

FIZIKA

Uliwma orta bilim beriw mektepleriniń
7-klası ushın sabaqlıq

MEXANIKA

Ózbekistan Respublikası Xalıq bilimlendiriw ministrligi tárepinen tasdıyıqlangan

Qayta islangen hám tolıqtırılğan
qaraqalpaqsha tórtinshi basılımı

«O‘zbekiston 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 Ilimler Akademiyasınıñ Fizika-texnika institutınıñ shama ilimiy xızmetkeri, fizika-matematika ilimleriniñ kandidati.

Pikir bildiriwshiler:

B. Nurillaev – Nizamiy atındağı TMPU kafedrasınıñ baslıǵı;

B. Ibragimov – Nizamiy atındağı TMPU kafedrasınıñ docenti;

Z. Sangirova – Respublikaliq tálim 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. Raxmatuliaev – Tashkent qalası 307-sanlı IDUM fizika muǵallimi;

D. Bekpolatov – Samarqand wálayatı, Aqdárya rayonındağı 18-sanlı mekteptiñ fizika muǵallimi.

Shartli belgilar:



– táriyiplemelerdi hám juwmaqlardı este saqlań;



– formulani este saqlań;



– tayanış túsinikler;



– úyge tapsırma;



– shınıǵıwdıń tártip sanı.

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

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

© «O‘zbekiston 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 túsiniqke 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 dúzilislardı paydalanǵan. Adamlardıń mıtájlikleriniń artıp barıwı menen insan miynetin ańsatlastırıwshı jáne de quramalı dúzilislər oylap tabıldı. Hár túrli dúzilislər, kópirlər menen dambalar qurıldı. İnsan ápiwayı qayıqdan baslap úlken kemelerdi, arbadan baslap velosiped, avtomobil, raketalarđ dóretti (1-súwret).

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



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

Kirisiw



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

Mexanika bóliminde materiyanıń eń ápiwayı kórinisindegi qozǵalıstı – 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.

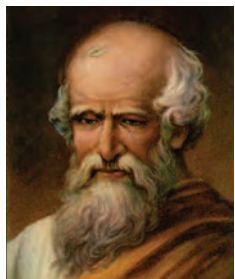
Bul tiykarǵı wazıypanı sheshiw ushın deneniń qalay qozǵalıp atırǵanlıǵın hám usı qozǵalıstıń barısında deneniń keńisliktegi ornınıń waqıttıń ótiwi menen qalay ózgeretuǵının anıq hám qısqa túrde kórsetiw kerek boladı. Házirgi waqıtlarda «Mexanika» dúzilisler hám mashinalardı jaratıwdı emes, al denelerdiń óz ara tásirin jáne usı tásir nátiyjesinde olardıń qozǵalıstılarınń 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 qozğalısh haqqındağı Abu Rayxan Beruniy menen Abu Ali ibn Sinonıń tálimatları

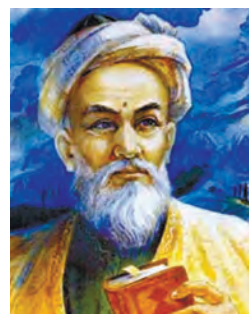
Orta ásirlerge kelgende basqa ilimler qatarında fizikanıń, sonıń ishinde, mexanikanıń rawajlanıwında jańa basqısh baslandı. Bul dáwirdegi mexanikanıń rawajlanıwında Orta Aziyadan jetilip shıqqan ullı alımlardıń da úlesi úlken bolğan. Xorezmniń áyyemgi paytaxtı Kat qalasında (házirgi Beruniy rayonında) tuwılğan **Abu Rayxan Beruniy** (973–1048) Jerdiń tartıw kúshi, denelerdiń erkin túsiwi, deneniń salmağı, 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 qaldırğan. Jerdiń ishki qozğalıshı, yaǵnıy onıń quramındağı zatlardıń óziniń tábiyiy orınlarına umtılwına da denelerdiń Jerdiń orayına tartılıwı sebep bolıwı, sonıń sebebinen Jerdiń betindegi hár qıylı qozğalıslardıń 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 qaldırğan.

Beruniydiń zamanası, Buxaranıń Afshona awılında dúnyaǵa kelgen **Abu Ali ibn Sino** (980–1037) mexanikalıq qozğalısh, denelerdiń qozğalıslarınıń salıstırmalıǵı, denelerdiń óz ara tásirlesiwleri, aylanbalı qozğalısh, orayǵa umtılwıshı kúsh, sıızıqlı tezlik, atmosfera basımı haqqında áhmiyetli maǵlıwmatlardı jazıp qaldırğan. 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, qozğalısh 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

Kirisiw

boladı. Ülken shar ekinshisinen neshe ese úlken bolsa, nátiyjesi sonsha ese kishi boladı». Bunda Ibn Sino «sebeb» 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 dagazalangan mexanikanın ekinshi nızamı dep atalatuğın nızamnıń sózler menen jazılğan táriyiplemesi bolıp tabıladı.

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

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

XVII ásirlerde italiyalı alım Galileo Galiley (1564–1642) qozǵalıstaǵı denelerdiń birden toqtay almawınıń sebebi – denelerdiń inerciyası, denelerdi Jer sharınıń ózine tartıp turıwınıń nátiyjesinde olardıń erkin túsetuǵınlıǵın, mayatnik terbelisleriniń nızamlıqların ashtı.

Ingilis alımı Isaak Nyutonnan 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 anlattı hám bir sistemaǵa túsirdi. 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 ashılğan fizikalıq nızamlar da mexanikaǵa tiyisli bolıp, álem haqqındaǵı eń birinshi fizikalıq kórinisi álemnıń mexanikalıq súwretleniwi bolğan. Mexanikanıń rawajlanıwınıń nátiyjesinde ilimiy pikirlewdiń jańa usılı payda boldı, mikro hám makroálemnıń sırları sheshilip, kosmostı tabıslı túrde iyelew isleri baslandı.



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

KINEMATIKANÍŇ TIYKARLARÍ

Mexanika: kinematika, dinamika hám statika bólimlerinen turadı.

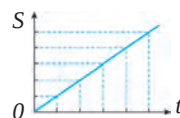
Biz Mexanikanı úyreniwdi kinematika bólimin úyreniw menen baslaymız. Kinematika bóliminde denelerdiń mexanikalıq qozǵalısları úyreniledi, biraq bul qozǵalıstı júzege keltiretuǵın sebepler bolǵan kúshlerdiń tásiiri esapqa alınbaydı. «Kinematika» sózi grekshe «*kinematos*» sózinen alınǵan bolıp, «qozǵalıstı» degen mánisti bildiredi. Soń Mexanikanıń denelerdiń qozǵalıstına olardıń massasınıń hám óz ara tásirine baylanıslı ekenligin úyrenetuǵın bólimi bolǵan dinamika menen tanısamız. Qálegen deneni qozǵalısqı kel-tiriw 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 túsinik (materiallıq noqat, esaplaw sisteması, traektoriya) hám shamalar (jol, orın awıstırıw, waqıt, tezlik, tezleniw) haqqında túsinikke iye bolamız. Keyinirek deneler qozǵalıstı haqqında, kinematikaga tiyisli ápiwayı máselelerdiń qalay sheshiletuǵınlıǵın bilemız. Bul bólimde keltirilgen maǵlıwmatlardı «mexanika»nıń keyingi bólimlerin úyreniwde paydalanamız.

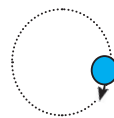
I bap. MEXANIKALÍQ QOZǴALÍS HAQQÍNDAGÍ ULÍWMA MAǴLÍWMATLAR



II bap. TUWRÍ SÍZÍQLÍ QOZǴALÍS



III bap. AYLANBALÍ TEŇ ÓLSHEWLI QOZǴALÍS





I bap. MEXANIKALÍQ QOZǴALÍS HAQQÍNDÁ ULÍWMA MAǴLÍWMATLAR

1-§. DENELERDÍŇ QOZǴALÍSÍ

Mexanikalıq qozǵalıś



2-súwret. Denelerdín mexanikalıq qozǵalıśı.

Dóğerek-átirapımızda velosiped, avtomobil hám adamlardıń júriwin, aspan-da qustıń, vertolyottıń, samolyottıń hám raketalardıń ushıwın (2-súwret), suwda balıqtıń, akula hám delfinlerdín júziwin, Jerdín Quyash átirapında, Aydıń Jer átirapında aylanıwın baqlaymız. Denelerdín qozǵalıśları belgili nızam-qaǵıydalarǵa boysınadı. Mısalı, alımlar baqlawlardıń nátiyjesinde aspan deneleriniń qaysı waqıtta keńisliktiń qaysı ornında bolıwın anıqlay aladı. Tap sol sıyaqlı Ay menen Quyashtıń qashan tutılatuǵınlıǵın aldınan aytıp beriwı múmkin.

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



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

Qozǵalıstıń salıstırmalıǵı

Deneniń ornı jerge salıstırǵanda ózgermese, ol tınıshlıqta turıptı. Biraq deneniń tınısh yamasa qozǵalıǵı jaǵdayı salıstırmalı. 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 poyezddıń ishinde júrip baratırǵan adam vagonǵa salıstırǵanda kishi tezlikte qozǵalsa, sırttaǵı temir joldıń 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 salıstırmalı bolıp, olardıń tınıshlıqta turıwı salıstırmalı bolıp tabıladı.

Esaplaw denesi

Qozǵalıstıń salıstırmalıǵın 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 avtomobildıń, poyezd hám basqalardıń qozǵalıǵında esaplaw denesi sıpatında Jer sharınıń ornına onıń betinde qozǵalmay turǵan imarat, ter-eklerdi alamız. Mısalı, avtomobildıń qozǵalıǵı joldıń jaǵasındaǵı tereklerge salıstırǵanda, sol terek esaplaw denesi dep alınadı.



3-súwret. Platforma ústindegi adamnıń qozǵalıǵı salıstırmalı.

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 tómendegi usıldan paydalanamız. Qalanıń kartasın alıp, onda qozǵalısqı baslanǵan A punkt, yaǵnıy esaplaw denesin tabamız (4-súwret). Usı noqattan ótiwshi Batıstan Shıǵısqa 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 qozǵalısqı jolınıń sızilmasın kórsetemiz.

Al qozǵalısqı barısında avtomobildin koordinatalar basına salıstırǵanda qayjerde hám qashan bolǵanı anıq kórsetilse, qozǵalısqı haqqında tolıq maǵlıwmat berilgen boladı. Eger ushıp baratırǵan raketanıń koordinataların kórsetpekshi bolsaq, onıń biyiklik boyınsha qozǵalısqı haqqındaǵı maǵlıwmatlardı 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 ushqan orındaǵı noqatqa jaylastırıladı);
- 3) waqıttı esaplaw (raketanıń ushıw traektoriyasınıń belgili bir noqatında qaysı waqıtta bolǵanı).



Esaplaw denesine baylanışli 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»din úydegi tınısh jaǵdayı da, joldaǵı qozǵalısqı 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-

I bap. Mexanikalıq qozğalısh haqqındağı ulıwma mağlıwmatlar

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



Tayanış túsiniqler: mexanikalıq qozğalısh, qozğalıstır salıstırmalıǵı, esaplaw denesi, koordinatalar sisteması, esaplaw sisteması.



1. Grek alımı Ptolemey Quyashtı Jerdın átirapında aylanadı dep esaplaǵan. Polshalı alım Kopernik bolsa Jerdi Quyashtın átirapında aylanadı degen pikirdi usınǵan. Siziń pikirinizshe qaysı alımınń pikiri durıs? Ózińizdın pikirinizdi tiykarlap berin.
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 sina ma, yamasa soqqı bergen máyek sina ma?

2-§. KEÑISLIK HÁM WAQÍT

Keñisliktn sheksizligi

Álemde bar barlıq zatlar keñislikte jaylasqan. Keñislikti 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 túsiniqlerimizdi tek matematikalıq kóriniste – sanlar menen ańlatıwımız múmkin. Demek, aspan deneleriniń argı tárepinde uzaqta jaylasqan basqa deneler bar. Biz aspandağı juldızlardan tek 3 mının kóre alamız. Jaqtılıq nurı 1 sekundta 300 000 km aralıqtı basıp ótedi. Usınday tezlikte eń jaqın juldızdın Sentavr nurı bizge 4 jılda jetip keledi. Bul aralıqtın qansha dárejede úlkenligin tek esaplawlar kórsetedi. Usı juldızǵa shekemgi aralıqtı esaplaw kóreyik:

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

Kinematika tiykarlari

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

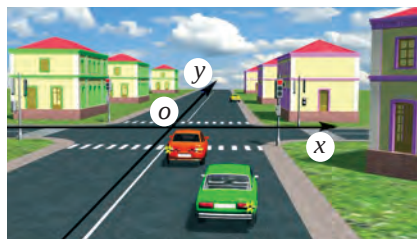
Bizge kórinetuǵın juldızlardın artında júdá kóp sanlı juldızlar bar. Keńislikte bir-birine baylanıslı qozǵalatuǵın juldızlar sisteması galaktikanı payda etedi. Eń kúshli ásbaplarınan paydalansaq ta, biz keńisliktiń kishi bir bólimin baqlawımızǵa baylanıslı, galaktikalardıń dál sanın aytıw qıyın. Alımlardıń 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 jaylasqanнан bizge jaqtılıq, 10 milliard jıldan keyin jetip keledi. Keńisliktiń qanshama keńligin kóz aldınıǵa keltirip kórin. Demek, keńislik sheksiz.

Keńislikti úsh ólshemli koordinatalarda sáwlelendiriw



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

yamasa shepke, joqarı yamasa tómeng 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 sızılmaǵa súwretlew ushın masshtabı kórsetilgen bir tuwrı sıızqlı jetkilikli (5-súwret). Temir joldıń tuwrı sıızqlı bólimindegi poyezddıń qozǵalıstın súwretlewge de bir ólshemli koordinata kósheri kerek. Bunda qozǵalıp baratırǵan dene ońǵa burılıwı yaǵnıy, tuwrı sıızqlı 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 súwretleymiz (6-súwret).

I bab. Mexanikalıq qozğalıq haqqındaǵı ulıwma maǵlıwmatlar

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



7-súwret. Samolyottıń qozğalısqın úsh ólshemli koordinatada súwretlew.



Keńisliktiń tiykargı 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 waqtın 24 saat dep yamasa Jerdiń Quyashtıń átirapında bir ret aylanıw waqtın 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 molekulalıq 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 qozğalısqın keńislik hám waqıttan ajratılǵan halda kóz aldımızǵa keltiriwge bolmaydı. Sonlıqtan denelerdiń qozğalısları keńislikte hám waqıt dawamında júzege keledi, dep qaraladı.

Kinematika tiykarlari



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

Bizdi, tiykarınan, deneniń keńisliktegi ornınıń waqıtqa baylanıslılıǵı qızıqtıradı.



Tayanış túsinipler: keńislik, galaktika, waqıt, bir ólshemli eki ólshemli koordinatada hám úsh ólshemli koordinatada súwretlenetuǵın qozǵalı, úsh ólshemli koordinatadaǵı keńislik.



1. Oymızda 99-bettegi maǵlıwmatlardan paydalanıp, samolyotta Jerden Ayǵa hám Quyashqa barıw ushın qansha waqıt ushiw kerekligin esaplań.

3-§. KINEMATIKANÍŇ TIYKARGÍ TÚSINIKLARI



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

Kinematikanıń tiykarǵı wazıypası denelerdiń qálegen waqıttaǵı koordinataların anıqlawdan 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 túsinipler menen tanısıp alıwımız kerek.

Materiallıq noqat

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



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

I bap. Mexanikalıq qozğalıq haqqındağı ulıwma mağlıwmatlar

Uzunlığı 4 m bolğan avtomobildıń 10 km aralıqtı basıp ótiwdegi qozğalısqın 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 qozğalısta 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 sıızılma da kitap júdá kishkene noqat bolıp kórinedi. Bul jaǵdayda onı materiallıq noqat dep alıw múmkin.

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

Traektoriya

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



9-súwret. Meteor deneniń qozğalıstraektoriyası.

Deneler ózleriniń qozğalısqında barlıq waqıtta da iz qaldıra bermeydi. Mısalı, aspanda ushıp atırǵan meteor iz qaldırsa, tramplinnen sekirip atırǵan sportshı bolsa iz qaldırmaydı. Sportshı, top, adam, mashina, qus hám samolyotlardıń qozğalıslarınıń barısında izleri kórinbese de, olardıń izlerin úzliksiz sıızıp dep kóz aldımızǵa keltiriw múmkin.



Materiallıq noqattıń qozğalısqınıń barısında basıp ótken noqatların tutastırıwshı sıızıqtı qozğalıstraektoriyası dep ataladı.

Jol hám orın awıstırıw

Deneniń traektoriyasın 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 noqattan baslap, qaysı noqatta toqtanǵanlıǵı áhmiyetlirek.



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



10-súwret. Jol hám orın awıstırıw.

Siz kóldiń jaǵasındaǵı soqpaqtan júrip, A noqatınan B noqatına iymek sızıqlı traektoriya boylap 100 m joldı basıp ótiwińiz múmkin (10-súwret). Bunda orın awıstırıw A noqatınan B noqatına shekemgi aralıqqa, yaǵnıy 40 m ge teń boladı. Dostıńız bolsa qayıqta A noqatınan B noqatına 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 qozǵalısta jol hám orın awıstırıw bir birine teń boladı.

Mexanikalıq qozǵalıstı

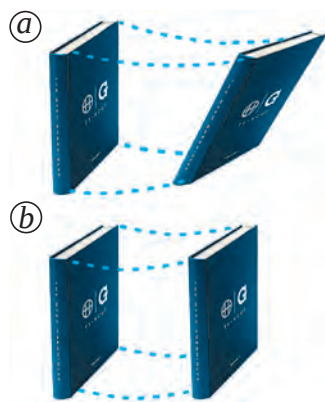


11-súwret. «Matiz» daǵı ilgerilmeli hám aylanbalı qozǵalıstı baǵıtı.

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

Ilgerilemeli qozǵalısqı

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



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

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



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

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

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



13-súwret. Sharqpálek kabinalarınıń ilgerilemeli qozǵalısqı.

Ilgerilemeli qozǵalatuǵın deneniń qozǵalısqın úyrengende, onıń tek bir noqatınıń qozǵalısqın úyreniw jetkilikli. Sonlıqtan, ilgerilemeli qozǵalatuǵın deneni materiallıq noqat dep qaraymız. Ilgerilemeli qozǵalısqı tuwrı sıızıqlı hám iymek sıızıqlı boladı.

Denelerdiń qozǵalısqın úsh túrge: ilgerilemeli, aylanbalı hám terbelmeli qozǵalıslarǵa bólip, bul quramalı qozǵalıslardı tallawdı ańsatlastıradı hám matematikalıq jaqtan táriyiplew imkaniyatın beredi.

Kinematika tiykarlari



Tayanish túsinikler: materiallıq noqat, traektoriya, jol, orın awıstırıw, ilgerilemeli qozǵalıw.



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

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

Skalyar shamalar

Fizikalıq shamalardı eki topaǵa – 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

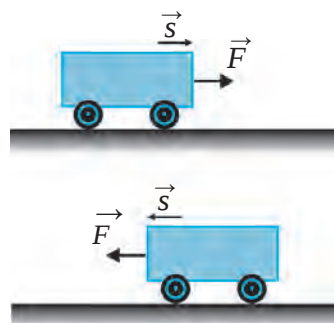
Bazı bir fizikalıq shamalar menen is alıp barganda olardıń san mánisin biliw jetkilikli emes, olardıń baǵıtı da zárúr áhmiyetke iye boladı. Mısalı,

I bap. Mexanikalıq qozğalıq haqqındağı ulıwma mağlıwmatlar

dene $s = 5 \text{ m}$ aralıqqa orın awıstırdı, dew jetkilikli emes. Bunda orın awıstırıwdıń bağıtı da 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 deneghe shepten oń tárepke qaray tásir etkende, arba ońǵa, ońnan shep tárepke qaray tásir etkende bolsa shep tárepke qaray qozǵaladı (14-súwret). Eger kúsh arbaǵa joqarıdan tómenghe qaray tásir etse, arba qozǵalmaydı.

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



14-súwret. Qozǵalıq baǵıtınıń kúshi 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 tómendegishe ańlatamız:

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

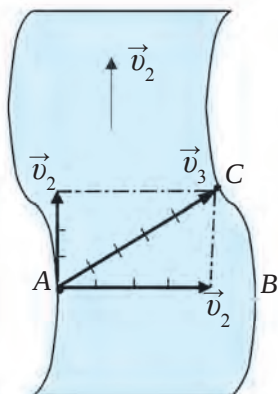
Vektorlıq shama sıızılmada uzınlıǵı san mánisine teń baǵıtlı strelka túrinde kórsetiledi.

Vektorlıq shamalardı qosıw hám alıw

Háwızdıń A noqatınan B noqatına qaray v_1 tezlikte júzip ótpekshi bolǵan júziwshiniń qozǵalısqın kórip shıǵayıq (15-súwret). Júziwshi B noqatqa qaray júzbekte, biraq v_2 tezliktegi dárya aǵısınnıń tásirinde ol arǵı jaǵanıń C noqatına baradı. Júziwshi A dan B ǵa jetip barıwı ushın sarplangán t waqıtta dáryanıń suwı B dan C ǵa shekemgi aralıqtı ótedi. Júziwshiniń $\vec{v}_1$ tezligine suwdıń $\vec{v}_2$ tezliginiń qosılıwı nátiyjesinde dáryanı $\vec{v}_3$ tezlikte júzip ótedi. Vektorlıq kóriniste bunı tómendegishe ańlatıw múmkin:

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

Kinematika tiykarlari

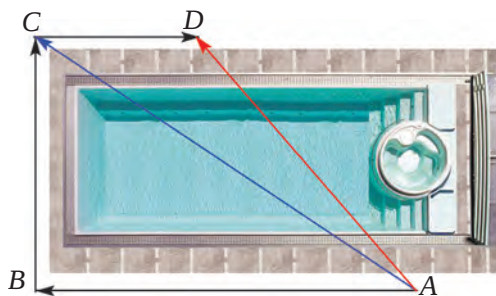


15-súwret. Júziwshiniń dáryadan júzip ótiwiniń vektorlıq súwretleniwi.

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 saqlaǵıstı aylanıp, B hám C noqatlar arqalı D noqatına barıwımızdı sıızılmaǵa súwretlep kóreyik. AB vektorına BC vektorı qosılǵanda AC vektorı payda boldı:

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

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



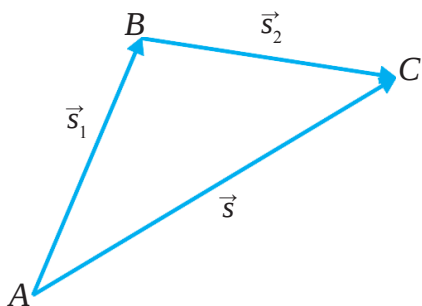
16-súwret. Imarattı aylanıp ótiwdiń sıızılması.

AC vektorına CD vektor qosılǵanda AD vektorı 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. $\vec{s}_1$ hám $\vec{s}_2$ vektorların qosıw.

Demek, vektorlıq shamanıń sanı ǵana emes, al baǵıtı da úlken áhmiyetke iye eken. Basqa bir mısaldı kórip shıǵayıq. Mısalı, A noqatta turǵan dene tuwrı sıızıq 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:

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

Bul usılda qosıw úshmúyeshlik usılda qosıw qaǵıydası dep ataladı. Buni tómendegishe táriyiplew múmkin:



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

Bağıtları ıqtıyarlı túrde alıngan $\vec{a}$ hám $\vec{b}$ vektorları berilgen bolsın. Olardıń qosındısı:

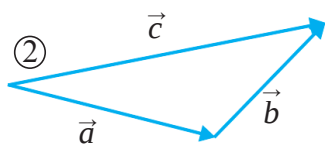
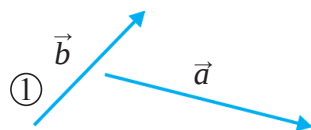
$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c} \quad (2)$$

vektorın tabıw 18-súwrette súwretlengen.

Bağıtlangan tuwrı sıziq fizikalıq shamanın bağıtın ǵana emes, al sanlıq jaqtan shamasın da kórsetedi. Bağıtlangan sıziqtıń uzınlıǵı qansha úlken bolsa, berilgen fizikalıq shama sonshama úlken mániske iye boladı.

Alıw ámeli qosıwǵa keri 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 vektordın basları bir noqatqa qoyıladı hám ekinshi vektordın ushınan birinshi vektordın ushına bağıtlangan vektor júrgiziledi. Usı vektor eki vektordın ayırması bolıp tabıladı.

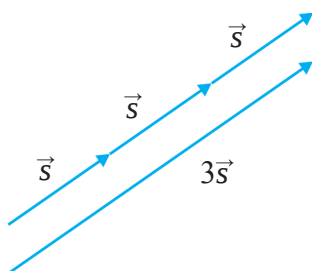
Demek, vektorlardı qosıw hám alıwda bağıtlangan sıziqtıń uzınlıǵı hám bağıtın ózertpegen halda vektorlardıń bası menen ushınıń qalay jaylasqanlıǵına áhmiyet beriw kerek. Bağıtı hám san mánisi birdey bolǵan vektorlar teń vektorlar dep ataladı.

Vektorlıq shamalardı sangá kóbeytiw hám bóliw

Dene qanday da bir bağıtta tuwrı sıziq boylap qozǵalıp, s jolın basıp ótse, bul aralıqqa teń bolǵan orın awıstırıwdıń shaması s vektorına teń boladı: $s = \vec{s}$. Dene óziniń bağıtın 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 vektordın bağıtı ózgermeydi.

Kinematika tiykarlari



19-súwret. s vektoriniń 3 ke kóbeymesi.



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

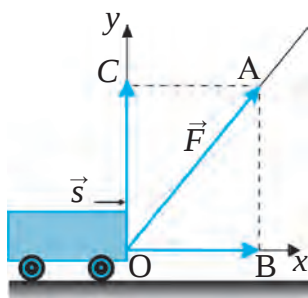
Bunda vektorlıq shama kóbeytiletuǵın san oń bolıwı kerek.

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 kemeydi, al baǵıtı ózgermeydi.

