{16}$. «Times KRKP» gárniturası. Ofset usılında basıldı.

Kólemi 11,0 b.t. esáp., 12,00 b.t. Shártli 14,9 b.t. Buyırtpa 4791. Nusqası 1293 dána.

«Bilim» baspası. 230103. Nókis qalası. Qaraqalpaqstan kóshesi, 9.

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Mámleketlik ilimiy baspası, .
100011, Tashkent q., Nawayı kóshesi, 30.

«Sharq» baspa-poligrafıyalıq akcionerlik kompaniyası baspaxanasında basıldı.
100000, Tashkent qalası, Buyuk Turan kóshesi, 41.