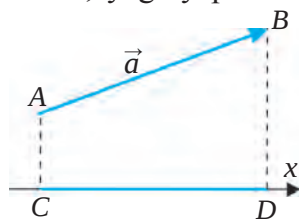
Vektorlıq shamalardıń proekciyası



20-súwret. Arbaǵa tásir etetuǵın kúshtiń proekciyası.

Arba qozǵalıǵ 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 qozǵalıǵ baǵıtında tásir etetuǵın kúshtiń shaması qanday boladı?

Arbanıń qozǵalıǵınıń baǵıtı boylap Ox kósherin ótkeremiz. Bunda O noqtatın $\vec{F}$ vektorınıń ba-sına tuwrı keltiriwimiz kerek. $\vec{F}$ vektorınıń ushı A noqtatına Ox kósherinen perpendikulyar ótkeremiz. Payda bolǵan $\vec{OB}$ vektorı $\vec{F}$ vektorınıń Ox kósherindegi qurawshısın, yaǵnıy proekciyasın táriyipleydi. Qozǵalıǵ baǵıtında arbaǵa tásir etip atırǵan kúsh usı $\vec{OB}$ proekciyasınıń uzınlıǵına teń boladı.



21-súwret. Íqtıyarlı baǵıtlanǵan vektordıń proekciyası.

Mısalı, múyesh astında tásir etetuǵın kúshtiń mánisi $|\vec{F}| = 5 \text{ N}$ bolsın. Bul kúshtiń proekciyası da 3 N ǵa teń boladı. Arbaǵa qozǵalıǵ 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 noqtatına perpendikulyar túsiremiz. Payda bolǵan $\vec{OC}$ vektorınıń uzınlıǵı vertikal tásir etiwshi kúshke teń. Onıń shaması 4 N bolıwı múmkin.

I bap. Mexanikalıq qozğalısh haqqındağı ulıwma mağlıwmatlar

İqtıyarlı bağıttağı $\vec{a}$ vektorınıń Ox kósherindegi proekciyasın anıqlaylıq (21-súwret). Onıń ushın Ox kósherinen vektorınıń bası A hám ushı B ға eki perpendikulyar ótkiziledi. Payda bolğan CD kesindi $\vec{a}$ vektorınıń Ox kósherindegi proekciyası bolıp tabıladı.



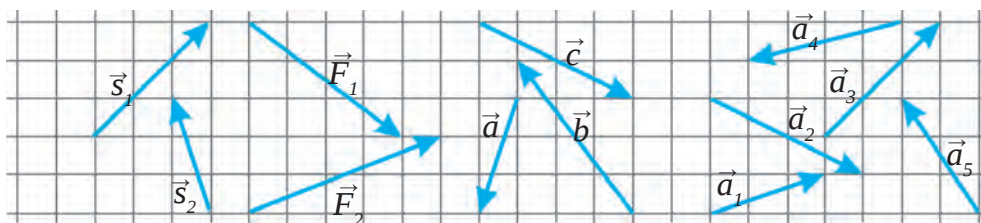
Tayanısh túsinipler: skalyar shama, vektorlıq shama, vektorlardıń qosındısı, vektorlardıń ayırması, vektordı sanğa kóbeytiw, vektordı sanğa bóliw, vektordıń proekciyası (qurawshısı).



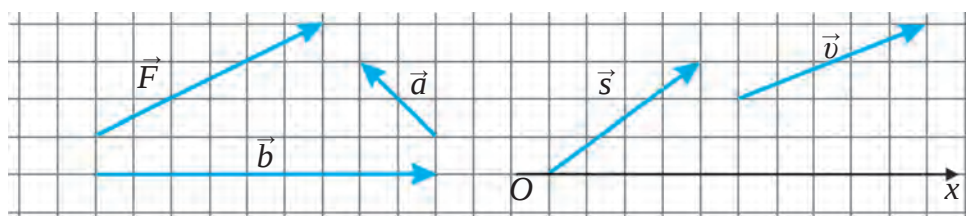
1. Úyińizden mektepke shekem júrgen jolıńızdı vektorlıq kórinisinde sáwlelendirip, usı vektorlardıń qosındısı tabıń.



1. 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 qosındısıń dápterinde súwretleń.
2. 22-súwrette kórsetilgen: a) $\vec{s}_1$ vektorınan $\vec{s}_2$ vektorınıń ayırmasın; b) $\vec{F}_1$ vektorınan $\vec{F}_2$ vektorınıń ayırmasın dápterinde súwretleń.
3. 23-súwrette kórsetilgen a) $\vec{F}$ vektorın 2 ge kóbeytiń; b) $\vec{a}$ vektorın 5 ke kóbeytiń; d) $\vec{b}$ vektorın 3 ke bóliń.
4. 23-súwrette kórsetilgen $\vec{s}$ hám $\vec{v}$ vektorlarınıń Ox kósherine proekciyasın dápterinde súwretleń.



22-súwret. Qosındısı hám ayırması anıqlanatuğın vektorlar



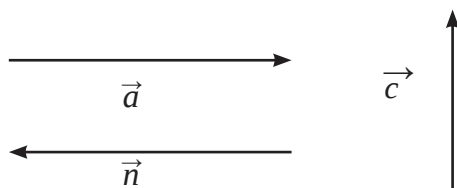
23-súwret. Sanğa kóbeytiletuğın hám bólinetuğın, proekciyası anıqlanatuğın vektorlar

I BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA SORAWLAR HÁM SHÍNÍGÍWLAR

1. Teñ ólsheqli qozgálıp kiyatırǵan kemeniń aldınǵı tumsıǵında turǵan oq-jay atıwshı kemeniń artqı tárepindegi nishanaǵa, kemeniń artqı tárepindegi turǵan oq-jay atıwshı bolsa kemeniń aldınǵı tumsıǵındaǵı nishanaǵa oq atsa, olardıń qaysısınıń oǵı nishanaǵa birinshi bolıp jetip keledi?
2. Poyezddiń kupesinde otırǵan jolawshı: «Men tınıshlıqta turman, sırttaǵı rels hám terekler maǵan salıstırǵanda qozgálıp atır», dese, poyezddiń mashinisti: «Men parovozda janılǵını sarplap, poyezddı júrgizip kiyatırman. Sırttaǵı 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 kílometr tezlikte óz kósheri dógeresinde aylanıwına baylanıslı qozǵalıwın azmaz bolsa da kishireytkendey boladı. Bul jóninde siz ne dep oylaysız?
4. Tınısh turǵan vagonniń ishinde turıp vertikal baǵıtta sekirsek, biz sekirgen ornımızǵa qaytıp túsemiz. Eger tuwrı sıızıqlı teñ ólsheqli qozǵalıp baratırǵan vagonniń ishinde vertikal sekirsek, onda qay orınǵa túsemiz? Sekirgen ornımızǵa ma yamasa qozǵalıstıń baǵıtına qarama-qarsı tárepke me? Qanday da bir júkti qozǵalıw baǵıtında ılaqtırıw ushın vagon tınıshlıqta turǵanǵa qaraǵanda kóbirek kúsh kerek boladı. Qozǵalıw baǵıtına qarama-qarsı ılaqtırıw ushın she?
5. Dostıńız benen kemeniń kayutalarınıń birine jaylasıp aldı dep oylań. Sırt sizge kórinbeydi. Uyqılawǵa jatqanıńızda keme toqtap turǵan edi. Uyqıdan turǵanıńızda kemeniń toqtap turǵanlıǵın yamasa tuwrı sıızıqlı teñ ólsheqli 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 suwdı alıw múmkin be?

I bap. Mexanikalıq qozğalı haqqındağı ulıwma mağlıwmatlar

7. Vertolyot gorizont bağıtında 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 qozǵalı bağıtın kórsetiw mómkin be?
9. Qayıq dáryanı aǵısqa perpendikulyar bağıtta kesip ótpekte. Dáryada suw jaǵısqa salıstırǵanda dáryanıń aǵısı tezliginde qozǵaladı. Qayıqtıń qozǵalısn 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. Tómendegi qaysı jaǵdaylarda Jerdi materiallıq noqat dep qaraw mómkin? Durıs juwaplardı belgileń:
 - a) Ekvatordıń uzınlıǵın esaplawda;
 - b) Jerdiń Quyashtıń átirapındağı orbita boylap ótken jolın esaplawda;
 - d) Jerdiń óziniń kósheri átirapındağı sutkalıq aylanıwındağı ekvator noqatınıń qozǵalı tezligin esaplawda;
 - e) Jerden Saturn planetasına shekemgi aralıqtı esaplawda.
11. Noqatlardıń ornına sáykes bolǵan gáplerdi qoyıp, anıqlamanı tolıqtırıń: Vektorlıq shamalar bul ...
 - a) tek sanlıq mánisi menen anıqlanatuǵın shamalar;
 - b) tek bağıtı menen anıqlanatuǵın shamalar;
 - d) sanlıq mánisleri esapqa alınbasa da bolatuǵın shamalar;
 - e) sanlıq mánisleri hám bağıtları menen anıqlanatuǵın shamalar.
12. Tógende 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 QOZGÁLÍS

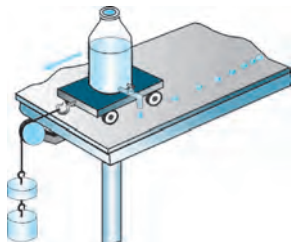
Átirapımızdağı denelerdiñ qozğalıstı quramalı kóriniske iye bolıp, olardı úyreniw hám sıızılmalarda ańlatıw ushın qozğalıstıñ eñ ápiwayı kórinislerin tallawdan baslaymız. Eñ ápiwayı túrlerin qozğalıstı – bul tuwrı sıızıqlı teñ ólshewli qozğalıstı bolıp tabıladı.

Bul bapta dáslep denelerdiñ tuwrı sıızıqlı teñ ólshewli qozğalıstıñ úyrenemiz, teñ ólshewli emes qozğalıstı haqqında qısqasha maǵlıwmat alamız. Soñ tuwrı sıızıqlı teñ ólshewli ózgeriwshi qozğalıstı úyreniwge kirisemiz.

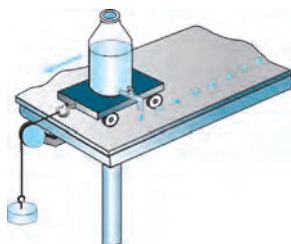
5-§. TUWRÍ SÍZÍQLÍ TEÑ ÓLSHEWLI QOZGÁLÍS HAQQÍDA TÚSINIK

Teñ ólshewli qozğalıstı

Tómendegi tájiriybeni ótkeriyik.



24-súwret. Arbanıñ teñ ólshewli emes qozğalıstı



25-súwret. Arbanıñ teñ ólshewli qozğalıstı

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 arbanıñ artındaǵı tamshılar arasındaǵı aralıqtıñ birdey emesligin baqlaw múmkin. Demek, arba birdey waqıt aralıqlarında hár qıylı aralıqlardı basıp ótken, yaǵnıy ol teñ ólshewli emes qozǵalǵan.

Endi joqarıdaǵı tájiriybemizdi biraz ózgerteriyik. Bul ret ildirilgen júkti kemeytip tamǵan tamshılardıñ arasındaǵı aralıqtıñ birdey bolıwına eriseyik (25-súwret). Bul jaǵdayda arbanıñ birdey waqıt aralıqlarında birdey joldı basıp ótkenligine iseniw múmkin. Arbanıñ bunday qozğalıstı teñ ólshewli qozğalısqı mısıl 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 qozǵalıp, hár bir 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 mısallardaǵı 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 qozǵalıstılarınń traektoriyası iymek sızıqlı boladı. Ayırım jaǵdaylarda denelerdiń jolınıń belgili bir bólimin tuwrı sızıqlı qozǵalıstı 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 avtomobildıń, temir joldıń tuwrı bóliminde júrgen poyezddıń, belgili biyiklikke kóterilip algannan 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 qozǵalganda, onıń qozǵalıstı tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı dep bolmaydı. Saattıń tilleri birdey tezlikte, yaǵnıy teń ólshewli qozǵaladı, 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 qozǵalmaqta. 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 qozǵalıǵı tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıǵ dep ataladı.

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

Tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıǵ eń ápiwayı mexanikalıq qozǵalıǵ bolıp tabıladı. Sonıń ushın úyreniwdi tezlik, aralıq hám waqıt arasındadı eń ápiwayı baylanısqı iye bolǵan deneniń tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıǵınan baslaymız. Keyin teń ólshewli emes hám iymek sızıqlı qozǵalıstıń tezliklerin tallawǵa ótemiz.



Tayanış túsiniqler: teń ólshewli qozǵalıǵ, tuwrı sızıqlı qozǵalıǵ, tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıǵ.



1. 24- hám 25-súwretlerde sáwlelendirilgen tájiriybeni túsindirip berin.
2. Tuwrı sızıqlı bolmaǵan teń ólshewli qozǵalısqı mısıl keltirin.
3. Tuwrı sızıqlı, biraq teń ólshewli bolmaǵan qozǵalısqı mısıl keltirin.
4. Tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalıstı táriyiplep berin.
5. Siz mektepke ketip baratırǵanıńızda, joldıń qaysı bóliminde tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalasız?

6-§. TUWRÍ SÍZÍQLÍ TEŇ ÓLSHEWLI QOZǴALÍSTÍN 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 qozǵalıǵı bolsa poyezddıń qozǵalıǵınan da tez (26-súwret).



26-súwret. Hár qıylı tezliktegi qozğalışlar.

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

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



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

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

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

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



Waqıt birligindegi basıp ótilgen jolğa teń bolğan shama tezlik dep ataladı.

Joqarıda keltirilgan mısallarda waqıt birligi sıpatında 1 saat alınğan. 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, yaғnıy waqıt sekundlarda ańlatılğan tezliklerdi esaplap kóreyik:

Kinematika tiykarlari

adamniñ tezligi $v_0 = 5 \text{ m/s}$, velosipediki $v_v = 10 \text{ m/s}$, avtomobildiki $v_a = 25 \text{ m/s}$, poyezddiki $v_p = 40 \text{ m/s}$, samolyottiki bolsa $v_s = 250 \text{ m/s}$.

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

Tezliktiñ birligi

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



XBS da tezliktiñ birligi sıpatında m/s qabıl etilgen.

Eger deneniñ tezligi 6 m/s bolsa, dene 1 s waqıtta 6 m aralıqtı basıp ótedi. Tezliktiñ 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 tezliktiñ 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 tezliktiñ 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 tezliktiñ m/s da kórsetilgen shamasın tabıw múmkin. Mısalı, avtomobil 90 km/saat tezlikte qozǵalatuǵın bolsa, onıń m/s da kórsetilgen tezligi tómendegishe tabıladı:

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

II bap. Tuwrı sızıqlı háreket

Tezliktiń tábiyyı 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 (inglishe *speed* – tezlik, latinsha *metreo* – ólshew) járdeminde ólshenedi.

Siz avtomobillerge ornاتیлған spidometrди kórgensiz (27-súwret). Onıń islew principi avtomobilniń dóńgeleginiń waqt birligindegi aylanıw sanın ólshewge tiykarlangan. Mısalı, shınanıń 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 waqt 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. Qoyannıń 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.

Kinematika tiykarlari

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

7-Ş. TUWRÍ SÍZÍQLÍ TEŇ ÓLSHEWLI QOZǴALÍSTÍN GRAFIKALÍQ SÚWRETLENIWI

Tezlik formulasınan jol menen waqıttı tabıw

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

$$s = v \cdot t.$$



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

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

Deneniń teń ólshewli qozǵalıstındaǵı tezligi hám basıp ótken jolı belgili bolsa, tezlik formulasınan onıń qozǵalıstı waqtın tabıw múmkin:

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



Teń ólshewli qozǵalıp atırǵan deneniń qozǵalıstı waqtın tabıw ushın usı waqıtta basıp ótilgen joldı tezlikke bóliw kerek.

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

Tezliktiń grafigi

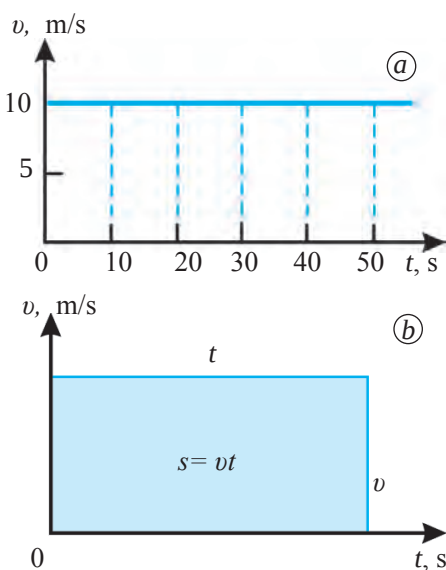
Teń ólshewli qozǵalıstı t waqtınıń artıp barıwınan deneniń tezligi ózgermey qala beredi. Mısalı, tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozǵalatuǵın deneniń baslanǵısh tezligi 10 m/s bolsa, 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s tan keyin de onıń tezligi 10 m/s qa teń bola beredi. Bunday jaǵdayda tezliktiń grafigin 28-a súwrette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

Улшwма алғанда, тең олшewли qozғалlста тезлiктiң графиги тlреплери v хlм t болған туwрl тlртмýeshликten ibarat боладl. Усл тlрт мýeshtiң beti сан жағлнан дене басlп lткен s жолға тең (28- b сýwрет).

Жолдlң графиги

Дене $v=5$ м/с тезлик пенен qozғалатуғл болсlн. Жолдlң формуласl болған $s=vt$ дағl t ға сан мlнислерин берлп, s жолдlң тlйисли мlнислерин табамlз хlм нlтиýжелерди кестеге жазамlз:

$t, \text{ s}$	5	10	15	20
$s = vt, \text{ m}$	25	50	75	100



28-сýwрет. Тезлiктiң графиги

Кестедеги t waқlттlң хlрбир мlнисине туwрl келген s жолдlң сlýкес мlнислерин координата кlшерлерине тýсlрсек, жолдlң графигин payда етемlз (29- a сýwрет). Тезликлери $v_1 = 2,5$ м/с хlм $v_2 = 5$ м/с болған тең олшewли qozғалатуғл еки денелiң жол графиклери 29- b сýwrette келтирилген. Графиктен тезлиги lткен болған денелiң графигинiң Ox кlшерине салlстlрганда мýesheши lткен боладl (яғлнýй тикlew жаýласатуғлнлғы) кlринип тур. Егер жолдlң графиги туwрl сlзlқтан ibarat болса, дене тураql тезлик пенен qozғаладl, яғлнýй, тең олшewли qozғалlс жолдlң графиги туwрl сlзlқ.

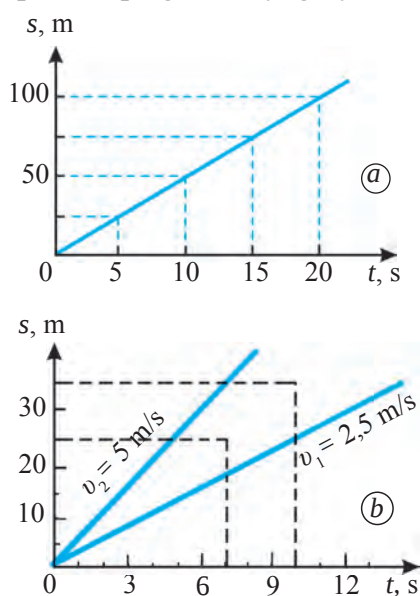
Мlселе sheshiw lлгиси

Автомобил 60 км/саат тезлик пенен тең олшewли qozғалмақта. Онlң 15 минут dawамlндағl qozғалlсl ushlн тезлик пенен жолдlң графиклерин сlзlл.

Sheshimi: 15 мин = 0,25 саат. Тезлiктiң графиги тlреплери 60 км/саат хlм 0,25 саат туwрl тlртмýeshликten ibarat (30- a сýwрет). Payда болған туwрl тlртмýeshликтiң beti: 60 км/саат · 0,25 саат = 15 км.

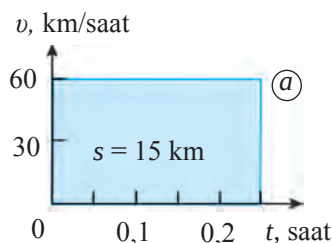
Бул сан автомобилдlң 15 минутта басlп lткен s жолна тең.

$s = vt$ формуласlна $v = 60$ км/саат мlнисин qойlп, тlмлендеги кестени дýземlз:



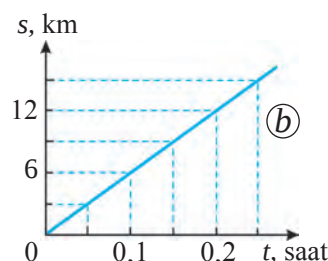
29-сýwрет. Жолдlң графиги.

Kinematika tiykarlari



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-dıń qozǵalıwınıń tezligi (a) menen jolınıń (b) grafikleri.



Tayanış túsiniqler: 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 sıızıp 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 QOZǴALÍSTAǴÍ 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-átirapımızda 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.

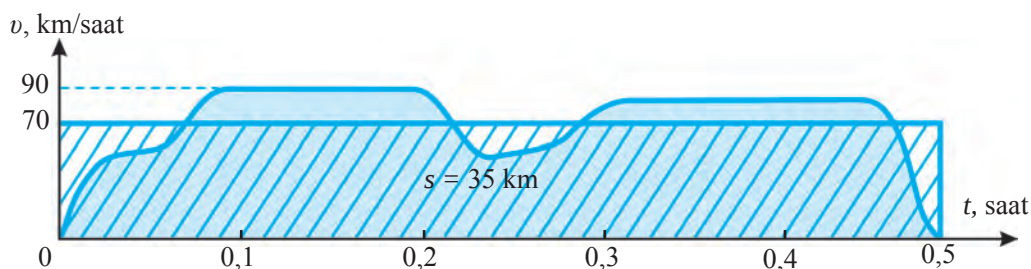
Yaǵnıy:

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

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 shtrixlangan formanıń beti teń ólshewli emes qozǵalıstı tezliginiń grafigi payda etken hawa reńli formanıń betine teń boladı.



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

Kinematika tiykarlari

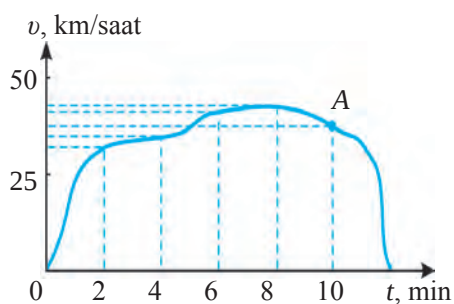
Bir zamatliq tezlik

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 traektorıyanıń belgili bir noqatındaǵı tezligi biz zamatliq tezlik dep ataladı. Bir zamatliq 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 zamatliq tezlikte tabıw múmkin. Grafikten 1 minut ótkendegi bir zamatliq tezligi shama menen 32 km/saat, 3 minut ótkendegi bir zamatliq tezligi 40 km/saat, 5 minut ótkendegi bir zamatliq tezligi bolsa 36 km/saat qa teń bolǵanlıǵın bilip alamız. Qozǵalıstıń belgili bir



32-súwret. Avtobustıń tezliginiń grafigi

noqattaǵı bir zamatliq 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 tezliktiń 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 zamatliq tezligi tómendegishe anıqlanadı:

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



Tayanış túsinikler: teń ólshewli emes qozǵalısn, ortasha tezlik, teń ólshewli emes qozǵalıstaǵı ortasha tezlik, bir zamatliq tezlik.



1. Lıjashı 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 tezliktiń grafin 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 Ferganaǵa 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 qozǵalısh haqqındaǵı túsinik

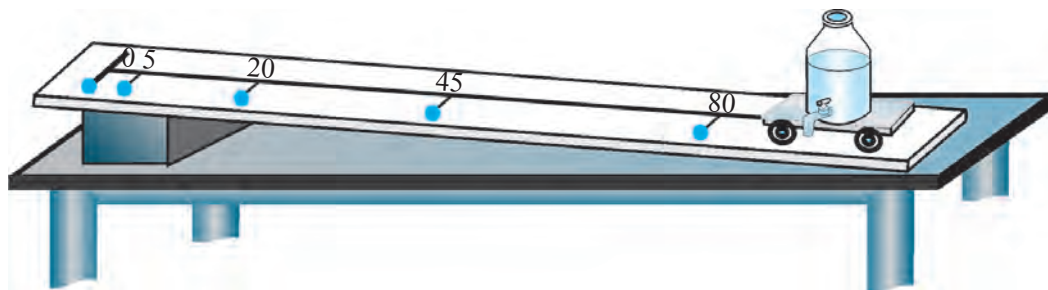
Teń ólshewli emes qozǵalıstıń eń ápiwayı kórinisi – bul teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalısh bolıp tabıladı. Qıya nawadaǵı shardıń yamasa arbanıń qozǵalıshı teń ólshewli ózgeriwshi qozǵalısqı mısıl bola aladı.

Tamızǵısh ornastırılǵan arbanıń qıya tegisliktegi qozǵalıshın kórip shıǵamız. Tamızǵısttan bir tegiste hár 0,5 sekunda bir tamshı tamsın. Arba jiberilgende qozǵalısh 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 qozǵalıshı.



Qálegen birdey waqit aralıqlarında tezligi sáykes túrde birdey shamağa ózgerip baratuğın qozğalı teń ólshewli ózgeriwshi qozğalı dep ataladı.

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

Deneniń tezligi bir tegis kemeyip barğanda da teń ólshewli ózgeriwshi qozğalı boladı. Mısalı, kishkene shardı qıya tegislikte tómennen joqarığa dumalatqanda onıń tezligi teń ólshewli ózgeriwshi (ásteleniwshi) boladı. Tegis tuwrı jolda úlken tezlikte baratırğan avtomobildıń motorı óshirilse, ol teń ólshewli ózgeriwshi (ásteleniwshi) qozğalıp, belgili joldı basıp ótkennen keyin toqtaydı. Bunnan bılay teń ólshewli ózgeriwshi qozğalı degende, tezligi teń ólshewli tezleniwshi yamasa teń ólshewli ásteleniwshi qozğalı názerde tutıladı.

Tezleniw hám onıń birligi

Teń ólshewli ózgeriwshi qozğalıstı táriyiplew ushın **tezleniw** dep atalatuğın shama kirgizilgen. v_0 – deneniń baslanğısh tezligi, v – deneniń t waqıttağı tezligi bolsa, tezleniwdiń formulası tómendegishe ańlatıladı:

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



Tezliktiń ózgerisiniń usı tezlik ózgerisi júzege keletuğın waqıt aralıǵına qatnası menen anıqlanatuğın shama tezleniw bolıp, a háribi menen belgilenedi.

Tezleniwdi tómendegishe táriyiplew de múmkin:



Waqıt birligindegi deneniń tezliginiń ózgeriwine san jaǵınan teń keletuğın 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 qozğalı tezligi hár 1 s da 1 m/s ǵa ózgeredi.

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

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

Tezleniwdiń formulası ásteleniwshi qozǵalıс ushın da orınlı. Keyingi waqıt aldıńǵı waqıttan bárhama úlken bolǵanı ushın (1)-formula bólimi bárqulla oń boladı. Baqlanıp atırǵan waqıttaǵı tezlik baslanǵısh tezlikten kishi bolsa, bul formulanıń alımındaǵı $v - v_0$ ayırma teris boladı. Mısalı, deneniń baslanǵısh tezliги $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $\Delta t = 10 \text{ s}$ waqıt ótkennen keyingi tezliги $v = 5 \text{ m/s}$ 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 qozǵalıстаǵı deneniń tezleniwі oń ($a > 0$), teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıста 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 qozǵalıстаǵı tezleniw baǵıtı deneniń qozǵalıс baǵıtı boyınsha, teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıста bolsa qozǵalıstıń baǵıtına qarama-qarsı boladı. Tezleniw tezliktiń waqıt birliгиндеги ózgeriwі bolǵanı ushın, tezliktiń ózgeriwі 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 waqıttıń ótiwi menen tezliktiń ózgeriwі eki jaǵdayda baqlanadı:

1) tuwrı sızıqlı qozǵalıста 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 qozǵalıста tezlik hám tezleniwdiń vektorlıq mánisleriniń ornına skalyar mánislerin alıw múmkin. Sebebi tuwrı sızıqlı qozǵalıstıń hár túrli waqıttaǵı baǵıtları ózgermeydi. Ózgeriwshi qozǵalıс haqqında maǵlıwmat beretuǵın tiykargı shamalardıń biriniń tezleniw ekenliги belgili. Keyingi baplarda onıń payda bolıw sebeplerine toqtap ótemiz.

Kinematika tiykarlari

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.

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



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 waqıtta 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 waqıtı ishindegi alǵan v tezligi tómendegishe tabıladı:

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

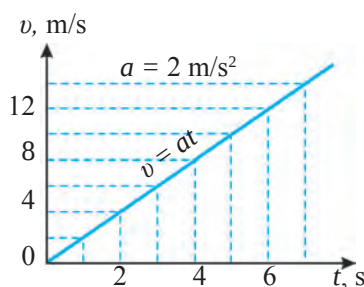
Dene baslanǵısh tezliksiz ($t_1 = 0$ de $v_0 = 0$) teń ólshewli tezleniwshi qozǵalganda tezliktiń formulasın tómendegishe ańlatıladı ($\Delta t = t$):

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

Baslanǵısh 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:

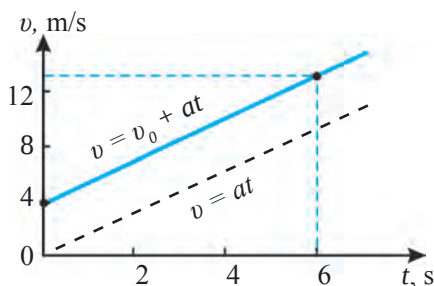
$t, \text{ s}$	1	2	3	4	5	6	7
$v, \text{ m/s}$	2	4	6	8	10	12	14

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 tezlenetuǵın qozǵalısh ushın tezliktiń grafigi ($v_0 = 0$)

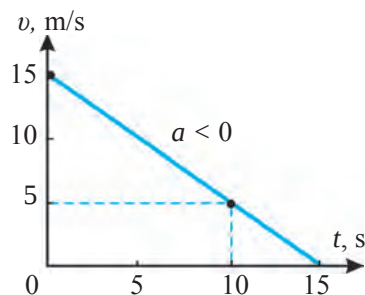
Teń ólshewli ózgermeli qozǵalısh ushın tezliktiń grafikleri tuwrı sızıqtan ibarat. Tuwrı sızıqtı júrgiziw ushın bolsa waqıttıń eki mánisi hám oǵan sáykes kelgen tezliklerdi grafikte sáwlelendiriw jetkilikli. Belgili bir tezlikte kiyatırǵan deneniń teń ólshewli tezleniwshi qozǵalısh baslaǵan jaǵdayın 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 qozǵalısh ushın tezlik grafigi ($v_0 > 0$).

Endi teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalısh, 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-

Kinematika tiykarlari



36-súwret. Teń ólsheuli ásteleniwshi qozǵalıstıń tezlik grafigi.

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

Teń ólsheuli ásteleniwshi qozǵalıstı dene toqtaydı. Bul jaǵdaydı 36-súwrettegi tuwrı sıziqtıń abscissa kósheri menen kesilisiwinen kóremiz. Haqıyqatında da, (1)-formulada $t=15 \text{ s}$ ushın $v=0$, dene toqtaydı. Demek, tezliktiń 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 ólsheuli ásteleniwshi qozǵalıp toqtasın. Velosipedshiniń tezlik grafigi 37-súwrette sáwlelendirilgen.



37-súwret. Velosiped qozǵalıstınıń tezlik grafigi.

Teń ólsheuli ózgermeli qozǵalıstıń ortasha tezligi

Teń ólsheuli ózgermeli qozǵalatıǵın 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:

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

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

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

Mısalı, 36-súwrettegi tezlikniń 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 tezlikni esaplaw formulaları tómendegi kóriniske keledi:

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

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

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.



1. 100 metr aralıqqa juwırıw jarısındaǵı qozǵalı tezliginiń grafigin sızıń.
2. Teń ólshewli tezleniwshi hám teń ólshewli ásteleniwshi qozǵalıstaǵı deneniń tezliginiń grafigin sızıń.



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

Kinematika tiykarlari

2. Baslang'ish tezligi 3 m/s bolgan dene 0,4 m/s² tezleniw menen teñ ólsheqli tezleniw menen qozgalıp, 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 teñ ólsheqli 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 teñ ólsheqli tezleniwshi deneniń belgili waqıttaǵı tezligi 9 m/s qa teñ. Deneniń usı waqıttan 10 s aldınǵı waqıttaǵı tezligi qansha bolǵan?
5. Baslang'ish tezligi 2 m/s bolǵan dene 3 m/s² tezleniw menen qozǵala basladı. Bunday qozǵalıstı ushın tezliktiń grafigin sızıń.
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-§. TEÑ ÓLSHEQLI ÓZGERMELI QOZǴALISTAǴI BASıp ÓTILGEN JOL

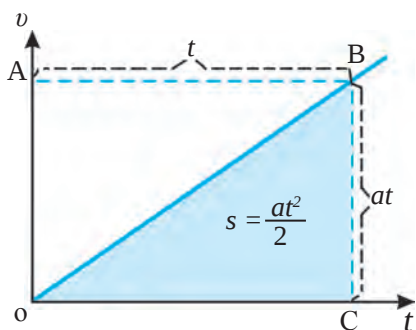
Joldıń formulası

Tınısh haldaǵı ($v_0 = 0$) dene a tezleniw menen teñ ólsheqli 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, baslang'ish tezliksiz teñ ólsheqli tezleniwshi qozǵalısta ótilgen jol ushın tómendegi formulanı payda etemiz:

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



38-súwret. $v_0 = 0$ bolǵan jaǵday ushın teñ ólsheqli tezleniwshi qozǵalıstaǵı joldıń grafigi. tezlanuvchan harakatda yo'l

Baslang'ish tezliksiz teñ ólsheqli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń tezlik grafigi qıyalıq boyınsha baǵıtlanǵan tuwrı sızıq ekenligin bilesiz (38-súwret). Bul súwrette sáwlelendirilgen OBC úshmúyeshliginiń maydanın anıqlayıq. Súwrettegi OABC tuwrı tórtmúyeshtiń tárepleri at hám t ekenligin, onıń maydanı $at \cdot t = at^2$ ǵa teñ. OBC úshmúyeshliginiń maydanı OABC tórtmúyeshliginiń maydanınıń yarımına teñ, $at^2/2$. Bul deneniń basıp ótken s jolın kórsetedi. v_0 baslang'ish tezlik penen teñ ólsheqli tezleniwshi qozǵalatuǵın

deneniń t waqıtı dawamında basıp ótken s jolı 39-súwrette súwretlengen. $OABD$ figurası betiniń san mánisine teń boladı. Ol eki bólimnen – maydanı $v_0 t$ bolğan $OACD$ tuwrı tórtmúyeshliktiń maydanı $at^2/2$ ge teń ABC úshmúyeshlikten ibarat. Demek, teń ólshewli ózgermeli qozǵalısta deneniń basıp ótken jolı tómедегіshe ańlatıladı:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}. \quad (3)$$

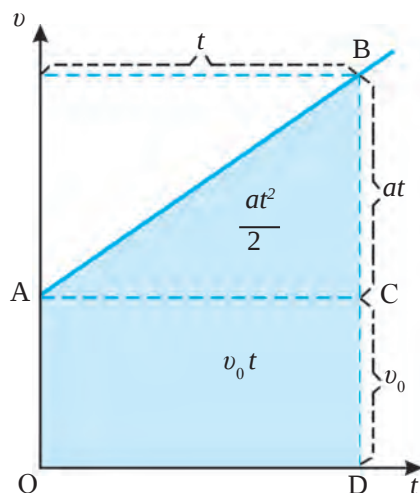
Joldıń grafigi

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

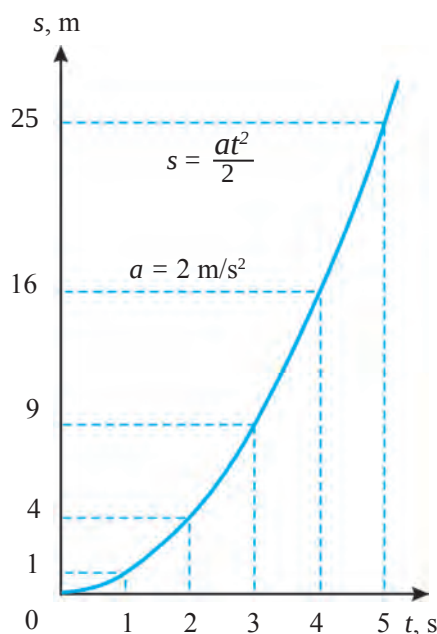
Dene tınısh halınan qozǵalıp ($v_0 = 0$), $a = 2 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın bolsın. Joldıń grafigin sıızıw ushın dáslep $s = at^2/2$ formuladan t waqıttıń birneshe mánisine sáykes kelgen s jolın esaplaymız hám nátiyjelerdi kestege jazamız:

t, s	0	1	2	3	4	5
s, 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 sıızıq bolıp, waqıtıń artıwı menen basıp ótilgen jol proporcional túrde artadı.



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



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

Kinematika tiykarlari

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 ólshewli ózgermeli tezlik penen qozǵalatuǵın deneniń qozǵalısinıń birinshi sekunda ($t = 1$ 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 $-0,2 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli ásteleniwshi qozǵala basladı. Velosiped 40 s dawamında qansha joldı basıp ótti? Velosiped qansha waqıttan keyin toqtaydı?

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



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



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



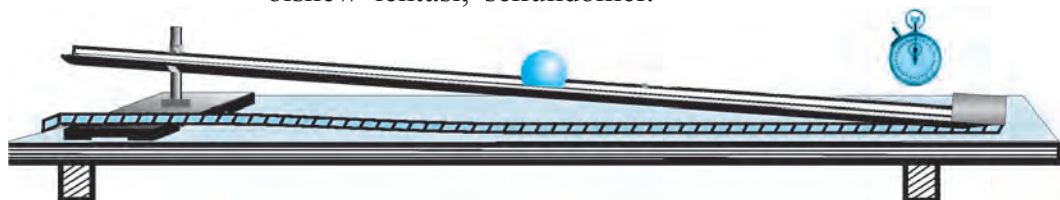
1. Ornınan qozǵalıp $0,3 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli qozǵalatuǵın dene 10 s ishinde qansha joldı basıp ótedi?
2. Baslanǵısh tezligi 30 km/saat bolǵan avtomobil $0,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıp 1 minutta qanday joldı basıp ótedi?
3. Dene ornınan qozǵalıp,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

12-§. TEŃ ÓLSHEWLI TEZLENIWSHI QOZǴALÍSTAǴÍ DENENÍŃ TEZLENIWIN ANÍQLAW

(1-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstıń maqseti: qıya nawadan domalap túsip kiyatırǵan shariktiń basıp ótken jolı hám qozǵalıw waqtın ólshew arqalı teń ólshewli tezleniwshi qozǵalatuǵın deneniń tezleniwin 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 kórsetilgendeı, metall nawanı shtativke ornatiń, metall cilindrđi nawanıń tómengi ushına jaylastırıń.

2. Nawanıń joqarǵı ushınan jiberilgen sharik nawanıń tómengi ushındaǵı cilindrge barıp urılǵańa shekem ótken waqtı sekundomerdiń járdeminde ólsheń.

3. Tájiriybeni 3 ret tákirarlań. Hámme waqt shariktiń qozǵalıw waqtı t_1 , t_2 , t_3 tı ólsheń. Nátiyjelerdi 1-kestege jazıp barıń.

4. Ólshew lentası járdeminde shariktiń basıp ótkes s jolın ólsheń.

5. Teń ólshewli tezleniwshi qozǵalısta dene basıp ótkes jol $s = at^2/2$ formulasınan tezleniwdiń formulası $a = 2s/t^2$ boladı. Tájiriybede ólshengen s joldı hám hár bir t_1 , t_2 , t_3 waqtı 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 tezleniwin 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 tallań hám juwmaqlar shıǵarıń.

Kinematika tiykarlari

1-keste

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										

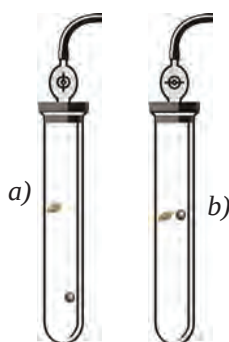


1. Nawaniń qıyalıǵı úlkeygende ne sebepten tezleniwdiń mánisi artadı?

13-§. DENELERDİŇ ERKIN TÚSIWI



42-súwret. Piza minarı.



43-súwret.
Siyrekletilgen hawadaǵı
denelerdiń qozǵalıǵı.



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

Birdey biyiklikten taslangan tas hám párdiń jerge hár qıylı waqıtlarda túsiwin baqlaǵan 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.

Galiley Piza minarınan (42-súwret) polat hám tas shariklerdi bir waqıtta taslap, olardıń jerge bir waqıtta túsiwine isenim payda etti. Galiley tómendegishe kóz aldına keltirdi (gipotezanı ilgeri súrdi): eger hawanıń qarsılıǵı bolmasa, onda biyik minardan bir waqıtta taslangan polat sharik penen jeńil pár bir waqıtta jerge túsedı. Bul gipotezanı tekseriw ushın uzın shıyshe naydıń ishine polat sharik hám qustıń pári jaylastırıladı. Hawası bar nayda polat sharik párden burın túsiwi baqlanadı (43-a súwret). Naydan hawa sorıp alıńanda bolsa polat sharik hám pár bir waqıtta túsedı (43-b súwret). Bul tájiriye Galileydiń pikiriniń durıs ekenligin tastıyıqladı.

Deneniń erkin túsiwi tuwrı sızıqlı teń ólshewli ózgermeli qozǵalısqı 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, ekvatorıda $g = 9,78 \text{ m/s}^2$ qa teń. Onıń tiykarǵı sebebi Jerdiń absolyut shar formasında emes ekenligi bolıp tabıladı. Erkin túsiw tezleniwin 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 tómengé tik baǵıtlangan boladı.

Tuwrı sızıqlı teń ólshewli ózgermeli qozǵalısqı 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 túsip atırǵan deneniń t waqıttaǵı tezligi:

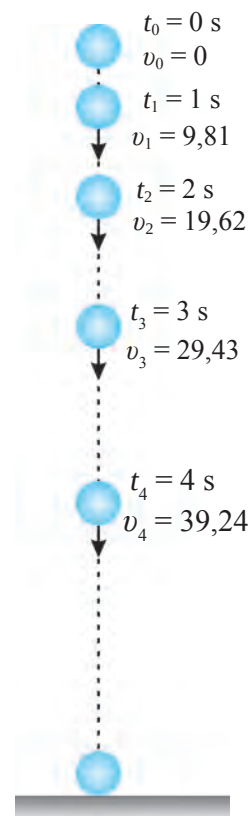
$$v = v_0 + gt; \quad (1) \quad v_0 = 0 \text{ de: } v = gt. \quad (2)$$

2. Erkin túsip 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 túsip 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 túsip atırǵan deneniń qozǵalısqı.

Kinematika tiykarlari

Másele sheshiw úlgisi

Dene biyiklikten jiberilgende 5 s da jerge tústi. Dene qanday biyiklikten taslangan? 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:

$$h - ? v - ?$$

Formulası:

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

$$v = gt.$$

Sheshiliwi:

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

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

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



Tayanış túsınikler: erkin túsıw, erkin túsıw tezleniwi.



1. Eki birdey tastı birdey biyiklikten izli-izinen jiberilse, túsıw barısında olardıń arasındaǵı aralıq ózgere me?
2. Qanday da bir biyiklikten baslangısh tezliksiz taslangan dene 5 s ta jerge tústi. Ol qanday biyiklikten taslangan?



1. Dene belgili biyiklikten taslap jiberildi. Erkin túsip atırǵan deneniń 6 s tan keyingi tezligi qansha bolǵan? 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 bolǵan? Usı waqıt dawamında dene qansha biyiklikti basıp ótken?

14-§. JOQARÍĞA TIK İLAQTÍRÍLGAN DENENÍŇ QOZǴALÍSÍ

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 túsıw 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 joqarığa tik ılaqtırılğan deneniñ qálegen t waqıttağı kóteriliw biyikligin anıqlaw múmkin:

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

Tájiriybeler belgili bir noqattan joqarığa qaray tik ılaqtırılğan deneniñ joqarığa kóteriliwine qansha waqıt ketse, usı noqatına qaytıp túsiwine de sonsha waqıttıñ ketetuğınlıgın kórsetedi. Mısalı, dene $v_0 = 20$ m/s tezlik penen joqarığa tik ılaqtırıladı dep esaplayıq (45-súwret).

$g = 10$ m/s² dep alıp, tómendegi esaplawlardı orınlayıq. Dene eñ joqarı biyiklikke kóterilgende, onıñ tezligi $v = 0$ boladı. Bunday jağdayda (1)-formuladan eñ joqarı biyiklikke kóterilgenshe ketken waqıttı 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 ılaqtırılğan noqattan qansha biyiklikke kóteriliwin esaplayıq:

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

Dene eñ joqarğı noqatqa kóterilgende baslanğısh tezlik $v_0 = 0$ bolıp, endi ol g tezleniwi menen tómenge túse baslaydı. Tómenge tuwrı túskende deneniñ 2 sekund dawamında qansha aralıqtı basıp ótiwin esaplayıq:

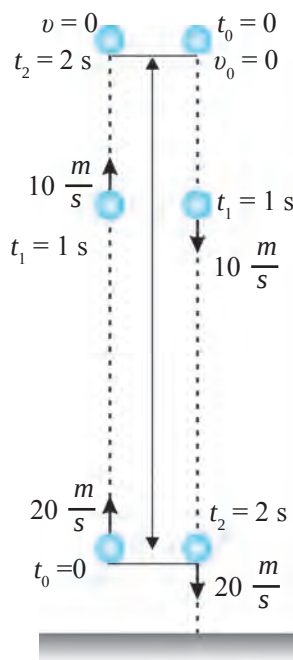
$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \text{ m} = 20 \text{ m}.$$

Demek, dene 2 sekundta qansha biyiklikke kóterilse, jáne 2 sekundta tap usınday aralıqtı ótip ılaqtırılğan orınğa 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 joqarığa sonday tezlik penen ılaqtırılğan edi.



45-súwret. Joqarığa tik ılaqtırılğan deneniñ qozğalıwı.

Kinematika tiykarlari



Joqaríga tik ılaqtırılğan dene qansha waqıt joqaríga kóterilse, sonday waqıtta tómeng qaytıp túsedi. Dene qanday tezlik penen joqaríga tik ılaqtırılğan bolsa, ol qaytıp túsıwde, ılaqtırılğan noqatqa jetkeninde tap sonday tezlikke erisedi.

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

Másele sheshiw úlgisi

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

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



1. Almanı 3 m/s tezlik penen joqaríga 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 joqaríga tik ılaqtırılğan 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 joqaríga ılaqtırıldı. Dene qanday biyiklikke kóteriledi hám qansha waqıttan keyin ılaqtırılğan noqatqa kelip túsedi?
3. Dene 40 m/s tezlik penen tik joqaríga ılaqtırıldı. 5 s tan keyin deneniń tezligi qanday boladı? Usı waqıtta dene qanday biyiklikke kóteriledi?
4. 20 m/s qa teń baslaǵısh tezlik penen erkin túsip kiyatırılğan deneniń qozǵalıwı baslaǵannan 4 s ótkennen keyingi tezligi qanday m/s boladı?
5. Vertikal baǵıtta ılaqtırılğan dene 6 s tan keyin jerge qaytıp túsedi. Deneniń baslaǵısh tezligi qanday bolǵan? Dene qanday biyiklikke kóterilgen?

II BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA SHÍNÍGÍWLAR

1. Velosiped teń ólsheqli 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 qozǵalısqına qarsı esip turǵan samaldıń tezligi bolsa 5 m/s. Motociklge salıstırǵanda samaldıń tezligi qansha? Samal motocikldiń qozǵalısqınıń 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 arasındaqı aralıqtı qayıqtı aǵısqa qarsı baǵıtta júzip ótiw ushın aǵıs boyınsha ótkenge qaraǵanda 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 ólsheqli 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 sáwlendirilgen $v_0 > 0$ 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 tiykarlari

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

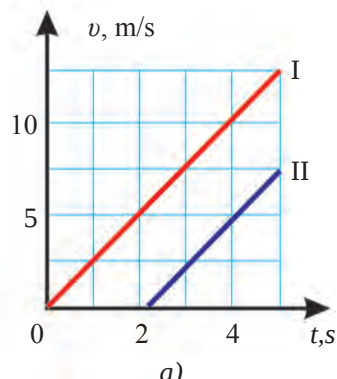
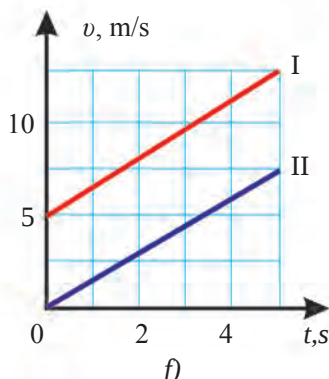
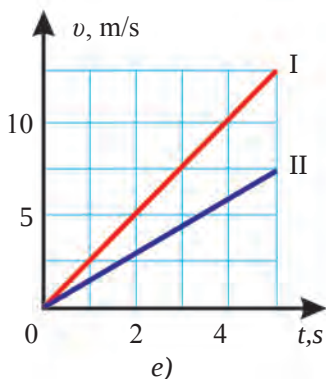
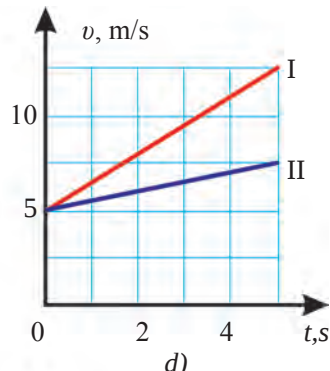
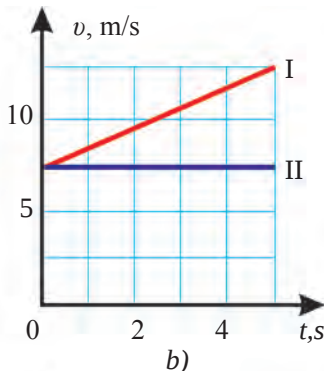
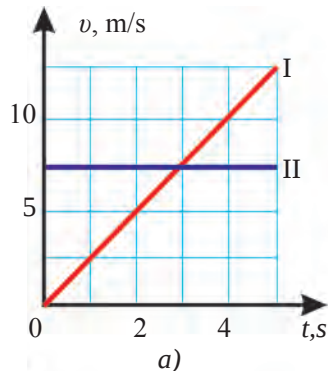
13. Belgili bir biyiklikten jiberilgen dene jerge erkin túspekte, deyik. Ol qansha waqıtta 80 m/s tezlikke iye boladı? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10$ m/s² dep alınsın.

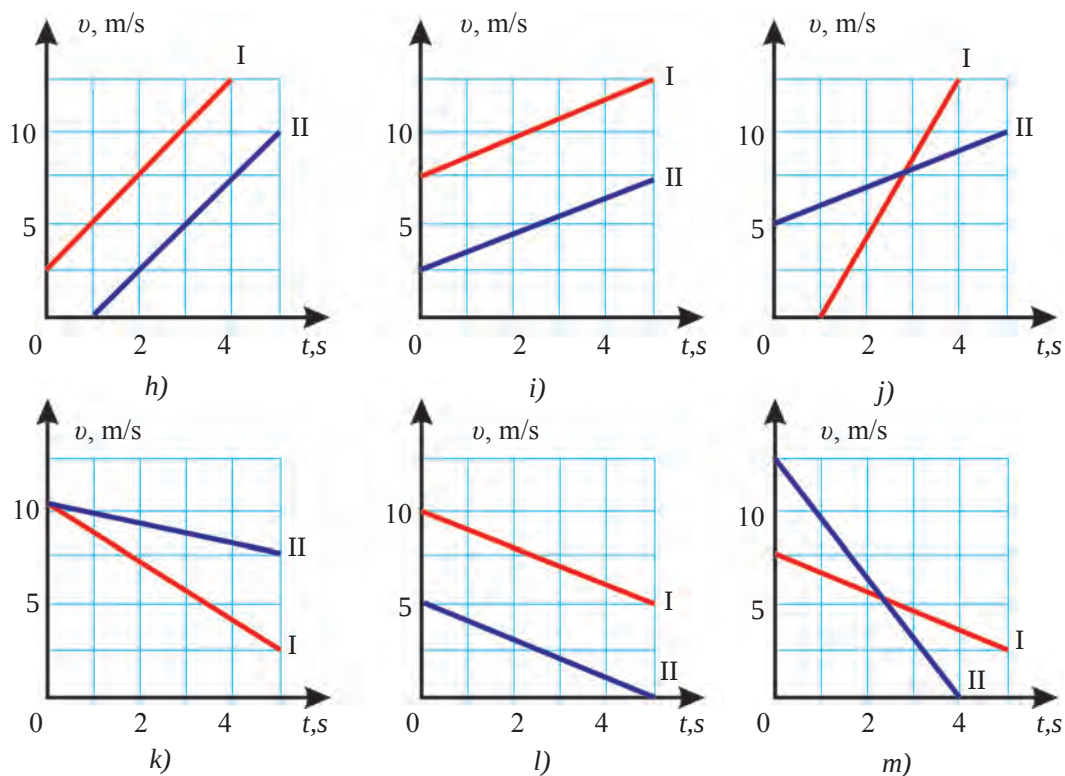
14. Dene belgili biyiklikten 5 m/s tezlik penen tómenge tik ılaqtırıldı. 5 s tan keyin dene qanday tezlikke erisedi?

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

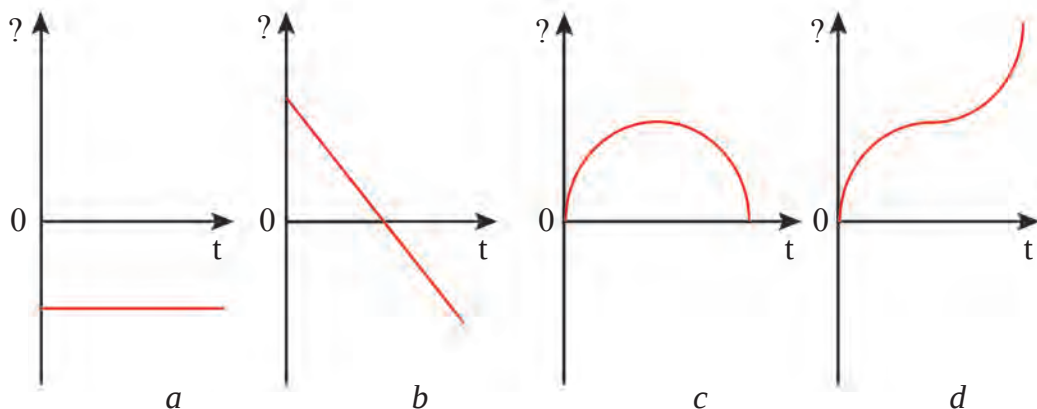
16. Avtomobil 30 km aralıqtı 15 m/s tezlikte, 40 km aralıqtı 1 saatta basıp ótti. Avtomobil pútkil jol dawamında qanday ortasha tezlik penen qozǵalǵan?

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





18. Joqaríga vertikal bağıtta ılaqtırılğan dene joqaríga kóterildi hám qayıp tómengge tústi. Bul qozǵalısqqa tiyisli orın awıstırıw, jol, tezlik hám tezleniwdiń waqıtqa baylanıslılıǵınıń grafiǵı tómendegi súwrette keltirilgen. Grafiklerdi tallap, olardıń hárbiriniń qaysı baylanısqqa sáykes keletuǵınıń tabıń.





III bap. SHENBER BOYÍNSHA TEÑ ÓLSHEWLI QOZGÁLÍ

Biz usı waqıtqa shekem traektoriyası tuwrı sıızıqtan ibarat bolğan qozğalıstı úyrendik. Deneniń traektoriyası tuwrı sıızıq bolmağan hárqanday qozğalıstı iymek sıızıqlı qozğalıstı bolıp tabıladı. Iymek sıızıqlı qozğalıstardıń eń ápiwayı túri bolsa aylanbalı qozğalıstı bolıp tabıladı.

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

15-§. DENENIÑ SHEÑBER BOYÍNSHA TEÑ ÓLSHEWLI QOZGÁLÍ

Sheńber boyınsha teñ ólshewli qozğalıstı haqqında túsiniq

Saattıń tilleriniń ushınıń, birdey tezlikte ketip baratırğan velosipedtiń yamasa avtomobildıń dóńgeleginiń, islep turğan ventilyator párriginiń qozğalıstı aylanbalı teñ ólshewli qozğalıstı dep ataw múmkin. Teñ ólshewli degende baǵıtı boyınsha teñ ólshewli emes, waqıttıń ótiwi menen ózgermeytuǵın birdey tezlikti túsiniwimizdiń kerek ekenligin esletip ótemiz.



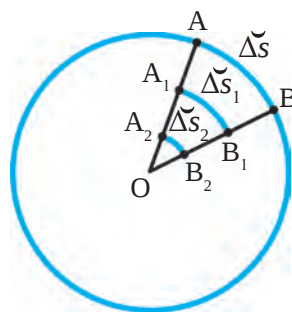
Eger materiallıq noqat sheńber boylap teñ waqıtlar arasında teńdey jollardı basıp ótse, bunday qozğalıstı aylanbalı teñ ólshewli qozğalıstı dep ataladı.

Materiallıq noqattıń aylanbalı qozğalıstı degende, aylanbalı qozğalatıuǵın 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 qozğalıstı jerge salıstırǵanda emes, al velosipedtiń yamasa avtomobildıń korpusına salıstırǵanda qaraladı.

Сızıqlı 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:

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

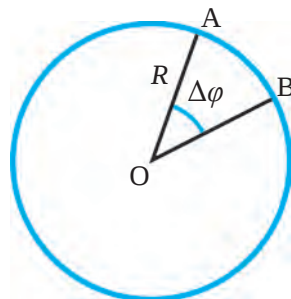


46-súwret. Hár qıylı no-qatlardıń basıp ótken jolı.



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

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.

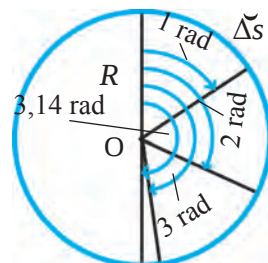


47-súwret. Burılıw múyeshiniń payda bolıwı.



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 burılса, $\Delta\varphi \approx 114^\circ$, 3 radianǵa burılса $\Delta\varphi = 172^\circ$ 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.

Kinematika tiykarlari

Burilw múyeshiniń radian ólshemindegi mánisi tómendegige teń:

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

Aylanbalı qozǵalısta sıızıqlı 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 burilw múyeshiniń usı burilw 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 burilw múyeshi, sıızıqlı tezligi hám múyeshlik tezligi qansha boladı?

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

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, sıızıqlı tezlik, burilw múyeshi, radian, gradus, múyeshlik tezlik.



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

III bab. Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalı

2. Jolda ketip baratırǵan velosiped yamasa avtomobilniń 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 sıızqlı 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 sıızqlı 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 múyeshtiń qarsısındaǵı doǵa uzınlıǵı hárbir jaǵday ushın qansha boladı?
5. Dem alıw baǵındaǵı dóńgelektiń orınlıqları aylanıw kósherinen 20 m uzaqlıqta ornatılǵan. Dóńgelektiń orınlıǵı tolıq bir ret aylanıwı ushın 10 minut waqıt ketedi. Orınlıqtıń sıızqlı tezligi hám múyeshlik tezligi qansha boladı?

16-§. SHEÑBER BOYINSHA QOZǴALÍSTÍ TÁRIYIP-LEYTUǴÍN SHAMALARDÍN ARASÍNDÁǴÍ QATNASLAR

Sızqlı tezlik penen múyeshlik tezlik arasındaǵı qatnas

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

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

Bul formulanı sıızqlı tezlikniń formulasına qoyıp, tómendegi ańlatpanı alamız:

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

Demek, teń ólsheuli aylanbalı qozǵalısta sıızqlı tezlik penen múyeshlik tezlik arasındaǵı qatnas tómendegishe boladı eken:

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

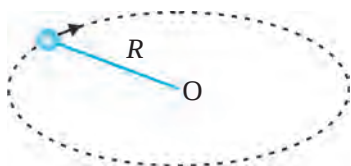
Aylanıw dáwiri, jiyiligi, sıızqlı tezlik hám múyeshlik tezlikler arasındaǵı qatnaslar

Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalıstı jáne de tolıǵıraq táriyiplew ushın aylanıw dáwiri hám aylanıw jiyiligi túsiniklerinen paydalanıladı.

Kinematika tiykarlari



Deneniń bir ret aylanıwına ketken waqıt aylanıw dáwiri dep ataladı.



49-súwret. Jipke baylangan shariktıń 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 baylangan 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 baylangan 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 arasındadıǵı qatnas:

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

Aylanıw dáwiri T menen sızıqlıq tezlik v arasındadıǵı 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 arasındadıǵı qatnas:

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

Aylanıw jiyiligi ν menen sızıqlıq tezlik v arasındadıǵı 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 avtomobildıń dóńgeleginiń radiusı 40 sm bolsa, dóńgeleginiń aylanıw dáwirin, aylanıw jiyiligin hám múyeshlik tezligin tabıń.

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

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



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



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



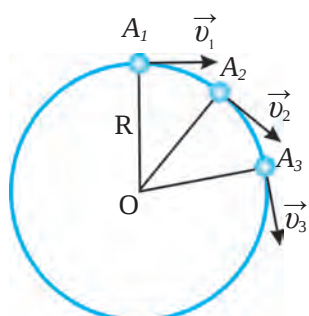
1. Shárpálek orınlıǵı 1 minutta 2 ret aylanadı. Sharqpálek kósherinen 1 m uzaqlıqta ornalıǵın sızılqı tezligi menen múyeshlik tezligin tabıń.
2. Velosiped 10 m/s tezlik penen teń ólshewli qozǵalmaqta. Eger velosipedtiń dóńgeleginiń radiusı 30 sm bolsa, onıń aylanıw dáwirin, aylanıw jiyiligin hám múyeshlik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

Kinematika tiykarlari

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

17-§. ORAYǴA UMTÍLÍWSHÍ TEZLENIW

Sheńber boylap teń ólsheuli qozǵalıstaǵı tezliktiń baǵıtı



50-súwret. Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalıstaǵı tezliklerdiń baǵıtı.

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

Sharik aylanbalı qozǵalısta belgili Δt waqıt dawamında Δs doǵanı basıp ótedi. Δt waqıttı júdá kishi dep alsaq, usı waqıttaǵı bir zamatlıq tezlikti tabıwımız múmkin. Sharik teń ólsheuli 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 ólsheuli 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 kórsetilgendey, sheńberdiń radiusına perpendikulyar baǵıtta boladı. Qarlı yamasa suwlı jollarda ketip baratırǵan avtomobildıń dóńgeleklerinen shashıraytuǵın ılay suwdıń baǵıtı da sheńberge urınba túrde boladı. Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalısta tezliktiń baǵıtı úzliksiz túrde ózgerip turǵanlıǵı ushın esaplawda onı skalyar emes, vektorlıq shama sıpatında alıwımız lazım.

Sheńber boylap teń ólsheuli qozǵalıstaǵı tezleniw

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

о́згерiwин х́ам векторлıq кóринисі тóмендегіше екенлігін кóрген едік:

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

Aylanбалı тең о́лшеwли qozǵalıста bolsa tezlikтің shaması о́згермейді, тек баǵıты о́згереді. Tezlik векторлıq shama болғанлıqtан екі вектордın модулі тең болıp, бирақ баǵıт х́ар қıylı bolsa, bunday векторлардın айırмасынın nolge тең болмайтұғınlıǵın білеміз (52-сúwрет).

Bunı 50-сúwrette kórsetilgen шариктің qozǵalıсında kórsek, Δt waqıt ishinde tezlik векторларının айırмасы $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$ yamasa $\vec{v}_3 - \vec{v}_2$ nolden parqı boladı. Demek, tezlik векторы о́згермекте. Tezlikтің о́згеріwі aylanбалı qozǵalıста tezleniw bolatuǵınlıǵınan derek beredi. (1)-formuladan шариктің Δt waqıt ishinde A_1 noqattan A_2 noqatına ótiwdegi qozǵalıс ushın tezleniw тóмендегіше а́нлатıлады:

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

Radiusı R болған ше́нбер boılap $\vec{v}$ tezlik penen тең о́лшеwли qozǵalatuǵın deneniń bir zamatlıq tezleniwi тóмендегіше tabıladı:

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

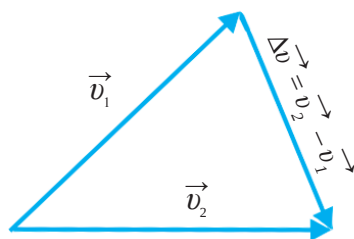
Formuladan aylanбалı qozǵalıста ше́нбердін radiusı qansha kishi bolsa, tezleniwdін de sonshama úlken bolatuǵınlıǵın kóriwimiz múmkin. Ше́нбердін radiusı úlkeyip, tuwrı sıızıqqa jaqınлаған sayın tezleniwdін м́анисі кемeyip, nolge jaqınlasadı. Tuwrı sıızıqlı тең о́лшеwли qozǵalıста bolsa tezlik векторлары ústi-ústine túседі. Nátiyjede tezliklerdін м́анисі da баǵıты da birdey болıp, tezleniw nolge тең болadı.

Ше́нбер boılap тең о́лшеwли qozǵalıстаǵı tezleniwdін баǵıты

Aylanбалı тең о́лшеwли qozǵalatuǵın шарик A_1 noqatınan A_2 noqatına ótkende tezlikler векторının айırмасы $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ boladı. $\vec{v}_2$ векторınan $\vec{v}_1$ векторы

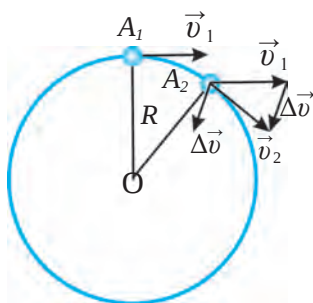


51-сúwрет. Aylanбалı тең о́лшеwли qozǵalıстаǵı tezliklerdін баǵıты

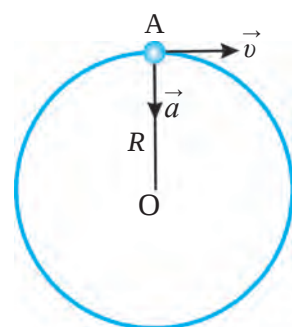


52-сúwрет. Modul тең, баǵıты х́ар қıylı векторлардın айırмасы

Kinematika tiykarlari



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 $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ inıń baǵıtı menen birdey boladı. Bunı (2)-formuladan da kóriw múmkin. Súwrettegi $\Delta \vec{v}$ vektorınıń basın A_2 noqatına kóshireyik. A_2 noqatı A_1 noqatına qansha jaqın bolsa, $\Delta \vec{v}$ vektorınıń baǵıtı sheńberdiń orayı tárepke sonsha jaqın baǵıtlanadı. A_2 noqatı A_1 noqatına júdá jaqın bolǵanda, $\Delta \vec{v}$ vektorı, sonlıqtan, $\vec{a}$ tezleniwi R radius boylap O orayına qaray baǵıtlanǵan boladı (54-súwret). Sonıń ushın aylanbalı teń ólshewli qozǵalatıǵın deneniń tezleniwi 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 tezleniwin tabıń.

Berilgen:

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

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

Tabıw kerek:

$$a = ?$$

Formulası:

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

Sheshiliwi:

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

$$\text{Juwabı: } a = 4 \text{ m/s}^2.$$



Tayanısh túsinikler: aylanbalı qozǵalıstaǵı tezleniw, orayǵa umtılıwshı tezleniw.



1. Shofyor avtomobiline radiusı 30 sm bolǵan dóńgeleklerdiń ornına 32 sm li dóńgeleklerdi ornalashtırıp aldı. Eger spidometr 60 km/saat tezlikte 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 sıızqlı tezlik penen aylanbaqta. Shariktiń orayǵa umtılwshı tezleniwın tabıń.
2. Avtomobil 90 km/saat tezlik penen teń ólsheuli qozǵalmaqta. Eger avtomobildıń 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 sıızqlı tezligi menen orayǵa umtılwshı tezleniwın tabıń.

III BAP BOYÍNSHA JUWMAQLAR

- ◆ Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalatuǵın dene iqtıyarlı teń waqıtlar arasında teńdey doǵalardı basıp ótedi.
- ◆ Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalatuǵın deneniń sıızqlı tezligi: $v = \frac{\Delta \tilde{s}}{\Delta t}$.
- ◆ Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalatuǵın deneniń múyeshlik tezligi: $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$.
- ◆ Aylanbalı teń ólsheuli qozǵalıstaǵı sıızqlı 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 sıızqlı tezlikte teń ólsheuli qozǵalatuǵın dene: $a = \frac{v^2}{R}$ tezleniwge iye. Tezleniw vektóri $\vec{a}$ 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 BAYLANÍSLÍ QOSÍMSHA SHÍNÍGÍWLAR

1. 50 sm bolğan jipke baylangan sharik minutına 36 ret aylanbaqta. Onıń aylanıw jiyiligin, dáwirin, sıızqlı hám múyeshlik tezliklerin tabıń.
2. Radiusı 20 sm bolğan ventilyator párriginiń ushı 25 m/s sıızqlı tezlik penen aylanbaqta. Ventilyator párriginiń aylanıw dáwirin, jiyiligin hám múyeshlik tezligin tabıń.
3. Aydıń Jer átirapındaǵı aylanıw jiyiligin hám sıızqlı 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 sıızqlı 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 umtılwshı tezleniwin tabıń. Jerdiń radiusın 6400 km dep alıń.
6. Barabanınıń diametri 12 sm bolğan bloktıń járdeminde júk 1 m/s tezlik penen kóterilmekte. Bloktıń barabanınıń aylanıw jiyiligin tabıń.
7. Poyezd iymeklik radiusı 1000 m bolğan burılıwda 54 km/saat tezlik penen qozǵalmaqta. Poyezddiń orayǵa umtılwshı tezleniwin tabıń.
8. Avtomobil 90 km/saat tezlik penen qozǵalganda dóńgelekleriniń aylanıw jiyiligi $10 \cdot 1/s$ bolsa, dóńgelektiń jerge tiyetuǵın noqatlarınıń orayǵa umtılwshı tezleniwi qansha boladı?
9. Saattıń minutlıq strelkası sekundlıq strelkasınan 3 ese uzın. Strelkalardıń uzınlıǵınıń sıızqlı 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 tezleniwin Aydıń orayǵa umtılwshı 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 tezleniwın tabıń (m/s^2):

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

3. $0,4 m/s^2$ 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 tabıń (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 tabıń (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, baslanǵış tezligi qanday m/s larda bolǵan?

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

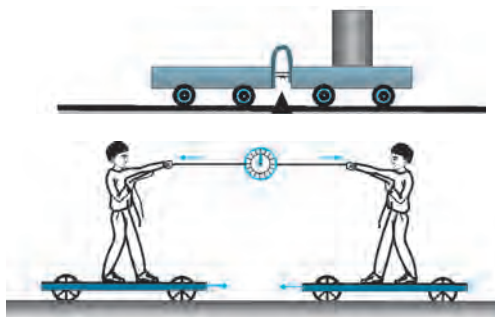
DINAMIKANÍŇ TIYKARLARÍ

Biz kinematika bóliminde deneniń qozǵalısn ápiwayılastırıp úyreniw ushın denegе tásir etetuǵın kúshlerdi itibarǵa almaǵan edik. Tuwrı sıızqlı 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 qozǵalısnıń júzege keletuǵın ózgerislerdiń deneler massası hám olar arasındaqı óz ara tásir etiwshi kúshlerge baylanıslılıǵı qızıqtırıwı tábiyiy.

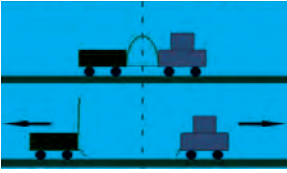
Deneler qozǵalıslarındaǵı ózgerislerdiń oǵan tásir etiwshi kúshlerge baylanıslılıǵı mexanikanıń *dinamika* bóliminde úyreniledi. Dinamika sózi grekshe *dinamikas* sózinen alınǵan bolıp, kúshke baylanıslı degen mánisti bildiredi.

IV bap. QOZǴALÍS NÍZAMLARÍ



V bap. SÍRTQÍ KÚSHLERDÍŇ TÁSIRINDEGI DENELERDÍŇ QOZǴALÍSÍ





IV bap. QOZĞALÍS NÍZAMLARÍ

Aldıńǵı sabaqlarda hárbir qozǵalıstıń salıstırmalı ekenligin bildik. Bir qozǵalıstı keltiriwshi sebepleri menen óz ara baylanıslıǵı hár qıylı esaplaw sistemalarında kórilgeninde bir-birinen keskin parıqlanatuǵın 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.

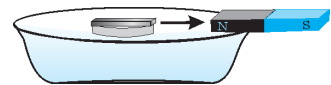
Dinamikanıń tiykarǵı nızamları úshew bolıp olar qozǵalıstı nızamları dep ataladı. Inglis alım **Isaak Nyuton** tárepinen 1687-jılı járiyalanǵan bul nızamlar adamzattıń kóp ásirlik tájiriybesiniń nátiyjelerin ulıwmalastırdı hám jańa basqıshqa alıp shıqtı. Dinamikaǵa tiyisli bilimlerdiń bir sistemaǵa túsiriliwi 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 tásirlesiwi

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

Tájiriybe. Ústine temir bólegi qoyılǵan tıǵındı ıdistaǵı suwdıń betine qoyamız. Eger suwdıń betindegi temirge magnit jaqınlastırılса, tıǵın ústindegi temir menen birge magnit tárepke júze baslaydı (55-súwret). Temirdiń qozǵalıstına sebep, onıń magnit penen óz ara tásirlesiwi 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 tásiiri.

Dinamika tiykarlari

qariga koterilgen sayin Jerdin tartiwı natiyjesinde toptın tezligi kemeyedi. Ol belgili biyiklikke koterilgende, tezligi nolge teń bolıp toqtaydı hám keyin tómengenı tuse baslaydı. Stoldın üstinde tınısh turğan sharikti túrtıp jiberseńiz, qozǵaladı. Stoldın betiniń súykelisiniń tásirinde shariktiń qozǵalıǵı áste-aqırın toqtaydı.

Kúsh



56-súwret. Kúsh tásirinde óshirgishtiń iyiliwi.

Denelerdiń óz ara tásiiri shaması jaǵınan hár qıylı bolıwı múmkin. Mısalı, metall sharikti úlken jastaǵı 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 (kontaktta bolıwı) yamasa olardıń maydanı arqalı júzege keledi. Mısalı, jerde turğan júkti tartıw, iyteriw yamasa kóteriw, prujınanı sozıw yamasa qısıw, jipti buraw sıyaqlı jaǵdaylardaǵı 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 natiyjesinde 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 tásiirin sıpatlawshı fizikalıq shama — **kúsh** túsiniǵı kirgiziledi. Demek, kúsh deneniń tezligin ózgertiwshı sebep eken. Kúsh tásirinde deneniń barlıq bóliminiń tezligi ózgermey, al bir bóleginiń tezligi de ózgeriwı múmkin. Mısalı, óshirgishti qıssa onıń forması ózgeredi, yaǵnıy deformaciyanadı (56-súwret). Joqarıda keltirilgen barlıq mısallarda dene basqa deneniń tásiiri astında qozǵalıǵıǵa keledi, toqtaydı yamasa óziniń qozǵalıǵı baǵıtın ózgertedi, yaǵnıy tezligi ózgeredi.



Bir deneniń basqa denegе tásiirin 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:

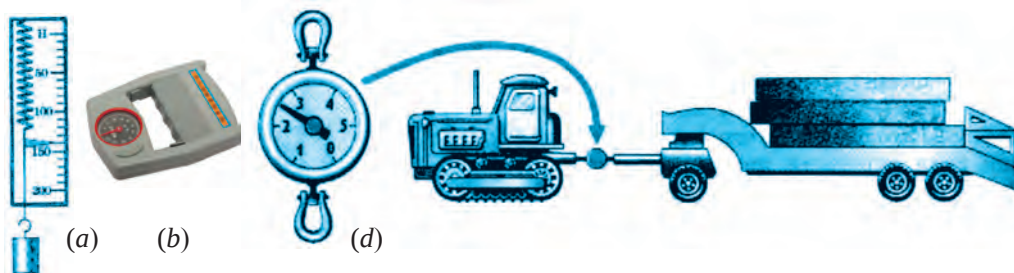
$$1 \text{ N} = 1000 \text{ mN}; \quad 1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}.$$

Kúsh vektorlıq shama bolıp, kúshitiń san mánisinen basqa onıń bağıtın 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.

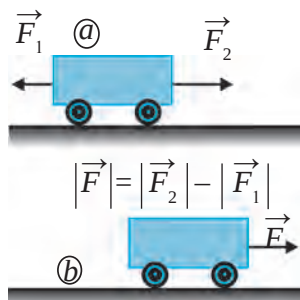


57-súwret. Eń ápiwayı (a), qoldıń barmaqlarınıń kúshin ólsheytuǵın (b) hám úlken kúshlerdi ólsheytuǵın (d) dinamometrler.

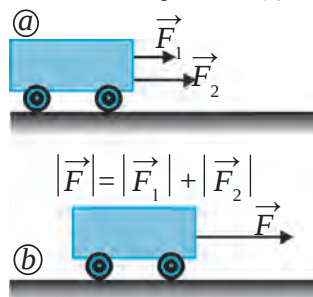
Kúshlerdi qosıw

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 sıızıq boylap qarama-qarsı bağıtta $\vec{F}_1 = 3 \text{ N}$ 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).

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 sıızıq boylap eki emes, al onnan artıq kúshler tásir etse, juwmaqlawshı kúsh hárbir kúshitiń bağıtına, qarap olardıń shamaları qosıladı yamasa ayırıladı.

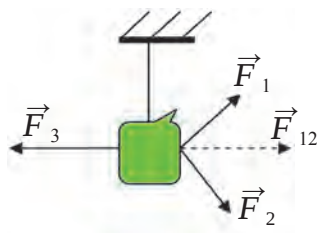


58-súwret. Qarama-qarsı baǵıtlangan kúshler (a) hám olardıń qosındısı (b).



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

Dinamika tiykarlari



60-súwret. Úsh kúshtiń teń salmaqlıq halı.

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.

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



Tayanış túsinikler: denelerdiń óz ara tásiiri, kúsh, kúshtiń birli-gi – nyuton.



1. Stoldiń ústinde kitap jatır. Kitap qanday kúshlerdiń tásirinde tınısh jatır? Kúsh vek-torlarınıń baǵıtın kórsetip, sıızılma sıziń.
2. Denelerdiń óz ara tásiiri nátiyjesinde top qozǵalatuǵın yamasa qozǵalı baǵıtın óz-gertetuǵın proceslerge misalları keltiriń.

19-§. NYUTONNÍŇ 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 ózgetedi.

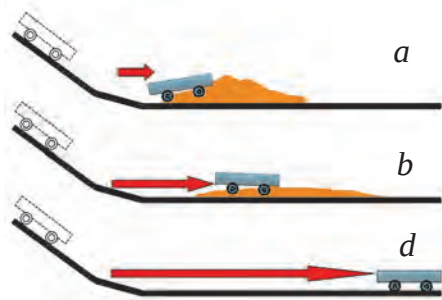


Dene tezliginiń ózgeriwi (shaması yamasa baǵıtı) oǵan basqa denelerdiń tásiiriniń nátiyjesinde júzege keledi.

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 ózgetedi 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 alğan tezleniwi de máni-si boyınsha birdey boladı. Eger ólshem-leri hár qıylı bolsa, úlken sharik kishi tezleniw, al kishkenesi úlken tezleniw alğanın kóremiz. Bul jaǵdayda, úlken sharik kishkenesinen inertlirek delinedi. Tı-nısh turǵan deneni qozǵalısqı keltiriw ushın ǵana emes, al qozǵalıstaǵı dene-lerdi toqtatıw ushın da kúsh jumsaladı. Inerciya (latınsha qozǵalmaytuǵın, háreketsizlik) denelerdiń tiykarǵı qásiyetleriniń biri bolıp, basqa denelerdiń tásirinde deneniń qalay tezleniwi oǵan baylanıslı.

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



61- súwret. Arbanıń qozǵalıwına hár qıylı tosqınlıqlardıń tásiiri.



Basqa denelerdiń tásiiri qansha az bolsa, deneniń qozǵalı tezli-giniń muǵdarı sonshama az ózgeredi hám onıń qozǵalı traek-toriyası tuwrı sıızıqqa sonsha jaqın boladı.

Eger denege basqa deneler tárepinen hesh qanday kúsh tásir etpese, ol qalay qozǵaladı? Bunı tájiriye-be kóriwge bola ma? Bul sorawlarǵa XVII ásirdeń baslarında italiyalı alım Galileo Galiley tájiriye-belerdiń járdeminde juwap beriwge urındı. Nátiyjede, eger de-nege basqa deneler tásir etpese, ol tınısh jaǵdayda yamasa Jerge salıstırǵanda tuwrı sıızqlı teń ólshewli bolıwı anıqlandı. Inerciyanıń júzege keliwin júdá kóp ushıratamız. Mısalı, eger tez qozǵalıp baratırǵan velosiped tosqınlıqqa urılsa, velosipedshi aldığa ushıp ketedi (62-súwret). Sebebi bunday jaǵdayda ol óziniń qozǵalısn 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 tosqınlıqqa 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 ózgertiw ushın belgili waqıt kerek.
Belgili tezlikte kiyatırǵan avtomobil birden toqtay almaydı. Usınday tezlikte
kiyatırǵan poyezddıń 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 jolı **tormozlanıw aralıǵı** dep ataladı.

Nyutonniń birinshi nızamı



Isaak Nyuton

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

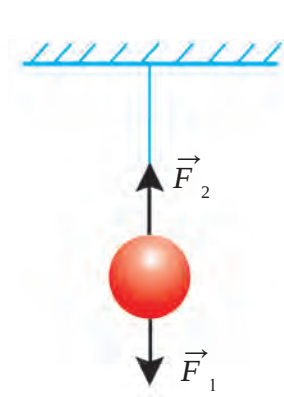


**Denege kúsh tásir etip, ózińiń tınısh yamasa
tuwrı sızıqlı teń ólsheuli qozǵalısn halın ózgert-
pese, ol sol halın saqlaydı.**

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



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



63-súwret. Kúshlerdiń
teń salmaqlıǵı.

Jipke ildirilgen sharikke Jerdiń tartıw kúshi $\vec{F}_1$ tásir
etip, onı tómengge 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 tómengge tús-
sip ketedi. Bul jerde 6-bette keltirilgen Ibn Sinonıń
shertektiń qulawı haqqındaǵı misaldı eslew orınlı.
Yaǵnıy shertekke tásir etetuǵın eki kúshtiń shaması
jaǵınan teńligi sebepli teń salmaqlıqta turǵan edi.
Joqarıǵa kóterip turıwshı baqan alıp taslanganda
salmaq kúshiniń tásirinde shertek qozǵalıp qulap
túsedı.

Demek, t sir etiwshi k shlerdin te  salmaqlıgı yaǵnıy olardıń vektorlıq qosındısı nolge te  bolǵan halda da dene  ziniń tınısh halın yamasa tuwrı sıızqlı te   lshewli qozǵalısn saqlaydı.

Nyutonniń birinshi nızamın t mendegishe t sindiriw m mkin:

1. Tınısh halında turǵan $v = 0$ bolǵan denegе basqa deneler t sir etpeǵenshe ol  ziniń tınısh halın saqlaydı. Bul dene basqa deneler t sir etkende qozǵalısqа keliwi m mkin.

Mısalı, sport maydanshasında tınısh turǵan topqa basqa dene futbolshınıń ayaǵı t sir etpeǵenshe, ol  ziniń tınısh halın saqlaydı (64-s wret). Top tebilse, yaǵnıy oǵan qanday da bir dene t sir etse, onıń tınısh halı buzıladı h m qozǵalısqа keledi.

Tap sonday, tınısh turǵan vagonǵа basqa dene – teplovoz t sir etpeǵenshe, ol ornınan qozǵalmaydı.

2. Denegе basqa deneler t sir etpese, ol  ziniń tuwrı sıızqlı te   lshewli qozǵalısn saqlaydı.

Mısalı tebilgen top v_0 baslanǵısh tezligin aladı. Top jerge salıstırǵanda m yesh astında v_0 turaqlı tezlik penen tuwrı sıızqlı qozǵalıwı kerek edi.

Biraq top Jerdin tartısıw k shi h m hawanıń qarsılıǵı t sirinde iymek sıızqlı qozǵaladı (65-s wret).



64-s wret. Top tebilmese ol  ziniń tınısh halında qaladı.



65-s wret. Tebilgen toptıń qozǵalıwı.



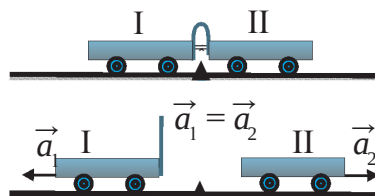
Tayanısh t sinikler: deneniń inerciyası, Nyutonniń birinshi nızamı.



1.  lken tezlik penen ketip baratırǵan avtobusta shofyor tormozdı birden bassa, jolawshılar qalay qozǵaladı? Sizińshe, tosattan baslanǵan bul qozǵalıstıń tezligi qanday shamalarǵа baylanıslı?
2. Denegе bir-birine salıstırǵanda múyesh astında t sir etip atırǵan  sh kúshniń vektorlıq qosındısıń sıızılmaда sıızıp k rsetiń.

20-§. DENENIŇ MASSASI

DenelerdiŇ inertligi



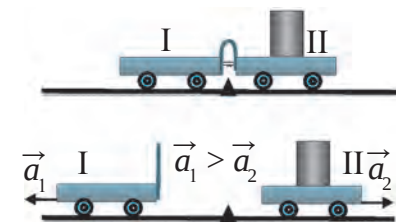
66-súwret. Inertligi birdey bolğan arbalardıń háreketi.

Tájiriye. Birewine serpimli plastinka qatırılğan eki birdey arbanı 66-súwrette kórsetilgenindey etip stoldıń ústine qoyamız. Iyilgen plastinkanı tartıp turğan jipti úzip jibersek, serpimli plastinka eki arbağa 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 tájiriyebe qaytalaymız (67-súwret). Biraq bul jaǵdayda birinshi arba ekinshi arbağa qaraǵanda uzaq aralıqqa barıp toqtaydı. Birinshi arba alǵan tezleniw ekinshisine salıstırǵanda úlken boladı:

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



67-súwret. Inertligi hár qıylı bolğan arbalardıń qozǵalı

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



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

Denege kúsh tásir etkende, usı dene inertliginiń úlken yamasa kishiligi kórinedi. Haqıyqatında da, ganteldi shtangaǵa salıstırǵanda kóteriwi, yaǵnıy qozǵaltıw ańsat. 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. Poyezddıń inertligi bolsa mashınanıń inertliginen

de úlken. Sonıń ushın poyezddı ornınan qozgaltıp, tezligin joqarılatıw hám kerisinshe, qozgalıp 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 sıızqlı teń ólshewli qozǵalısnıń ózgertiw 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 tayarlangan deneler birdey kúshtiń tásirinde hár qıylı tezleniw aladı, yaǵnıy inertligi hár qıylı muǵdarda boladı. Demek, hárbir dene inertligin kúsh tásirinde alǵan tezleniwin 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 (distillyaciyalangan) suwdıń massası 1 kg ǵa teń dep alınǵan edi. Biraq bul etalon zárúrli bolǵan dállikti támiyinley almadı.



Hawada okislenbeytuǵın platina hám iridiy birikpesinen tayarlangan, 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.

Dinamika tiykarlari

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 kerek. 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?

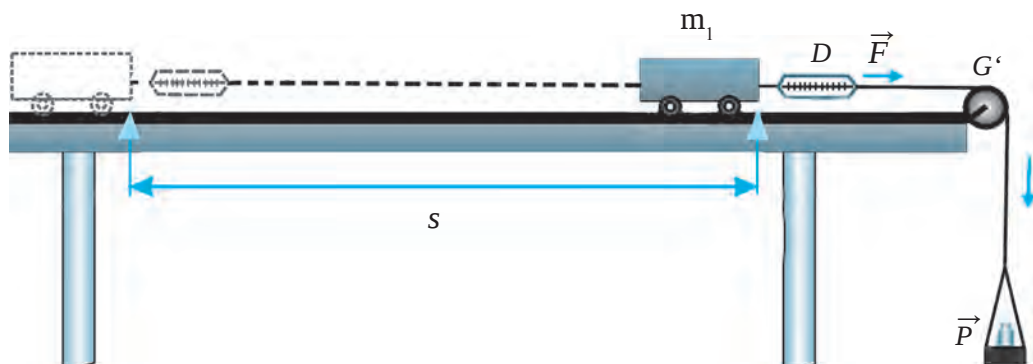
21-§. NYUTONNÍN EKINSHI NÍZAMÍ

Tezleniw menen kúshtiń arasındaǵı baylanıs

Denege kúsh tásir etpese yamasa tásir etiwshi kúshlerdiń vektorlıq qosındısı nolge teń bolsa, dene turaqlı tezlik penen qozǵaladı. Tezligin ózgertiwi yamasa tezleniw alıwı ushın denegge qanday da bir kúshtiń tásir etiwı kerek. Deneniń tezleniw alıwı ushın bul kúsh oǵan qalay tásir etedi? Baslanǵısh tezliksiz a tezleniw menen tuwrı sıızıqlı 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 tájiriybenni ótkizemiz.



68-súwret. Təjiriye rəskenesi.

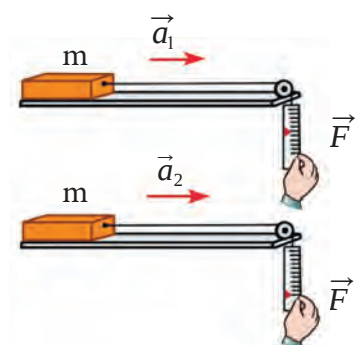
1-təjiriye. Stoldın üstinde qozğalatuğın massası m bolğan arbanı alamız. Arbağa D dinamometrın ornayıp, onıń ekinshi ushına G bloktan ótkerilgen jip arqalı P táreziniń pállesin ildiremiz. Dinamometrđiń kórsetiwine qarap, arbağa tásir etip atırğan F kúshin anıqlaw múmkin.

1. Arbanı uslap turıp pállege júk qoysaq dinamometrđiń kórsetiwı, $F_1 = 0,1$ N bolsın. Arbanı jibergenimizde, ol $s = 1$ m aralıqtı $t_1 = 4,5$ s ta basıp ótsın. Bunday jağdayda (1)-formuladan arbanıń alğan tezleniwın $a_1 \approx 0,1$ m/s² ekenligin tabamız. ($\approx$ – juwıq túrde dóńgeleklep alınğan belgi).

2. Pálledegi júktiń massasın arttırıp, arbağa tásir etip atırğan kúsh $F_2 = 0,2$ N etip alayıq. Bul jağdayda arbanıń 1 m joldı $t_2 = 3$ s ta basıp ótkenligin anıqlaw múmkin. Sonlıqtan arbanıń alğan tezleniwı $a_2 \approx 0,2$ 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 alğan tezleniwı $a_3 \approx 0,3$ m/s² qa teń boladı.

Təjiriyebeńiń nátiyjelerinde arbağa tásir etip atırğan F kúshi neshe ese artsa, arbanıń alğan a tezleniwiniń de sonsha ese artatuğınlığı kórinip tur (69-súwret). Yağnıy:



69-súwret. Tezleniwdiń kúshen gárezligi.

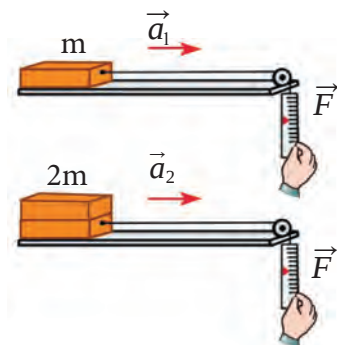
$$a \sim F \quad (2)$$



Berilgen massalı deneniń tezleniwı oğan tásir etiwshi kúshke tuwrı propocional.

2-təjiriye. Bul təjiriyede arbağa tásir etiwshi kúsh $F_1 = 0,1$ N qaldırıp, arbanıń massasın ózgeritip baramız.

Dinamika tiykarlari



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 tónke-rip 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 kerı proporcional.

Nyutonniń ekinshi nızamınıń formulası hám anıqlaması

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

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

Bul ańlatpa Nyutonniń ekinshi nızamınıń formulası. Onı tómendegishe táriyileymiz:



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

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

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

IV bap Háreket nızamları

Xalıq aralıq birlikler sistemasında kúshnıń birliǵı 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 beretuǵın kúsh.

Nyutonnıń ekinshi nızamınıń formulası vektorlıq shama túrinde tómendeǵıshe ańlatıladı.

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

Nyutonnıń birinshi nızamı ekinshi nızamınıń $F = 0$ teńliǵı orınlangandaǵı dara jaǵdayı. Sebebi, $F = 0 = ma$ da $m \neq 0$ de $a = 0$ ekenliǵı kelip shıǵadı. Yaǵnıy, denegе kúsh tásir etpese, tezleniw bolmaydı.

Másele sheshiw úlgisi

Massası 50 g bolǵan 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:

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

Tabıw kerek:

$$a = ?$$

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



Tayanış túsinikler: Nyutonnıń ekinshi nızamı.



1. 1-hám 2-tájiriybeler tiykarında arbanıń tezleniwin tawıp, kesteni toltırıń hám juwmaq shıǵarıń.

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



- Eger massası 2 kg bolǵan denegе bir waqıtta 10 N hám 15 N kúsh tásir etip atırǵan bolsa, ol qanday tezleniwler alıwı múmkin?
- v tezlik penen qozǵalıp atırǵan denegе usı tezlikte qozǵalısnı dawam ettiriwi ushın turaqlı F kúshnıń tásir etip turıwı shárt pe? F kúshiniń tásin joq etse dene toqtay ma?

22-§. NYUTONNIŇ ÚSHINSHI NÍZAMÍ

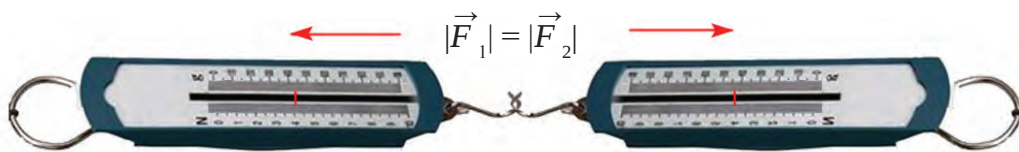
Tábiyatta heshqashan bir deneniń ekinshi denegе tásiри bir tárepleme bolmay barlıq waqıt óz ara boladı. Bir dene ekinshi denegе tásir etse, ekinshi dene de birinshi denegе tásir etedi.

20-§ da ótkerilgen tájiriybeni jáne bir ret qarap shıǵayıq. 66-súwrette kórsetilgen arbalardıń massaları óz ara teń, yaǵnıy $m_1 = m_2$. Birinshi arbadaǵı 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 baǵıtlanǵan 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 tıykarlanıp $m_1 \cdot a_1 = F_1$ 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 dinamometrди bir-birine jalǵap, olardı qarama-qarsı tárepke tartsaq (71-súwret), hár eki dinamometrдиń kórsetkishleriniń birdey bolatuǵınlıǵın kóremiz. Birinshi dinamometr qanday kúsh penen tartılsa, ekinshisi de tap sonday kúsh penen tartıladı. Tartıp atırǵan kúshtiń muǵdarınıń qanday bolıwına qaramastan, qarama-qarsı tartıp atırǵan kúshlerдиń muǵdarına



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

IV bap Háreket nızamları

teń ekenligin baqlaymız. Sonıń menen birge biz dinamometrlerdi qarama-qarsı táreplerge tartqanımız ushın bul kúshlerdi vektorlar túrinde bir sıziq boylap qarama-qarsı bağıtlangan kúsh túrinde ańlatıwımız kerek boladı. Prujinaları sozılıwǵa 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 bağıtlangan. Bul nızamlıq barlıq tásirlesiwshi deneler ushın orınlı. Sonıń ushın arbalarǵa tásir etip atırǵan kúshlerdiń vektorlıq túrdegi qatnasların tómendegishe ańlatıw múmkin:

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

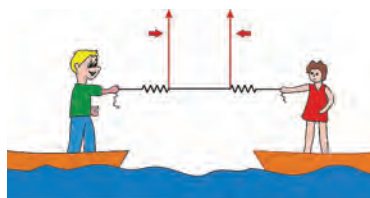
Bul ańlatpadaǵı minus (−) belgisi $\vec{F}_2$ kúshiniń $\vec{F}_1$ kúshine qarama-qarsı bağıtlanganlıǵın bildiredi (bul kúshlerdiń bir tuwrı sıziq boylap bağıtlanganlıǵın es-ten shıǵarmaw kerek).



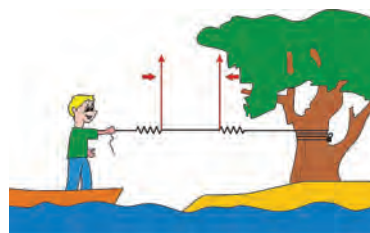
Óz ara tásirlesiwshi eki dene bir-birine shaması jaǵınan teń hám bir tuwrı sıziq boyında qarama-qarsı táreplerge bağıtlangan kúshler menen tásirlesedi.

Bul nızam *Nyutonnıń úshinshi nızamı* dep ataladı.

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

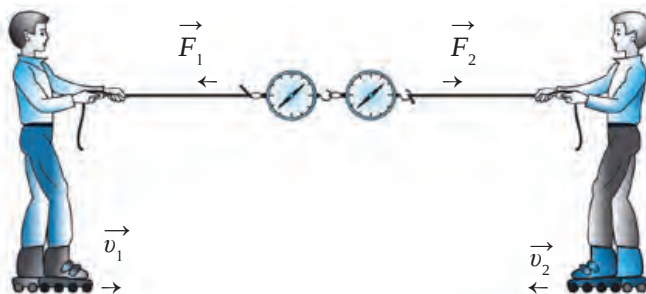


72-súwret. Eki qayıqtıń bir-birine tartılıwı.



73-súwret. Qayıqtıń terek tárepke qaray tartılıwı.

Dinamika tiykarlari



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 ornatiłǵan eki arbanıń birine magnit ózegi, ekinshisine temirdiń bólegi ornatiłǵan bolsın (75-súwret). Olarǵa tásir etip atırǵan kúshlerdi arbaǵa ornatiłǵan 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 arasındaqı aralıqtı ózgertip tásir etip atırǵan kúshlerdiń shamasın ózgertiw múmkin. Biraq báribir birinshi arbanıń ekinshisin qanday kúsh penen tartsa, ekinshisiniń de birinshisinen tap sonday kúsh penen tartıp atırǵanlıǵınıń gúwası bolamız. Ushları tayanışqa qoyılǵan taxtanıń ústinde turǵan bala taxtaǵa óziniń salmaǵı menen tásir etip, iyedi. Óz gezeginde, taxta da balaǵa tap sonday shamadaǵı kúsh penen tásir etedi. Balanıń salmaǵı tómenge baǵıtlanǵan bolsa, taxtanıń balaǵa keri tásir etiw kúshi joqarıǵa qaray baǵıtlanǵan. 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.

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



Óz ara tásirlesiwshi eki deneniń tezleniwleri olardıń massalarına kerı proporcional bolıp óz ara qarama-qarsı bağıtlangan.

Buğan mısal retinde 67-súwrette kórsetilgen massaları hár qıylı bolğan 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 tásiiri sebepli alǵan tezlikleri olardıń massalarına kerı proporcional bolıp, óz ara qarama-qarsı bağıtlangan.

Mısalı, bala tınısh turǵan qayıqtan jaǵaǵa qaray sekirgende, qayıqtıń qozǵalıstınıń 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 kerı tásir kúshleriniń hárbiriniń hár qıylı denelerge túsetuǵınlıǵın yadda saqlawımız kerek. Eger qanday da bir kúsh júzege kelse, oǵan muǵdarı jaǵınan teń, biraq qarama-qarsı bağıtlangan kúsh álbette boladı.

Másele sheshiw úlgisi:

Massası 50 kg bolğan 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:

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

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

Dinamika tiykarlari



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



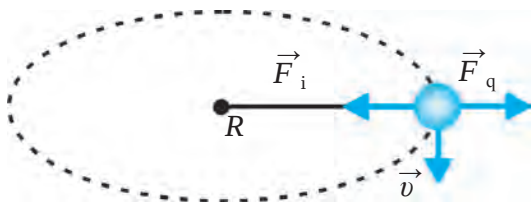
1. Ushıp baratırǵan hawa sharı menen qolımız arasındaǵı jipke kishi júk ildirilgen bolsa bul jipke úsh kúsh tásir etpekte: shar jipti joqarıǵa tartadı; júktiń salmaq kúshi tómengenı tartadı; barmaqımız jipti gorizontaldı baǵıtta tartadı. Bul tásir kúshlerine kerı tásir kúshlerin tawıp, sıızılmada kórsetiń.



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 hár biri 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 tezleniwin tabıń.
4. Tınısh turǵan denegı 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 sharıkke tásir etip atırǵan kúshler.

Sheńber boylap birdey tezlikte qozǵalatıwın 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 sharık uzın-

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

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

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

Aylanbalı qozǵalısta tezleniw deneniń aylanıw orayına baǵıtlanǵan boladı. Aylanbalı qozǵalısta denegge 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 sıızıqlı teń ólshewli qozǵalıstın dawam ettiredi. Deneniń aylanbalı qozǵalıstın júzege keltiriwshi kúshiti orayǵa umtılwshı kúsh dep ataydı hám onı F_u penen belgileymiz. Nyutonnıń ekinshi nızamınan $F_u = ma_u$ ekenliginen:

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



Denegge tásir etetuǵın orayǵa umtılwshı kúsh deneniń massasına hám sıızıqlı 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 sıızıqlı tezligi v sheńberge urınba, yaǵnıy orayǵa umtılwshı kúshke perpendikulyar baǵıtlanǵan boladı.

Oraydan qashıwshı kúsh

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

Oraydan qashıwshı kúsh F_q orayǵa umtılwshı kúsh F_u sıyaqlı tómendegishe ańlatıladı:

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

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

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

Dinamika tiykarlari

Shelektiń yarımına shekem suw quyıp, onı tez aylandırğanımızda, 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 kúshhtiń nátiyjesinde turmısımızda qollanıladı. Mısalı, juwılǵan kiyim arnawlı keptiriw barabanına salınıp, úlken tezlik penen aylandırıladı. Oraydan qashıwshı kúshhtiń tásirinde kiyimdegı suwdıń bóleksheleri barabannıń tor formasındaǵı diywallarınan atılıp shıǵıp, kiyim kebedi. Sonday-aq, sút separatorınıń járdeminde sútten qaymaq ajratıp alınadı. Bul jerde separator barabanınıń úlken tezlikte aylanıwınıń nátiyjesinde onıń ishindeǵı sút eki bólekke ajraladı. Oraydan qashıwshı kúshhtiń tásirinde awır maysız sút sırtqa shıǵıp ketedi hám arnawlı ıdısqı jıynaladı. Barabannıń orayında maylı jeńil sút (qaymaq) qaladı.



Tayanısh túsinipler: 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?



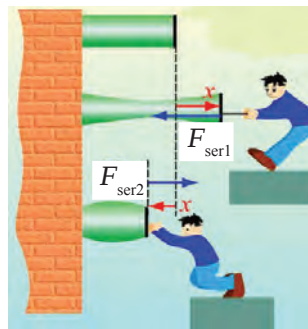
1. Massası 20 g bolǵan sharikhtiń uzınlıǵı 25 sm bolǵan jipke baylap aylandıramız. Aylanıw dáwiri 0,2 s bolsa sharikhtiń sızıqlı tezligin hám oǵan tásir etip atırǵan oraydan qashıwshı kúshni tabıń.
2. A. 1-máseleniń shártindeǵı deneniń massasın eki ret úlken dep esaplap, máseleni sheshiń. B. 1-máseleniń shártindeǵı sharik baylangan jiptiń uzınlıǵın eki ese uzın dep alıp, máseleni sheshiń. D. 1-máseleniń shártindeǵı sharikhtiń 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 qıylı noqatlarında nolge teń emes ishki kúshler payda boladı. Nyutonniń úshinshi nızamı boyınsha ishki kúshlerdiń qosındısı sırttan tásir etken kúshke teń hám oǵan qarama-qarsı baǵıtlangan (77-súwret).



77-súwret. Deneniń sozılıwı hám qısılıwı

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



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

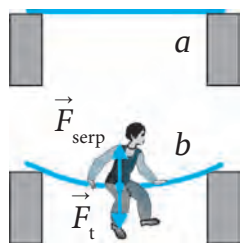
Deformaciya serpmili hám serpmili emes deformaciyalardı bólinedi. Sırtqı kúshniń táhiri toqtaǵannan keyin deneniń ózgergen forması hám ólshemi dáslepki halına qaytadı. Bunday deformaciya **serpmili deformaciya** boladı. Mısalı, sozılǵan rezina yamasa prujına sırtqı tásir toqtaǵannan keyin óz halına qaytadı. Biraz iyilgen sıǵısh qaytadan erkine jiberilgen jaǵdayda tuwrılalıp, óziniń dáslepki halına qaytadı. Bunday deneler **serpmili deneler** dep ataladı.

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

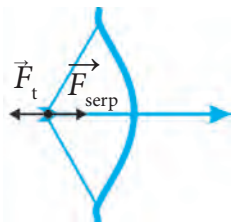
Serpimlilik kúshiniń júzege keliwi

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} serpmililik kúshi boladı. F_{serp} kúshi F_s sırtqı kúshine

Dinamika tiykarları



78-súwret. Taxtanın iyiliwi.



79-súwret. Oqjay-dín
iyiliwi

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

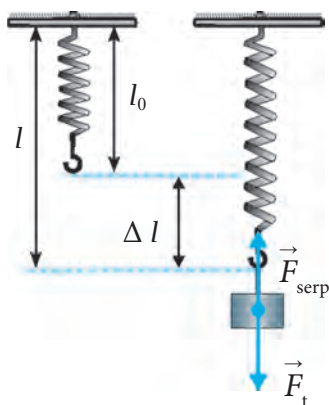
$$\vec{F}_s = -\vec{F}_{\text{serp}}. \quad (1)$$



Deformasiyalangan denede juzege kelip, sırtqı kushke qarsılıq korsetetugin jane oğan qarama-qarsı bağıtlangan kush ser-pimlilik kush dep ataladı.

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

Guk nı zamı



80-súwret. Prujinaníń sozılıwı.

Tayanishqa ornatilgan l_0 uzunliqtagi prujinağa m massalı jük ildiremiz. Oğan tásir etiwshi F_{salm} salmaq kúshi tómengge qaray bağıtlangan boladı. Prujinaniń deformaciyanıwınıń nátiyjesinde usı F_{salm} kúshine qarama-qarsı bağıtlangan F_{serp} kúshi payda boladı (80-súwret). Nátiyjede prujina Δl aralıqqa sozıladı: $\Delta l = l - l_0$. Bul ańlatpada prujinaniń absolyut sozılıwı yamasa absolyut deformaciya delinedi. F_{serp} serpimlilik kúsh F_{salm} salmaq kúshine teńleskende, prujinaniń sozılıwı toqtaydı. Prujinağa 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 baylanıstıratuğın koeficient. Bunı deformacıalanıp atırğan prujinanıń qattılığ delinedi. (2)-formuladağı (-) belgisiniń qoyılıwı serpimlilik kúshi menen absolyut sozılıwdıń qarama-qarsı bağıtlanğanlıgın bildiredi. Bul formuladan k nı tabamız:

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

Xalıq aralıq birlikler sistemasında prujinanıń qattılıǵınıń birligi 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..

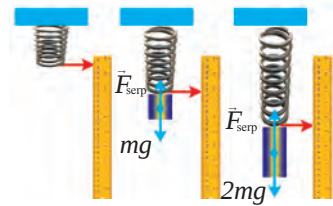
Deneniń (prujinanıń, sımnıń) qattılıǵı k qansha úlken bolsa, onı sozıw yamasa qısıw, yaǵnıy deformaciyalaw sonsha qıyın boladı. Qattılıq koeficienti hár qıylı deneler ushın hár qıylı mániske iye. Uzunlıǵı l , kese-kesiminiń maydanı S bolǵan sterjenniń qattılıǵı – k tómendegishe formulanıń járdeminde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

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

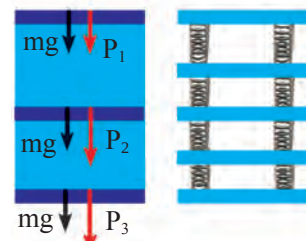
Bunda E – sterjen soǵılǵan zattıń serpimlilik moduli (Yung moduli) dep ataladı. Ol hár qıylı zatlar ushın hár qıylı boladı.

Prujina 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 qısılw deformaciýalarınan basqa iyiliw (83-súwret), jılısıw (84-súwret) hám buralıw (85-súwret) deformaciýaların da baqlawımız múmkin.

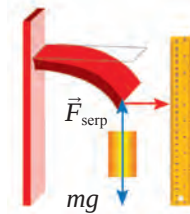
Guk nızamı kishi deformaciýalarda orınlanadı. Serpimlilik deformaciyanıń sırtqı kúshke baylanıslı grafigi (86-súwret) sırtqı kúshitiń belgili mánisine shekem koordinata basınan ótiwshi tuwrı sıziqtan ibarat bolıp, ol jerde Guk nızamı orınlanadı.



81-súwret. Deformaciyanıń tásir etiwshi kúshke baylanısı.



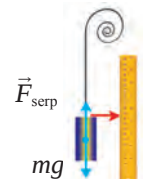
82-súwret. Qısılw deformaciýasınıń tásir etiwshi kúshke baylanısı.



83-súwret. Iyiliw deformaciýası.



84-súwret. Jılısıw deformaciýası.

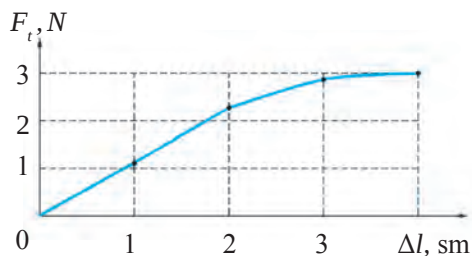


85-súwret. Buralıw deformaciýası.

Динамика тийкарлари



Гук нўзатми оринланатуѓин сўртқи кўсhtiн shegaralıq мўниси серпимlilik shegarası деп аталади.



86-сўwрет. Серпимlilik deformაციyasının сўртқи кўshке байланışlı grafığı

86-сўwrettegi серпимlilik shegarası 2,3 N ға тең. Ўlкен deformაციyalar ushın deformაციya hām kўsh arasındаѓı байланıs biraz quramalı kўriniske iye bolıp, kўshtiń artıp barıwı menen серпимли emes deformაციyanıń тўsiri joqarılaydı. Bunda kўshtiń тўsiri joq etilgennen keyin deformაციyalанѓан денeler ўzleriniń дўslepki formaların qaytıp tolıq tikley almaydı.

Мўsele sheshiw ўlгisi

Ildirgishke qatırılѓan sımѓa awırılıѓı 300 N bolѓan dene ildirilgen. Deneniń salmaq kўshiniń тўsirinde sım 0,5 mm ge uzayѓan bolsa, onıń qattılıǵın tabıń.

Berilgen:

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

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

Tabıw kerek: $k = ?$

Formulası

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

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

Sheshiliwi:

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

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



Тayanış тўsinиклер: deformაციya, серпимли deformაციya, серпимли dene, серпимли emes deformაციya, серпимли emes dene, серпимlilik kўshi, prujinaniń qattılıǵı, Guk nızamı, серпимlilik moduli.



1. Qanday kўshler теңleskende deneniń deformაციyalanıwı toqtaydı?
2. Серпимли deformაციyaѓa tiyisli qanday mısallardı bilesiz?



1. 4N kўshtiń тўsirinde 5 sm ge sozilѓan prujinaniń qattılıǵın tabıń.
2. Qattılıǵı 500 N/m bolѓan rezina 10 N kўsh penen tartılsa qansha soziladı?
3. Qanday shamadаѓı kўshtiń тўsirinde qattılıǵı 1000 N/m bolѓan prujina 4 sm ge soziladı?
4. Jўk mashinası jeńil avtomobildi tros arqalı 1 kN kўsh penen tartsa, tros qansha soziladı? Trostıń qattılıǵı 10^5 N/m .
5. Berilgen sımniń bўleginiń qattılıǵı $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}$ shamasına тең. Usı sım ekige bўlinse, hўrbir bўlektiń qattılıǵı qansha?

6. Massası 200 g bolğan júk ildirilgende uzunlıǵı 8 mm bolğan prujina 12 mm bolıp qaldı. Onıń qattılıǵın anıqlań.

25-§. PRUJINANÍŇ QATTÍLÍǴÍN 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. Pруjinalı dinamometrди соǵıw ushın shkalası-na millimetrli qaǵaz jabıstırıń.

2. Dinamometrди shtativke 87-súwrette kórsetilgende etip ornadıń.

3. Dinamometrдиń kórsetkishiniń baslanǵısh halın shkaladaǵı millimetrli qaǵazǵa belgileń.

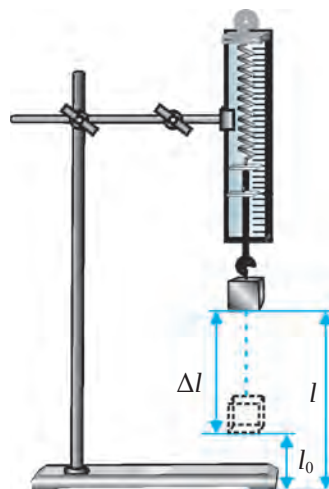
4. Dinamometrдиń ildirgishine m_1 massa júkti ildiriń, onıń tásirinde prujinanıń Δl_1 sozılıwın ólsheń hám nátiyjeni kestege jazıń.

5. Massaları m_2 hám m_3 bolğan 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. Pруjina qattılıǵın anıqlaw ushın úskeneler.

Dinamika tiykarlari

2-keste

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

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

Tájiriybe waqtında tómendegi sorawlarǵa juwap tabıwǵa tırısıń:

1. Dinamometrdiń shkalası bóliminiń mánisi nege teń?
2. Dinamometrdiń shkalasınıń joqarǵı shegarası neshege teń?
3. Júk ildirilgen dinamometrdiń prujına kórsetkishı qayjerde turıwı kerek?
4. Kúshti ólshewde dinamometrdi qalay ornalastırıw kerek?
5. Kúshti ólshew waqtında dinamometrdiń 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. Dinamometrdiń 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 esiwi, 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 deneghe tásir etip atırǵan kúsh belgili bolsa, deneniń qálegen waqıttaǵı traektoriyasınıń qálegen noqatındaǵı tezleniwın tabıw múmkin. Deneniń qozǵalı, yaǵnıy onıń qálegen waqıttaǵı jaǵdayı belgili bolsa, Nyutonnıń nızamlarınıń járdeminde deneghe qanday kúshniń tásir etetuǵınlıǵın anıqlaw múmkinshiligin beredi.

IV BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA SHÍNÍǴIWLAR

1. Massası 2 kg bolǵan dene jerge erkin túsedı. Deneghe tásir etip atırǵan kúshni 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 kúshniń 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 kúshniń tásirinde qozǵalıp, 5 s da 20 m júrdi. Deneghe tásir etip atırǵan kúshniń shamasın tabıń.

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

6. Teń ólshewli gorizental 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?

Dinamika tiykarlari

12. Massasi 0,4 kg bolgan topqa 0,01 s dawamida soqqi berilgende, ol 20 m/s tezlik aladi. Top qanday kush penen tebilgen?

13. 25 sm uzunliqtagi jipke baylangan massasi 100 g sharik sheñber boy-lap sekundina 2 ret aylanadi. Sharikke tasir etip atirgan oraydan qashiwshi kush-ti ham orayga umtiliwshi tezleniwdi tabin.

14. 13-máseleniñ shártindegi sharik sekundina 4 ret aylandırılsa, oraydan qashiwshi kush ham orayga umtiliwshi tezleniw neshe ese artadı yamasa kemeyedi?

15. 1 m uzunliqtagi jipke baylangan dene har sekunda 1 ret aylanadi. De-nege tasir etip atirgan oraydan qashiwshi kush-tin 10 N bolıwı ushin deneniñ massası qansha bolıwı kerek?

16. Batpaqlı jolda batıp qalğan avtomobildin dóńgeleginen 10 m/s tezlikte ılay shashırıp atır. Eger avtomobildin dóńgeleginiñ diametri 1 m, atılıp atırğan ılaydin ortasha massası 5 g bolsa, batpaq qanday kush penen shashırağan?

17. Motocikl cirk arenasında 25 m diametrli sheñber boylap 45 km/saat tezlikte qozǵalmaqta. Eger motociklge tasir etip atirgan oraydan qashiwshi kush 2,5 kN ga teñ bolsa, motocikl menen shofyordin birgelikdegi massası qansha boladı? Bunda motocikl qanday orayga umtiliwshi tezleniw aladı?

18. 2 N kush-tin tasirinde 10 sm ge sozilgan rezinaniñ qattılıǵın tabin.

19. Prujinalı tárezige 1 kg júk ildirilgende onın prujinası 8 sm ge sozilgan. Prujinaniñ qattılıǵın tabin. Usı ham keyingi tiyisli shınıǵıwlarında $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

20. Qattılıǵı 60 N/m bolgan prujinaǵa júk ildirilgende, ol 5 sm ge sozıldı. Prujinaǵa ildirilgen júktiñ massasın tabin.

21. Qattılıǵı 10 N/m bolgan rezinaǵa 60 g bolgan júk ildirilgende qan-shaǵa soziladı?

22. Bir tárepi biriktirilgen uzunlıqları birdey eki prujinaniñ bos ushlarınan uslap tartıldı. Bul jaǵdayda qattılıǵı 120 N/m bolgan prujina 4 sm ge sozıldı. Ekinshi prujina 3 sm ge sozilgan bolsa, onın qattılıǵı qansha boladı?

23. Massası 1200 kg bolgan avtomobildi $0,3 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen súyregende, qattılıǵı 40 kN/m bolgan trostin qanshaǵa sozılatuǵınlıǵın tabin. Súyke-liw kushin esapqa almañ.



V bap. SÍRTQÍ KÚSHLERDÍN TÁSIRINDE DENELERDÍN QOZĞALÍSÍ

26-§. PÚTKIL DÚNYALÍQ TARTÍLÍS NÍZAMÍ

Ay hám basqa planetalar sheńber boylap derlik turaqlı tezlikte qozğaladı. Hárqanday deneniń sheńber boyınsha qozğalıwı ushin oǵan turaqlı kúsh tásir etip turıwı kerek. Eger planetalarǵa bunday kúsh tásir etpese, olar tuwrı sızıqlı teń ólshewli qozğalgan bolar edi. Endi dinamikanıń nızamların qollanıp, Aydıń Jer átirapındaǵı aylanıwın kórip shıǵamız. Ay turaqlı kúshtiń tásirinde sheńber boylap qozğaladı. 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 umtılwshı kúshi bolsa, Aydıń orbita boyınsha qozğalıсындаǵı orayǵa umtılwshı kúshinen 3600 ese úlken, yaǵnıy:

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

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

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

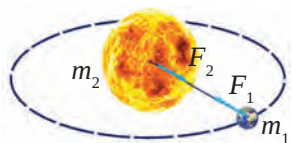
bunda G – proporcionallıq koefficienti.

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

Dinamika tiykarlari

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 kúshtiń 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

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıwı

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 kúshlerdıń shaması júdá kishi bolǵanlıqtan, olar sezilmeydi. Biraq, Jer menen Aydıń tartısıwınıń nátiyjesinde Ay táreptegi teńiz hám okean suwınıń birneshe metrge kóteriliwi, yaǵnıy okean menen teńizlerdıń suwlarınıń tasıwı baqlanadı.

Jipke qanday da bir deneni ildirip qoysaq Jer menen deneniń tartısıwınıń nátiyjesinde dene jipti Jerdiń orayı tárepke tartadı. Bul qubılıstı qurılısshılar 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. Tómende 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 arasındǵı tartısıw kúshin tabıń.

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

Dinamika tiykarlari



Tayanish túsinipler: pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı, gravitaciyalıq tartısıw kúshi kúsh, gravitaciyalıq turaqlı.

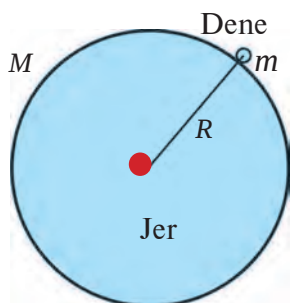


1. Massańızdı, Jerdiń massası menen radiusın bilgen halda ózińizdiń Jerge qanday kúsh penen tartılatuǵınlıǵıńızdı esaplań. Ózińiz benen Jerdiń arasındaqı aralıqtı Jerdiń radiusına teń dep alıń.
2. Tartısıw kúshiniń tásiiri menen túsindiriletuǵın, Jerde júz beretuǵın qubılıslarǵa mısallar keltiriń.



1. Jer menen Ay arasındaqı 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 tartısadı?
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



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):

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

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

Bunda dene hám Jerdiń arasındaqı 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. Nyutonniń úshinshi nızamına muwapıq dene Jerge qanday kúsh penen tartılса, ol Jerdi ózine tap sonsha kúsh penen tartadı. Bul kúshler óz ara

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

qarama-qarsı baǵıtlanǵan. Sonıń menen birge, massası 1 kg dene 9,8 N kúsh penen Jerge tartılǵa, dene bul kúshı sezedi. Massası júdá úlken bolǵan Jer ushın 9,8 N kúshıń táseri sezilmeydi. Demek, bunday jaǵdaylarda biz tek Jerdegi denelerdıń Jerge tartılıwı haqqında sóz etemiz.

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

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

Demek, 1 kg massalı dene Jerdıń 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 kúshıń tásirinde olar qanday tezleniwge iye boladı?

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

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

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 hárıbi 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 $F_{\text{salım}}$ arqalı belgileybiz. Nyutonnnıń ekinshi nızamınıń formulasındaǵı a tezleniwın g erkin túsiw tezleniwı menen almastırıp, massası m bolǵan deneniń salmaqın tómendegishe anıqlaw múmkin:

$$F_{\text{salım}} = mg. \quad (3)$$



Deneniń Jerge tartılıw kúshi salmaq kúshi dep ataladı.

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

Másele sheshiw úlgisi

Kópirdiń ústinde turgan massası 10 tonna bolǵan júk mashinasınıń salmaq kúshin tabıń. Mashina kópırge qanday kúsh penen táser etedi?

Dinamika tiykarlari

Berilgen:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 10 \text{ t} = 10\,000 \text{ kg};$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2.$	$F_{\text{salm}} = mg.$	$F_{\text{salm}} = 10\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} =$ $= 98\,000 \text{ N} = 98 \text{ kN}.$
<i>Tabıw kerek:</i> $F_{\text{salm}} - ?$	<i>Juwabı:</i> $F_{\text{salm}} = 98 \text{ kN};$ mashina kópirge 98 kN kúsh penen tásir etedi.	



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

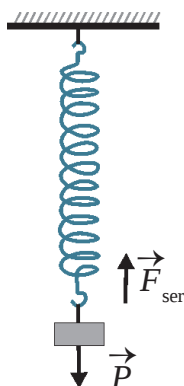


1. Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamına muwapıq Jer betindegi massası m bolğan dene menen Jer arasındagı óz ara tartısıw kúshiniń formulası qalay jazıladı?
2. Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı menen Nyutonniń ekinshi nızamınıń formulaları tiykarında erkin túsiw tezleniwiniń mánisi qalay tabıladı?



1. Massası 200 kg bolğan 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 turğan avtomobildiń salmaq kúshi 20 kN ға teń. Avtomobildiń massasın tabıń.

28-§. DENENIŇ SALMAĞI



90-súwret. Deneniń salmaq kúshiniń aspağa táhiri

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

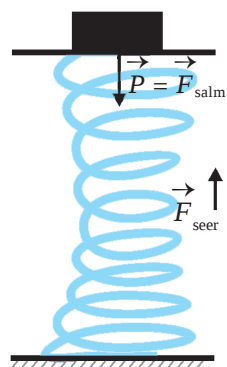
1-tájiriybe. Aspağa ildirilgen prujınağa massası m deneni ildiremiz. Denege tómengge bağıtlangan $F_{\text{salm}} = mg$ salmaq kúshi tásir etedi. Usı kúshitiń tásirinde prujına sozıladı, yaǵnıy deformaciyalanadı. Nátiyjede, F_{serp} serpimlilik kúshi payda boladı (90-súwret).

F_{salm} salmaq kúshiniń tásirinde prujına sozıla baslaǵannan prujınanıń dáslepki halın saqlawğa umtılawshı joqarıǵa bağıtlangan 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 prujınağa ildirilgen dene toqtaydı. Deneniń tınısh

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

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

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



91-súwret. Deneniń salmaq kúshiniń tayanıshqa tási.



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 túsiniǵın salmaq kúshi túsiniǵı menen alıstırmaw kerek. Olardıń bir-birinen ajıralatuǵın eki tárepın 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 ushın 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.

Dinamika tiykarlari

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 túsiniǵı 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 esaplanadı.

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>
$F_{\text{salm}} = 10 \text{ N};$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2.$	$F_{\text{salm}} = mg; m = \frac{F_{\text{salm}}}{g}.$	$m = \frac{10}{9,8} \approx 1 \text{ kg}.$
<i>Tabıw kerek:</i>		
$m = ? F_{\text{serp}} = ? F_{\text{salm}} = ?$		

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 túsiniqler: salmaq kúshiniń aspağa tásiri, salmaq kúshiniń tayanıshqa tásiri, deneniń salmaǵı.



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

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı



1. Tayanıshqa ildirilgen prujınaǵa massası 50 g bolǵan dene ildirilgen. Denege tásir etetuǵın salmaq kúshi hám prujinanıń serpimlilik kúshi teń salmaqıqta bolǵanda deneniń salmaǵı nege teń boladı? Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.
2. Prujinanıń 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

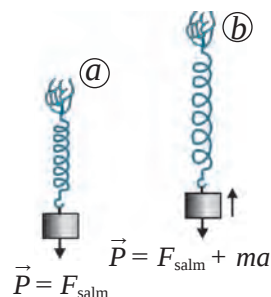
Prujınaǵa massası m deneni ildirip, onı tınısh halda uslap turamız. Teń salmaqıq halı tiklengende deneniń salmaǵı:

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

boladı (93-a súwret).

Eger prujinanı keskin joqarıǵa qozǵaltsaq, onda onıń teń salmaqıq halındaǵıǵa salıstırǵanda sozılǵanlıǵın kóremiz (93-b súwret). Demek, joqarıǵa baǵıtlangan tezleniwde júktiń salmaǵı artadı. Onıń sebebin Nyutonnıń ekinshi nızamınıń járdeminde túsindiriw múmkin. Júkti joqarıǵa a tezleniw menen qozǵaltılsa, prujınaǵa salmaq kúshinen basqa qosımsha ma kúshi tásir etedi. Bul jaǵdayda salmaqıq mánisi salmaq kúshi hám qosımsha kúshtiń 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).



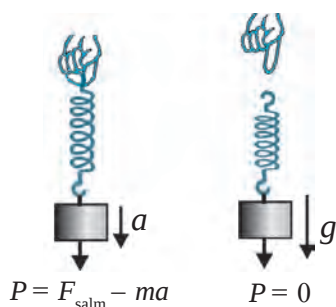
Dene joqarıǵa tik baǵıtta a tezleniw menen qozǵalganda, onıń salmaǵı ma shamasına artadı. Bul qubılıs *júk túsiw* dep ataladı.

(2)-hám (1)-formulalardaǵı salmaqlardıń qatnası $n = (g + a)/g$ ǵa teń bolıp, onı júk túsiw dep ataydı. Bul formulanıń járdeminde salmaqıq mánisin esaplaw múmkin. Demek, júktiń óziniń astındaǵı tayanıshqa tásir etip atırǵan salmaǵınıń shaması salmaq 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.

Dinamika tiykarlari



94-súwret. Liftiń tezleniwshi qozǵalı



95-súwret. Deneniń a tezleniwi (a) hám (b) tezleniwi menen tómengge qaray qozǵalı

Turmısmızda júk túsiwdiń júz beriwin 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 beriwi kerek.

Salmaqsızlıq

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

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

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



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

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

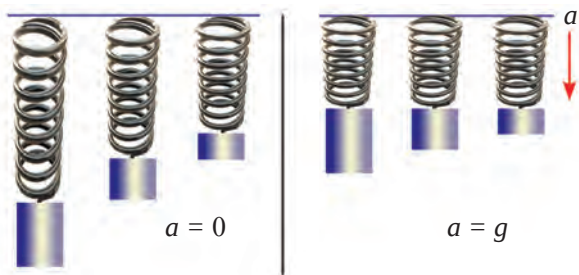
Júk ildirilgen prujinani jazdırsaq prujina qısqarıp júk $a = g$ tezleniwi menen tómengge qozǵaladı. Bul jaǵdayda prujinaniń shkalası oǵan ildirilgen deneniń salmaǵınıń 0 ge teń ekenligin, yaǵnıy salmaqsızlıq jaǵdayn kórsetedi (95-b súwret):

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

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

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

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 tómengen túsedi. Demek, Jerdiń 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:



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



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 kementiń ishinde erkin qozǵalıp júredi (97-súwret). Bul jaǵdayda kosmonavttıń salmaǵı nolge teń. Ol ózin jerge erkin túsip kiyatırǵanday sezedi. Tez kiyatırǵan avtomobil birden tómengen qarap júre baslaǵanda salmaqsızlıq halın sezemiz. Dem alıw orınlarındaǵı «júrekti seskendiriwshi» attrakcionlarda júk túsiw hám salmaqsızlıq qubılıslarınıń guwası bolıwımız múmkin. Bul jaǵdayda attrakcion qatnasıwshıları joqarıǵa keskin kóterilgende qosımsha kústıń tásir etip atırǵanlıǵın, otırǵıshqa úlkenirek salmaq penen basım túsirip atırǵanlıǵın, yaǵnıy júktiń túskenligi seziledi. Tómengen 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

Dinamika tiykarlari

tezleniw menen kóterdi. Deneniń salmaq kúshin tabıń. Tastı Jerden kóteriw waqtında onıń salmağı qansha bolǵan?

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



Tayansh túsiniqler: júk túsıw, deneniń salmaqsızlıq halı.



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



1. Biriniń üstine 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) gorizental; c) vertikal tómenge teń ólshewli túsiriledi. Bul jaǵdaylardıń hárbirindegi júkke tásir etiwshi salmaq kúshi menen onıń salmağı nege teń?
3. Massası 3 kg bolǵan dene tezleniw menen joqarıǵa kóterilip, salmağı 39 N ǵa jetdi. Dene qanday tezleniw menen kóterilgen?

30-§. JERDİŇ TARTIW KÚSHINIŇ TÁSIRINDE DENELERDİŇ QOZǴALISÍ

Gorizontai baǵıtta ilaqtırılǵan deneniń qozǵalı

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

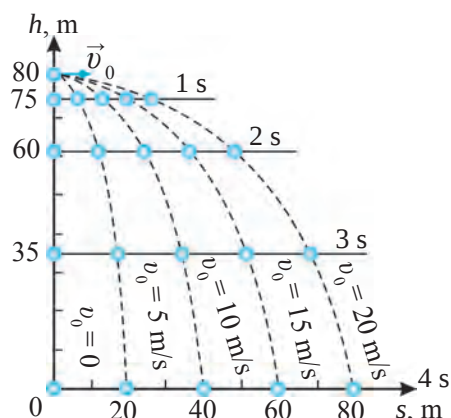
Deneniń 80 m biyiklikke iye minardan jerge vertikal baǵıtta taslanganlıǵın kóz aldımızǵa keltireyik. Hawanıń qarsılıǵın esapqa almawǵa bolatuǵınday

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

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 sıızqlı qozǵalıstınıń proekciyası túsirilse, onıń proekciyası tuwrı sıızqlı teń ólshewli qozǵalıstı ańlatadı. Sonıń ushın minardıń astınan deneniń túsken ornına shekemgi bolǵan aralıq tómendegishe 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 túsıwin esaplaymız. Bul jaǵdayda $t = 4 \text{ s}$ dep alıp, (1)-formuladan hár bir 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 $s = 10 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 40 \text{ m}$;

Dinamika tiykarlari

$$3) v_0 = 15 \text{ m/s da } s = 15 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 60 \text{ m};$$

$$4) v_0 = 20 \text{ m/s da } s = 20 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 80 \text{ m}.$$

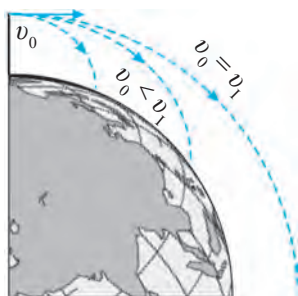
Demek, gorizont bağıtında ılaqtırılğan dene eki túrli qozğalısta qatnasadı, yaǵnıy gorizont bağıtta tuwrı sıızqlı turaqlı tezliktegi qozğalıstı dawam ettiredi hám de Jerdiń tartıw kúshiniń tásirinde vertikal bağıtta ózgeriwshi tezlikte tómengge erkin túsiw tezleniwi boladı.

Bir waqıtta hám gorizontal, 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 qozǵalısnı úyrengenimizde Jer betin tegis dep aldıq. Biz Jerdiń shar formasına iye ekenligin bilemiz. Jerden h biyikliktegi deneni v tezlikte gorizont qozǵalsa, ol salmaq kúshiniń tásirinde Jerge qaytıp túsedi. Deneniń baslanǵısh tezligi qansha úlken bolsa, ol Jerdiń beti boylap sonsha uzaqqa barıp túsedi. 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 qaytıp túspeydi hám ol belgili orbita (sheńber traektoriya) boylap v_1 tezlikde Jer sharın aylanıp júredi. Bunday deneni **Jerdiń joldası** dep ataydı.

Pútkil dúnyalıq tartısıw 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 tezleniwi kemeydi. Sheńber boylap qozğalıstaǵı deneniń orayǵa umtılwshı tezleniwi $a = v^2/r$ ǵa

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

teń. Eger Jerdıń beti janında, yaǵnıy h tıń 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 діń 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 qozǵalıǵınıń 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:

$v_0 = 15 \text{ m/s};$
 $t = 2 \text{ s}; h_0 = 1 \text{ m};$
 $g = 10 \text{ m/s}^2.$

Formulası:

$h = \frac{gt^2}{2};$
 $h_1 = h - h_0;$
 $s = v_0 t.$

Sheshiliwi:

$h = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \text{ m} = 20 \text{ m};$
 $h_1 = (20 - 1) \text{ m} = 19 \text{ m};$
 $s = 15 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} = 30 \text{ m}.$
Juwabı: $h_1 = 19 \text{ m}; s = 30 \text{ m}.$



Tayanısh túsinikler: gorizont baǵıtında ılaqtırılǵan deneniń qozǵalıǵı, 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 Jerdıń 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 tıstı. 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 baslangısh tezlik penen ılaqtırıldı hám 60 m aralıqqa barıp jerge tıstı? Deneniń jerge tısiw waqtın hám minardıń biyikligin tabıń.
3. Avtomobil 80 km/saat, samolyot 900 km/saat tezlik penen qozǵalmaqda. Olardıń hárbiriniń 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 tısiw tezleniwi g nıń shaması kemeyedi. Jer betinen 300 km biyiklikte erkin tısiw 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 tarıxında 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.

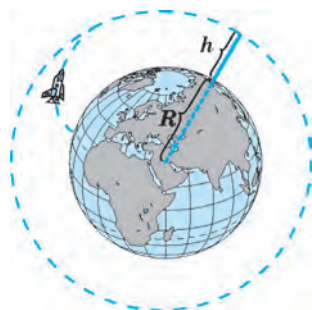
Shar formasındaǵı bul raketa Jer átirapında aylandı, yaǵnıy Jerdiń jasalma joldasına aylangan.

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

Dinamika tiykarlari

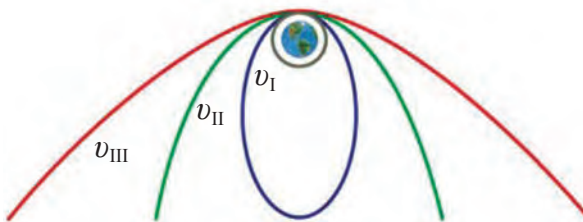
mosliq kemesinde ushish, uzaq muddet dawamında izertlew jumislari alip barıwda qatnastı.



101-súwret. Jerdiń jasalma joldaslarınan paydalanıwısh

Házirgi waqıtta kosmonavtika tez pát penen rawajlanbaqta. Jerdiń átirapında hár qıylı mámleketlerdiń Jerden basqarılatuǵın jasalma joldasları ushısh 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 qozǵalısh orbitası da ózgeredi hám sheńber boylap ushısh atırǵan joldas ellips, soń parabola dep atalıwshı traektoriyalar boyınsha qozǵaladı (102-súwret). Esaplawlarǵa qaraǵanda jasalma joldastıń tezligi $v_{II} = 11,2 \text{ km/s}$ 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 $v_{III} = 16,7 \text{ km/s}$ tezlik penen ushırılsa, raketa úshinshi kosmoslıq tezlikke erisedi hám Quyash sistemasınan shıǵıp ketedi. Bul tezlik shegarası **úshinshi kosmoslıq tezlik** dep ataladı.

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı



Tayanısh túsinińler: raketa, jasalma joldas, kosmos, kosmoslıq keme, ekinshi kosmoslıq tezlik, úshinshi kosmoslıq tezlik.



1. Kosmonavt kosmoslıq kemedan sırtqa shıqsa, salmaqsızlıq halında bola ma?
2. Jerdıń jasalma joldasınıń qozǵalıǵın teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıǵı dep aytıwǵa bola ma?

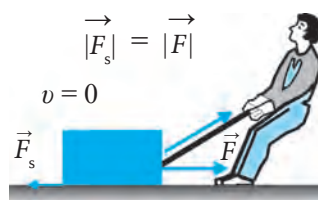


1. Massaları 1200 kg nan bolǵan eki avtomobildıń massa orayları arasındaǵı aralıq 5 m ge teń. Avtomobiller bir-birinen qanday kúshler menen tartıladı?
2. Bir-birinen 100 m aralıqta turǵan 8 000 t hám 12 500 t massalı eki kemeniń óz ara tartısıw kúshiniń shamasın tabıń.
3. 99-bette keltirilgen maǵlıwmatlardan paydalanıp, Quyash penen Jerdıń 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 massasını tabıń.
6. Jer betinde turǵan massası 1 kg bolǵan deneniń salmaq kúshi nege teń?
7. Lift 5 m/s^2 tezleniw menen joqarıǵa qaray qozǵala basladı. Usı waqıtta lifttiń ishindegi massası 45 kg bolǵan balanıń salmaǵı qansha boladı?
8. Lift $2,5 \text{ m/s}^2$ tezleniw menen tómengen qaray qozǵala basladı. Usı waqıtta lifttiń ishindegi massası 90 kg bolǵan adamnıń salmaǵı qansha boladı?
9. Jerdıń betinen qanday biyiklikte birinshi kosmoslıq tezlik 6 km/s shamasına teń boladı?

32-§. SÚYKELIW KÚSHI. TÍNÍSHLIQTAǴI SÚYKELIW

Súykeliw kúshi

Tez ketip baratırǵan avtomobildi toqtatıw ushın tormoz basıladı. Tóbeden sırganap túsken shana joldıń gorizontal bóliminde biraz sırganap 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 qozǵalıǵınıń baǵıtında F kúshi menen tásir etiw kerek (103-súwret). Bunda júktiń qozǵalıǵına 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 súykeliń 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 kórinıwi.

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 súykelip, qozǵalıwǵa tosqınlıq etiwshi kúshti júzege keltiredi.



Súykelis kúshi payda bolıwınıń ekinshi sebebi – bir-birine tiyip turatuǵın deneler betindegi molekulalardıń óz ara tásirlesiw kúshi bolıp tabıladı.

Eger denelerdiń betleri jaqsı tegislengen bolsa, olar bir-birine tiygende molekulalar bir-birine júdá jaqın boladı. Bul jaǵdayda bir-birine tiyip turǵan dene molekulaları arasında tartısıw kúshleri sezilerli boladı.

Denelerdiń súykeliw qubılısların úsh túrge bóliw múmkin: *tınıshlıqtaǵı súykeliw, sırganap súykeliw hám domalap súykeliw.*

Тınıshlıқтаǵı súykeliw

Dene salıstırmalı tınıshlıқта turǵanda súykeliw kúshi onı bir orında uslap turadı hám ol deneniń orınan qozǵalıwına tosqınlıq etedi. Bul kúsh ***tınıshlıқтаǵı (tınısh haldaǵı) súykeliw kúshi bolıp tabıladı.***

Transportyordıń járdeminde júklerdi qıya boyınsha joqarıǵa alıp shıǵıw múmkin. Bul jaǵdayda júktiń beti menen transportyor qayısıńnıń beti arasındaqı tınıshlıқтаǵı súykeliw kúshi júkti uslap turadı (106-súwret). Eger bul kúsh bolmaǵanda, júk sırǵanap tómengen túsip ketken bolar edi.



106-súwret.
Transportyorda júkti joqarıǵa shıǵarıw.

Bólmedegi stol, stul, shkaf hám basqa buyımlar tınıshlıқтаǵı súykeliw kúshi sebepli polda qıymıdamay turadı. Eger súykeliw kúshi bolmaǵanda, olardı túrtip jibergen waqıtta bólme ishinde qozǵalısqı kelip, sırǵanap júrer edi.

Poldıń ústinde turǵan deneni gorizont baǵıtta qozǵalısqı keltiriw, yaǵnıy qozǵaltıw ushın oǵan tınıshlıқтаǵı súykeliw kúshine teń hám oǵan qarama-qarsı baǵıtlanǵan kúsh penen tásir etiw kerek.

Júrgenimizde ayaq kiyimniń ultanı menen Jerdiń betiniń arasında tınıshlıқтаǵı súykeliw kúshi payda boladı. Súykeliw kúshi bolmaǵanda biz júre almaǵan bolar edik, muzdıń ústinde júrgendey sırǵanap ketken bolar edik. Biz Jerdi artqa qaray F kúshi menen iyteremiz. Súykeliw kúshi F_s bolsa qozǵalısqımdıń baǵıtında tásir etip, san shaması jaǵınan F kúshine teń boladı (107-súwret).



107-súwret.
Júrgende súykeliwdiń júz beriwi.

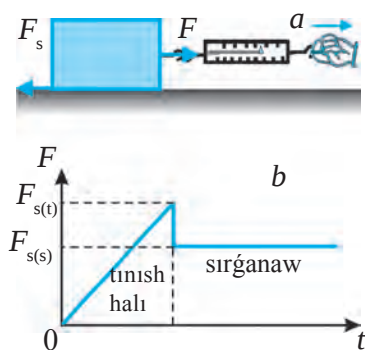
Júrgenimizde jerdi artqa qaray iyteriwimizdi kóriw ushın sportshılar shınıǵatuǵın rolikli qozǵalatuǵın joldı mısıl etiwimiz múmkin (108-súwret). Bul jaǵdayda sportshı aldığa juwırmaqshı bolsa, jol artqa qaray qozǵaladı.

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 joldıń artqı tárepke qaray qozǵalıwı.

Dinamika tiykarlari



109-súwret. Tınıshlıqtağı hám sirğanap súykeliwdiń júzege keliwi (a) hám olardıń grafigi (b).

belgili maksimallıq $F = F_{s(t)}$ mánisine jetkende, dene ornınan qozǵaladı (109-a súwret). Bul jaǵdayda $F_{s(t)}$ kúshi tınıshlıqtağı súykeliw kúshi.



Deneniń tınısh halınan qozǵalısqı keliw waqtındaǵı súykeliw kúshi tınıshlıqtağı súykeliw kúshi dep ataladı.



Tayanış túsinikler: súykeliw kúshi, tınıshlıqtağı súykeliw, tınıshlıqtağı 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



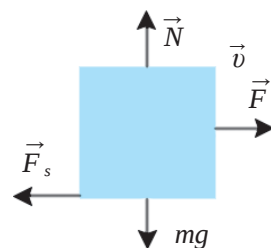
Sırǵanap súykeliw bir deneniń beti boylap basqa dene sırǵanap qozǵalganda júzege keletuǵın súykeliw bolıp tabıladı.

Mısalı, stoldıń ústindegi kitaptı jılastırǵanda, sırǵanap súykeliw payda boladı. 109-a súwrette súwretlengen deneni dinamometr arqalı tartıp, ornınan

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

qozǵaltamız. Deneniń ornınan qozǵalıw waqtında dinamometrdiń kórsetiwi keskin kemeyedi. Dinamometrdi tartıw arqalı deneni teń ólshewli qozǵalısqıa keltirsek, dinamometrdiń kórsetiwi ózgermeydi. Dinamometrdiń kórsetiwiniń súykeliw kúshi $F_{s(s)}$ shamasına teń boladı. Demek, sırǵanap súykeliw kúshi tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshinen kishi boladı (109-b súwret).

Eger sırǵanap atırǵan deneniń ústine júk qoysaq, ólshenip atırǵan súykeliw kúshiniń shaması artadı. Tá-jiriybeniń kórsetiwinshe, gorizont baǵıtta teń ólshewli qozǵalatúǵın 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). Sırǵanap 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 waqıtta betke perpendikulyar baǵıtlanǵan boladı. Demek, sırǵanap súykeliw kúshi $F_{s(s)}$ deneniń reakciya kúshi N ge tuwrı proporcional:



110-súwret. Sırǵanap súykeliwdegi vektorlıq shamalardıń baǵıtı.

$$F_{s(s)} = \mu N \quad \text{yamasa} \quad F_{s(s)} = \mu mg, \quad (1)$$

Bul jaǵdayda μ (myu) sırǵanap súykelis koefficienti bolıp, onıń shaması bir-birine súykelisiwshi denelerdiń túrine, betleriniń tegisligine hám basqa da faktorlarǵa baylanıslı. Sırǵanap súykeliw koefficientiniń shamasın (1)-formuladan tabamız:

$$\mu = \frac{F_{s(s)}}{N} \quad \text{yamasa} \quad \mu = \frac{F_{s(s)}}{mg}. \quad (2)$$

Bazı bir qos materiallar ushın sırǵanap súykeliw koefficienti 3-kestede keltirilgen.

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

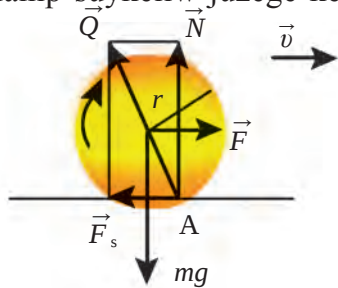
Domalanıp súykeliw



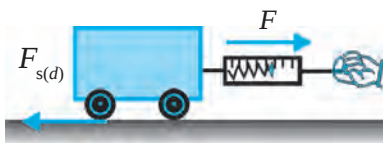
Bir dene ekinshi deneniń beti boylap sırganamay domalağan jaǵdayda payda bolǵan súykeliwdi domalanıp súykeliw dep ataydı.

Dóngelekler aylanǵanda, bochka yamasa cilindrler domlatılǵanda 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 deformaciyanadı hám domalanıp súykeliw kúshi $F_{s(d)}$ sonsha kishi boladı (111-súwret). Temir joldıń temir izlerinde súykeliw kúshiniń júdá kishi bolıwınıń sebebi de sonda.

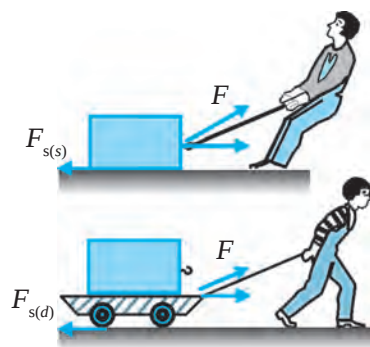
111-súwret. Domalanıp súykeliwde vektorlardıń baǵıtı.



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 kúshniń shaması 4 ke bólinse, arbadaǵı hár bir dóngelektiń domalanıp súykeliw kúshi tabıladı.



112-súwret. Domalap súykeliw kúshin anıqlaw.



113-súwret. Sırǵanap (a) hám domalanıp (b) súykeliwdiń salıstırılıwı.

Domalanıp súykeliw kúshi $F_{s(d)}$ sırǵanap súykeliw kúshi $F_{s(s)}$ dan kishi boladı (113-súwret). Sonıń ushın da, áyyemgi zamanlarda adamlar awır júklerdi bir orınnan ekinshi orıńǵa 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:

$$F_{s(d)} = \mu_d \frac{P}{r}, \quad (3)$$

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

Bul jaǵdayda μ_d – domalanıp súykeliw koefficienti. Onıń shaması bir-birine súykeliwshi denelerdıń 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 dinamometrди jalǵaymız. Dinamometrди gorizont baǵıtındaǵı halda uslap, ağashtı polǵa salıstırǵanda teń ólshewli qozǵaltamız. Dene teń ólshewli qozǵala baslaǵanında dinamometrдиń kórsetiw kúshi súykeliw kúshin kórsetedi. Ağashtıń teń ólshewli qozǵalıǵı tásir etiwshi kúsh penen súykeliw kúshiniń teńligin kórsetedi. Tek bul kúshler qarama-qarsı baǵıtlanǵan 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 arasındǵı domalanıp súykeliw kúshin tabıń. Dóńgelektiń diametrin 1 m, rezina menen asfalt arasındǵı domalanıp súykeliw koefficientin 2 mm, $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

<i>Berilgen:</i>	<i>Formulası:</i>	<i>Sheshiliwi:</i>
$m = 2 \text{ t} = 2\,000 \text{ kg};$ $\mu_d = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m};$ $D = 1 \text{ m}; g = 10 \text{ m/s}^2.$	$P = mg;$ $r = \frac{D}{2};$ $F_{s(d)} = \mu_d \frac{P}{r}.$	$P = 2000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 20\,000 \text{ N};$ $r = \frac{1}{2} \text{ m} = 0,5 \text{ m};$ $F_{s(d)} = 0,002 \text{ m} \cdot \frac{20\,000 \text{ N}}{0,5 \text{ m}} = 80 \text{ N}.$
<i>Tabıw kerek:</i>		
$F_{i(d)} = ?$		<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.

Dinamika tiykarlari



1. Domalanıp súykeliw kúshin túsindirip berin. Onın formulası qalay anlatıladi?
2. Qorshağan átırapińızda ushırasatuğın sırganap súykeliw hám domalanıp súykeliwge misallar keltirin.



1. Gorizont bağıtında turğan ağash taxtanın betinde ağashtan islengen massası 5 kg bolğan kishkene taxa teń ólsheuli sırganap baratır. Bul jaǵdayda payda bolğan sırganap súykeliw kúshin tabın. (Usı hám keyingi máselelerde $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep, súykeliw koefficientiniń mánisin temadaǵı kestden hám tekstten alın).
2. Gorizont bağıtında turğan polat bette polattan islengen massası 10 kg bolğan dene gorizont bağıtta teń ólsheuli sırganap baratır. Bunda dene qanday kúsh penen tartılğan?
3. Gorizont bağıtta turğan polat bette radiusı 10 sm, massası 3 kg bolğan polat disk teń ólsheuli domalap baratır. Bul jaǵdayda payda bolğan domalap súykeliw kúshin tabın.
4. 3-máselede keltirilgen disk qaptal tárepi menen gorizont bağıtında jatırğan polat bettiń üstinde teń ólsheuli sırganap baratır. Sırganap súykeliw kúshin tabın. Onı 3-máseledegi domalap súykeliw kúshi menen salıstırın hám juwmaq shıǵarın.

34-§. SIRǴANAP SÚYKELIW KOEFFICIENTIN ANÍQLAW

(3-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstın maqseti: ağash sıızǵıstıń üstinde sırganap atırğan taxtanın súykeliw koefficientin anıqlaw járdeminde sırganap súykeliwge tiyisli bilimlerdi bekkemlew.

Kerekli ásbaplar: uzın ağash sıızǵış, ilgekli taxa, dinamometr, tárezi, tárezi tasları.

Jumıstı orınlaw tártibi

1. Tárezide kishkene taxtanın massasın ólsheń hám 4-kestege jazın.
2. $P = mg$ formulasınan paydalanıp, taxtanın salmaǵın tabın.
3. Taxtaǵa dinamometrди ildirip, onı sıızǵış boylap teń ólsheuli sırganatın hám dinamometrдиń kórsetiwın $F_{s(s)}$ sırganap súykeliw kúshine teń dep alıp, onı kestege jazın.
4. 121-bettegi (4)-formuladan paydalanıp, sırganap súykeliw koefficientin esaplań.

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

5. Taxtanıń ústine dáslep 100 gr lı, keyin 200 gr lı tárezi tasların qoyıp, tájiriybeni tákirarlań. Olar ushın da sırganap súykeliw kúshin tabıń. Nátiy-jelerdi kestege jazıń.

6. $\mu_{\text{ort}} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)/3$ formulasınan paydalanıp, sırganap 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 TEXNIKA DAǴÍ SÚYKELIW

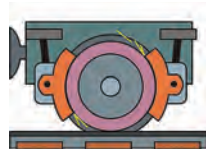
Súykeliwdiń áhmiyeti

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 kel-tirip kóremiz. Súykeliw bolmaǵanda adamlar da, haywanlar da jerde júre almaytuǵın edi. Júrgenimizde ayaqlarımız benen jerden iyterilemiz. Súykeliw az bolǵan muzdıń ústin-de júriwdiń qıyın ekenligin bilesiz. Súykeliw bolmaǵanda, buyımlar qolımızdan sırganap túsip ketken bolar edi.

Vagonnıń dóńgelekleriniń aylanıwın toqtatıw ushın súykeliw kúshinen paydalanıladı (114-súwret). Avtomobilge tormoz berilgende, súykeliw kúshi onı toqtatadı. Tınış-lıqtaǵı súykeliwsiz ol qozǵala almas edi, dóńgelekler aylansa da, avtomobil ornında tura bergen bolar edi. Súykeliwdi arttırıw ushın avtomobildıń dóńge-lekleriniń betin tegis emes etip isleydi (115-súwret).



114-súwret.

Vagonnıń dóńgeleginiń tormozlanıwı. tormozlanishi

Dinamika tiykarlari

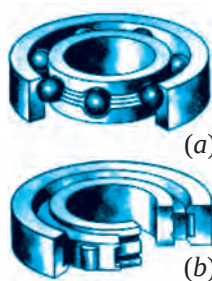


115-súwret.
Avtomobilniñ
dóńgeleginiñ
beti.

Tınısh haldağı súykeliw kúshi polda turğan stol-stul hám shkaflardı uslap turadı, taxtağa qağılğan shegelerdi uslap turadı, baylanğan arqanniñ sheshilip ketiwine jol qoymaydı.

Ósimlik hám haywanlarda hár qıylı organlar súykeliwdiñ sebebinen uslap turıw wazıypasın atqaradı. Mısalı, ósimliklerdiñ shırmawıqları, pildiñ tumsıǵı, órmelep shıǵatuǵın haywanlardıñ quyırǵı tegis emes betke iye boladı.

Zıyanlı súykeliw hám onı kemeytiw



116-súwret.
Sharikli (a)
hám rolikli (b)
podshipnikler.

Bir-biriniñ ústinde qozǵalatuǵın betlerde payda bolatuǵın súykelisler kóp jaǵdaylarda zıyanlı boladı. Bunday jaǵdaylarda súykeliwdi kemeytetuǵın hár qıylı qurallar qollanıladı. Mısalı, mashina hám stanoklarda súykeliw sebebinen qozǵalatuǵın bólekleri qızadı hám jelinedi. Súykeliwdi kemeytiw ushın bir-birine tiyip turıwshı betler tegislenedi hám olardıñ araları maylanadı.

Súykeliwdi kemeytiw maqsetinde avtomobil, velosiped hám stanoklardıñ aylanıwshı vallarına podshipnikler kiydiriledi. Podshipniktiñ valǵa tikkeley tiyip turatuǵın bólegi – vkladish polat, shoyın yamasa bronzadan soǵıladı. Vkladishtıñ ishki betine qorǵasın yamasa qalayınıñ hár qıylı birikpeleri qaplanadı hám maylanadı. Val aylanǵanda, vkladishtıñ 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 podshipniklerdiñ qollanılwı domalanıp súykeliw kúshiniñ kem ekenligine tiykarlanǵan. Bunday podshipniklerde aylanıp atırǵan val podshipniktiñ qozǵalmaytuǵın vkladishında sırganamaydı, al polat sharikler hám roliklerdiñ ústinde domalaydı (116-súwret).

Podshipniktiñ qattı polattan tayarlanǵan ishki saqıynası valǵa ornاتیлған boladı. Sırtqı saqıyna bolsa mashinanıñ korpusına qatırılǵan. Val aylanǵanda ishki saqıyna shariklerde yamasa roliklerde domalaydı. Sharikler hám rolikler saqıynalardıñ arasına jaylastırılǵan boladı. Sharikli yamasa rolikli podshipnikler qollanılganda olardıñ súykeliw kúshiniñ shaması sırganaw podshipniklerine qaraǵanda 20–30 ese kem boladı.

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

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 sa-naatın hám transportın bunday podshipniklersiz kóz aldımızǵa keltire al-maymız. Ilim-texnikanıń joqarı rawajlanıwında súykeliw kúshi júdá az bolǵan podshipnikler islep shıǵarılwı jolǵa qoyılǵan. Gedir-budırılıqları te-gislenip, atom hám molekulalardıń dárejesinde tegislengen podshipniklerdıń súykeliwi jáne de az bolıwı menen ajralıp turadı. Hawa yamasa suıqlıqtıń qarsılıq kúshin kemeytiw maqsetinde úlken tezlikte qozǵalatúǵın deneler ellips formada islenedi. Sonday formada islengen samolyot hám suw astı kemelerinde qarsılıq kúshiniń kemeyiwiniń esabınan úlken tezlikke erisiledi hám janılǵınıń 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, avtoma-shinalardıń 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 denelerdıń bir-birine tikkeley soqlıǵısıwında payda boladı hám barlıq waqıtta da soqlıǵısqan beti boylap baǵıatlanatúǵınlıǵın es-kertip ótemiz. Usınday qásiyeti menen súykeliw kúshi soqlıǵısıw betine tik baǵıtlangan serpimlilik kúshinen ajralıp turadı.

Deneniń súykeliw kúshi tásirindegi qozǵalıсында bul kúsh barlıq waqıt qozǵalı baǵıtınıń vektorına qarama-qarsı baǵıtlangan boladı. Demek, súyke-liw kúshi deneniń tezliginiń san mánisin kemeytedi hám denege tek súykeliw kúshi tásir etse, dene áste-aqırın barıp toqtaydı.

Eger júrip baratırǵan avtomobildıń aldınan tosqınlıq shıǵıp qalsa, shofyor dóńgeleklerge motordıń tásirin toqtatıp, tormozdı iske qosatu-ǵınlıǵı jiyi ushırasatuǵın jaǵdaylardıń biri bolıp tabıladı. Avtomobil tek súykeliw kúshiniń táhiri astında tormozlanıw aralıǵı dep atalatúǵın joldı ótip bolıp, toqtaydı. Esaplawlar bul aralıq baslanǵısh tezliktiń kvadratına tuwrı proporcional, súykeliw kúshine bolsa kerı proporcional ekenligin kórsetti.



Tayanish túsinikler: podshipnik, vkladish, sırganaw 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 soǵılmaıdı?

V BAP BOYINSHA JUWMAQLAR

- ◆ Pútkil dúnyalıq tartılıs nızamı: Eki deneniń birin-biri tartıw kúshi olardıń massaları kóbeymesine tuwrı proporcional hám olardıń arasındaqı 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 baǵıtlangan boladı.
- ◆ Denelerdiń súykelisin úsh túrge: tınıshlıqtaǵı súykeliw, sırganap súykeliw hám domalanıp súykeliwge bóliw múmkin.

V bap. Sırtqı kúshlerdıń tásirinde denelerdıń qozǵalıǵı

- ◆ Tınıshlıqtaǵı súykeliw kúshi deneni bir orında uslap turadı hám ornınan qozǵalıwǵa qarsılıq jasaydı.
- ◆ 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 tájiriybeni ótkerip kórin. Paydalanılmaǵan qálemди alıp, eki kórsetkish barmaqlarınızdıń ústine qoyın. Bunnan keyin qálemди gori-zont baǵıtında uslap turıp, barmaqlarınızdı birin ekinshisine qaray áste-aqırın jaqınlastırın. Bul jaǵdayda qálemniń aldın bir barmaǵınızdı, keyin basqa barmaǵınızdı jılısıp atırǵanlıǵınıń gúwası bolasız. Eger tájiriybeni uzın tegis aǵash penen tákirarlasañız, bul jaǵdaydıń jáne de kóbirek qaytalanganlıǵın baqlaysız. Bunday qızıq qubilistiń 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 tartısadı?

4. Massañızdı, 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 or-bitasınıń radiusın $R = 1,5 \cdot 10^{11}$ m dep alıp, Quyashtıń massasın 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. Gori-zont baǵıtında $v = 10$ m/s tezlik penen ılaqtırılǵan deneniń gori-zont baǵıtındaǵı ushıw uzaqlıǵı ılaqtırılıw biyikligine teń. Dene qanday h biyiklikten ılaqtırılǵan?

Dinamika tiykarlari

9. Eger dene gorizont bağıtında tezleniw menen qozğalsa, onıń salmağı ózgere me? Juwabınızdı dálillep berin.

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 tabın.

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. Ağıstın tezligi dáryanıń túbinde kúshli me yamasa betinde me? Juwabınızdı tiykarlap berin.

13. Gorizont bağıtında turğan ağash taxtanıń betinde ağashdan islengen massası 1 kg kishkene taxa teń ólshewli sırğanap baratır. Bul jağdayda payda bolğan sırğanap súykeliw kúshin tabın. $\mu = 0,4$ dep alın.

14. Traktordın 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 avtomobildin dóńgelekleriniń birgeliktegi domalanıp súykeliw kúshin tabın. Dóńgelekleriniń radiusı 30 sm $\mu_d = 0,1$ sm dep alın.

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, prujinanın qattılığı 150 N/m ge teń bolsa, prujina qanshağa sozıladı?

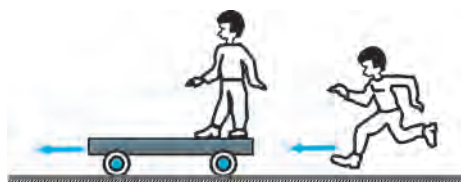
17. Gorizont bağıttağı jolda 36 km/saat tezlik penen qozğalatuğın avtomobildi burıw ushın eń kishi doğanın radiusın tabın. Dóńgeleklerdin jolğa sırğanap súykeliw koefficienti 0,25 ge teń.

SAQLANÍW NÍZAMLARÍ

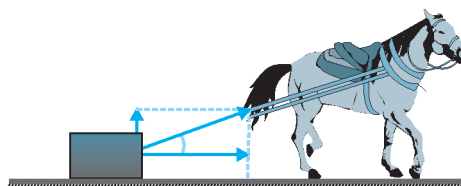
Eger deneye tásir etetuǵın kúshler belgili bolsa, Nyutonnıń nızamları mexanikanıń máselelerin sheshiwge múmkinshilik beredi. Biraq kópshilik jaǵdaylarda bul kúshler belgisiz bolǵanı ushın Nyuton nızamların tikkeley qollanıwǵa bolmaydı. Mısalı, eki deneniń soqlıǵısıwında júzege keletuǵın deformaciyalanıw júdá quramalı bolıp, serpimli kúshlerdi esapqa alıwǵa tuwrı keledi. Kúshlerdiń tásir etiw waqıtı da júdá qısqa boladı. Nátiyjede baqlanıp atırǵan proceslerde kórinetuǵın kúshlerdiń mánislerin anıqlaw birqansha qıyın. Bunday jaǵdaylarda másele sheshiw ushın Nyutonnıń 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

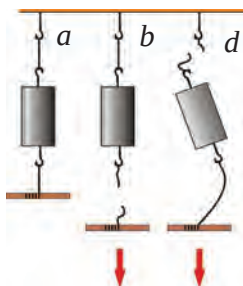




VI bap. IMPULSTIŇ SAQLANIŇW NIZAMI

36-§. IMPULS

KúshitiŇ impulsı

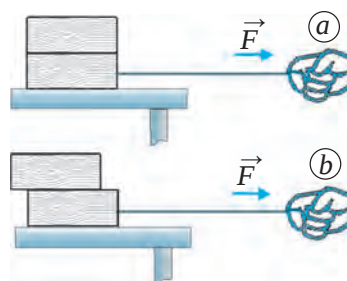


117-súwret. Jipti silkip (b) hám áste tartqandağı úziliwi

Tınıshlıqta turğan arbanı belgili bir tezlikte qozğaltıw ushın oğan úlken tezlikte ketip baratırğan basqa arbanıń urılıwı kerek. Yamasa onı áste-aqırın tartıp, azgántay kúsh tásirinde de kerekli tezlikke erisiw múmkin. Biraq bunıń ushın uzaq waqt dawamında kúsh tásir etirip turıw kerek. Bul eki usılda arbanı birdey tezlikte qozğalısqı keledi: birinde qısqı waqt ishinde úlken kúsh, ekinshisinde uzaq waqt dawamında az kúshitiŇ tásirinde. Demek, denelerdiŇ óz ara tásirinde nátiyje kúshitiŇ muǵdarınan basqa, tásirlesiwdiŇ waqtına da baylanıslı eken. Buǵan isenim payda etiw ushın tómendegi tájiriybelerdi ótkerip kóreyik.

1-tájiriye. Eki birdey jipke eki tárepten baylangan deneni 117-a súwrette kórsetilgendey etip ildirip qoyayıq. Dáslep jipti tez, yaǵnıy silkip tómenge tartamız (117-b súwret). Bunday jaǵdayda deneniŇ astındaǵı jiptiŇ úziliwiniŇ guwası bolamız. Sebebi silkip tartqanıımızda Nyutonnıń birinshi nızamina saykes dene óziniŇ tınıshlıqtaǵı halın saqlawǵa tırısadı hám deneniŇ üstindegi jipke kúsh tásir etip úlgermeydi. Nátiyjede, deneniŇ astındaǵı jipke üstindegi jipti salıstırǵanda kóbirek kúsh tásir etip, jip úziledi. Endi deneniŇ astına baylangan jipti tómenge áste-aqırın tartamız. Bul jaǵdayda deneniŇ joqarısındaǵı jip úziledi (117-d súwret). Sebebi, biz tárepten tómenge qaray túsirilgen kúshke deneniŇ salmaǵı da qosıladı. DeneniŇ üstindegi jipke astındaǵı jipti salıstırǵanda kóbirek kúsh tásir etedi. Nátiyjede, ústingi jip úziledi.

2-tájiriye. Stoldıń ústine betleri sıypaq eki taxtanı biriniń ústine birin qoyayıq. Tómenдеги taxtaǵa jip baylanǵan bolsın (118-súwret). Birinshi (a) jaǵdayda tómengi taxtanı áste-aqırın tartamız. Bunday jaǵdayda eki taxtada stoldıń ústinde birgelikte jılıydı. Ekinshi (b) jaǵdayda tómendegi taxtanı, silkip tartamız. Bunday jaǵdayda joqarıdaǵı taxta tómendegi taxtaǵa salıstırǵanda keyninde qaladı yamasa tómengi 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 kúshtiń 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.



Kúshtiń impulsı denegе tásir etip atırǵan kúshtiń usı kúsh tásir etken waqıttıń kóbeymesine teń.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t. \quad (1)$$

Xalıq aralıq birlikler sistemasında kúsh impulsı – $\vec{I}$ diń birliǵı **Nyu-ton • sekund** (N·s). 1 N · s li impuls – bul 1 s dawamında tásir etiwshi 1 N kúshtiń impulsı bolıp tabıladı.

Kúshtiń impulsı vektorlıq shama bolıp, onıń baǵıtı kúshtiń 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

Saqlanıw nızamları

penen urıw soqqısınan 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 soqqısınan 10 ese kishi boladı.

Mıltıq atılǵanda onıń massası 10 g oǵı 600 m/s tezlik penen qozǵaladı, deyik. 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 soqqısınan 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 birligi $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$ 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

$\vec{v}_0$ baslangısh 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 tezleniwi 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 birliǵı ishindegi deneniń impulsiniń ózgeriwi 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 baslangısh tezliksiz ($v_0 = 0$) jaǵdayında kórip shıǵayıq:

Сақлану нızамлarı

$$\vec{F}t = m \cdot \Delta \vec{v}.$$

Bul formulada waqıt $t = 0$ bolǵanda, tezlik $v = 0$ boladı. Sebebi, hárqanday deneniń massası nolge teń emes. Demek, kúsh tásir etip, deneni qozǵalısqqa keltiriw ushın belgili bir waqıt kerek boladı. Deneniń massası qansha úlken bolsa, onı qozǵalısqqa keltiriw ushın sonsha kóp waqıt talap etiledi. Sonlıqtan, kúsh deneniń inerciyasın jeńip atırǵanday seziledi.

Deneniń tuwrı sıızıqlı qozǵalısqda kúsh hám tezlikler baǵıtına sáykes kelgenligi ushın formulanı skalyar kóriniste jazıw múmkin:

$$Ft = mv - mv_0.$$

Demek, deneniń impulsin birdey shamaǵa ózgertiwdiń 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>
$m_v = 100 \text{ kg};$ $m_a = 1200 \text{ kg};$ $v_v = v_a = 27 \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$	$p_v = m_v v_v;$ $p_a = m_a v_a.$	$p_v = 100 \text{ kg} \cdot 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 750 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}.$ $p_a = 1200 \text{ kg} \cdot 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$
<i>Tabıw kerek:</i> $p_v = ? \quad p_a = ?$	<i>Juwabı:</i> $p_v = 750 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}; \quad p_a = 9\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}.$	



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 denegе baylanğan jip tómengе 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 denegе tásir etken kúshтіń impulsin tabıń.
2. Massası 2 kg bolğan dene 5 m/s tezlikte diywalǵa urıldı hám tezligin tolıq joǵalttı. Denenіń tásir etken kúshтіń impulsin tabıń.
3. Massası 100 g bolğan 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 sharikтіń impulsı qanshaǵa ózgergen?

37-§. IMPULSTÍN SAQLANÍW NÍZAMÍ

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



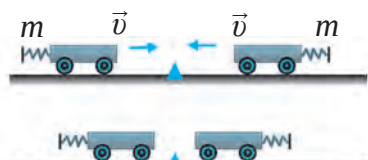
Sistemadaǵı deneler tek bir-biri menen óz ara tásirlesse hám sistemaǵa tásir etetuǵın sırtqı kúshler tásiри óz ara teń salmaqlıqta bolsa, bunday deneler sisteması *jabıq sistema* dep ataydı.

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 bolğan 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 relstіń reakciya kúshi óz ara teń salmaqlıqta boladı. Sonıń ushın kórilip atırǵan deneler sistemasın jabıq sistema dep esaplaw múmkin.



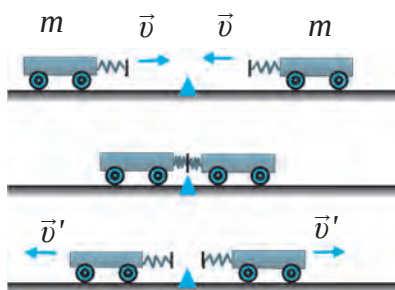
119-súwret. Hárbir arba impulsleriniń nolge teńlesiwı.

Сақлану нızамлarı

Аrbalar соқлїғısqанда тоқтап қалıwı ushın оларdın бırewıне plastılın jabıstırılған. Arбалardı бırdey v tezlık penen qozғaltsaq, бıрінші arбанın impulsı mv ға teń. Eкінші arбанın tezlıgı бıрінші arбанın tezlıgıне teń. Bıraq qarama-qarsı baғıtlanganlıgı ushın eкінші arбанın impulsı $-mv$ ға teń boladı. Bunday jaғdayda eкі arбанın impulslerınıń qosındısı:

$$mv + (-mv) = mv - mv = 0$$

teń boladı. Arбалар соқлїғısqанда plastılın arqalı олар бır-bıріне jabısıp qaladı hám тоқтаydı. Tezlık $v = 0$ болғанı ushın hárбір arбанın impulsı nolge teń boladı.



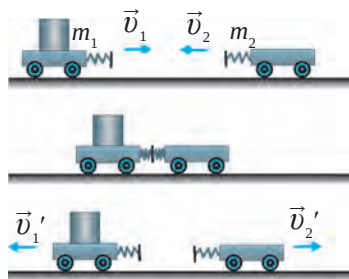
120-сúwрет. Соқлїғısqıwdan keyin arбалар impulslerı qosındısınıń nolge teńlesıwı.

2-tájiriybe. Endı arбалardıń prujinalı buferlerı 120-súwrettegıdey бır-bıріне qarap tursın. Eкі arбаға úlkenlıgı бırdey, bıraq baғıtları qarama-qarsı болған v tezlıgın beremız. Бıрінші tájiriybedegıdey sıyaqlı bul jaғdayda da arбалardıń соқлїғıspastan dáslepki impulslerınıń qosındısı nolge teń. Bıraq arбалар соқлїғısqannan keyin hárбірınıń impulsı nolge teń болмаydı. Sebeбі, олар соқлїғısqannan keyin бırdey v' tezlık penen бır-bıрінен uzaqlasa baslaydı. Olardıń impulslerınıń qosındısı:

$$m(-v') + mv' = -mv' + mv' = 0$$

boladı. Demek, 1-tájiriybedegı sıyaqlı arбалар соқлїғıspastan burın da, соқлїғısqannan keyin de оларdın impulslerınıń qosındısı nolge teń.

Massa hám tezliklerı hár qıylı denelerdın impulsı



121-сúwрет. Massası hár qıylı arбалardıń соқлїғısqıwı.

3-tájiriybe. Arбалardıń massaları hár qıylı – m_1 hám m_2 bolsın. Olardı relske 121-súwrettegıdey etıp ornalastırıp, бıріншісіне v_1 , eкіншісіне qarama-qarsı baғıtta v_2 tezlıgın beremız. Arбалар соқлїғısqannan keyin sáykes túrde v_1' hám v_2' tezlikler menen keyinge qayta baslaydı. Nátiyjede, hárбір arбаға táсіr etiwshı kúshler бır-bıріне teń, bıraq qarama-qarsı táreplerge baғıtlangan boladı. Sonın ushın eкінші arba ushın kúsh keri belgi menen alınıwı kerek. Eкі arбанın impulslerınıń 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 aldınǵı, oń tárepi bolsa soqlıǵısıwdan keyingi impulslerdiń qosındısıń 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:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \text{const}. \quad (2)$$

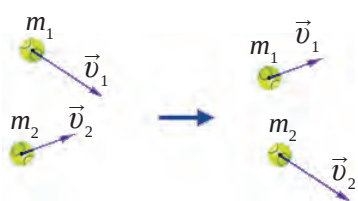
Ulıwma jaǵdayda impulstıń saqlanıw nızamı tómendegishe ańlatıladı:



Jabıq sistemada denelerdiń impulsleriniń vektorlıq qosındısı denelerdiń óz ara tásirlesiwı hám waqıttıń ótiwine qaramastan ózgermeydi.

Bul nızamnıń 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

Сақлануw нızамларı



122-сúwрет. Соқлғısqан бóлекshelerдiң импульси.

jabıq sistema bir deneden ibarat bolsa, yaǵnıy denegе tásir etiwshi kúsh bolmasa, deneniń impulsi ózgermeydi. Bul bolsa inerciya nızamın, yaǵnıy deneniń tezliginiń turaqlılıǵın bildiredi.

Bir-biri menen tásirlesetuǵın denelerdiń me-xanikasın biliw, olardıń soqlıǵısqannan keyingi qozǵalıslarınıń qalay bolıwın biliw bolıp tabıladı. Nátiyjeli tezliktiń shaması soqlıǵısqıwdıń serpimli yamasa serpimli emes ekenligi menen baylanıslı. Serpimli emes soqlıǵısqıwdan keyin eki dene de birgelikte qozǵalıp, birdey v tezlik aladı. Sonlıqtan soqlıǵısqıwdan keyingi deneler sistemasınıń impulsi tómendegishe jazıladı:

$$(m_1 + m_2) v.$$

Impulstıń saqlanıw nızamına tiykarlanıp soqlıǵısqıwǵa shekemgi hám soqlıǵısqıwdan 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 soqlıǵısqıwdan 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 denegе 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 soqlıǵısqıwda deneler bir-birine qanday tezlik penen jaqınlasqan bolsa, soqlıǵısqıwdan soń olar sonday tezlikte uzaqlasadı. Soqlıǵısqıwdıń aldında denelerdiń bir-birine jaqınlasıw tezligi $v_2 - v_1$ shamasına teń. Soqlıǵısqıwdan keyin denelerdiń bir-birinen uzaqlasıw tezligi bolsa $v_2' - v_1'$. Serpimli soqlıǵısqıwda bul ayırmalardıń shamaları bir-birine teń: $v_2 - v_1 = v_2' - v_1'$.

Biz denelerdiń soqlıǵısqıwınıń eki shegaralıq jaǵdayın, yaǵnıy pútkilley serpimli hám pútkilley serpimli emes soqlıǵısqıwları kórip shıqtıq. Tábiyatta kópshilik jaǵdayda tolıq serpimli emes soqlıǵısqıwlar, yaǵnıy soqlıǵısqıwlardan keyin deneler óziniń jaǵdayın tolıq tikley almaytuǵın jaǵdaylar ushırasa-

VI bap. Impulstín saqlanıw nızamı

dı. Impulstín saqlanıw nızamınıń orınlanıwı texnikada keńnen qollanıladi. Mısalı, reaktiv qozǵalısta bul nızamınıń qollanıwı ayqın kórinedi. Raketalardıń kosmosqa ushıwın rejelestirgende janılǵınıń jumsalıwın esapqa alıwda impulstín saqlanıw nızamınan paydalanıladi.

Xalıqtıń seyillerinde ájayıp tamasha kórsetiledi. Jerde jatqan palwannıń ústine temirdiń úlken bólegi qoyıladi hám bul temirge balǵa menen urıladi. Tamashagóyler palwannıń soqqıǵa qalay shıdaǵanına hayran qaladi. Tiykarında (4)-formulǵa muwapıq temir bóleginiń massası balǵanıń massasınan neshese úlken bolsa, temir bólegi alǵan tezlik balǵanıń tezliginen sonsha esekishi boladi. Sonlıqtan, úlken, biraq palwandı jenship taslamaytuǵın temirdiń bólegi tańlap alınadi.

Másele sheshiwdiń úlgesi

Massası 50 t bolǵan temirjol wagonı 8 km/saat tezlik penen massası 30 t bolǵan tınısh turǵan wagonǵa kelip tirkeldi. Vagonlardıń tirkelgennen keyingi tezligin tańıń.

Berilgen:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m_1 = 50 \text{ t};$ $m_2 = 30 \text{ t};$ $v_1 = 8 \text{ km/saat};$ $v_2 = 0. v_1' = v_2'.$	$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'.$ $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_1'.$ $v_1' = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}.$	$v_1' = \frac{50 \cdot 8}{50 + 30} \frac{\text{km}}{\text{saat}} = 5 \frac{\text{km}}{\text{saat}}.$
Tabıw kerek: $v_1' = v_2' = ?$		Juwapı: $v_1' = v_2' = 5 \frac{\text{km}}{\text{saat}}$



Tayanış túsiniqler: jabıq sistema, impulstín saqlanıw nızamı.



1. Jabıq sistemaǵa anıqlama berin hám onı mısallar menen túsindirin.
2. Tuwrı sıziq boylap 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 tańıń.
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?

Сақлануw нызамлары

3. 3-тáжирiybede keltirilgen arbalardıń massaları sáykes túrde 1 kg hám 0,5 kg, soqlıgısıwǵa shekemgi tezlikleri bolsa 2 m/s hám 3 m/s bolıp, soqlıgısqannan keyin birinshi arba 1,5 m/s tezlikke iye bolǵan bolsa, ekinshi arba qanday tezlik penen qozǵala baslaydı?

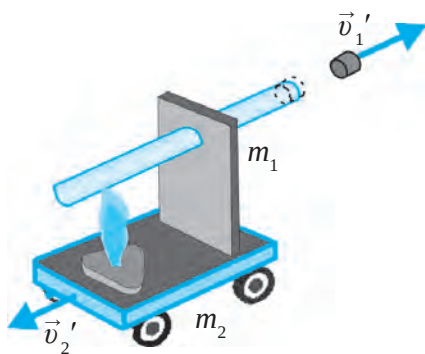
38-§. REAKTIV QOZǴALÍS

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 qozǵalısqqa mısál bola aladı.



Jabıq sistemanıń bir bólimi qanday da bir tezlik penen qozǵalsa, sistemanıń qalǵan bólimi oǵan qarama-qarsı baǵıtta qozǵaladı. Júzege kelgen bunday qozǵalıstı *reaktiv qozǵalıw* dep ataydı.



123-súwret Tıǵınnıń 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 ornalaştırıyq. Qurǵaq janılǵınıń jalınında probirkadaǵı suwdı qızdırıyq. Suwdıń qaynaw dárejesine jaqınlasqanda tıǵın úlken tezlik penen atıladı, arba bolsa tıǵınnıń 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 kúshniń tásirinde arba tıǵınnıń qozǵalıwına qarama-qarsı baǵıtta qozǵaladı.

Mısalı, tıǵınnıń massası $m_1 = 10$ g, arbanıń massası (qurǵaq janılǵı hám probirka penen birgeliktegi) $m_2 = 500$ g, tıǵın menen arbanıń tıǵın atılmastan burınǵı tezlikleri $v_1 = v_2 = 0$, tıǵınnıń atılıw tezligi $v_1' = 10$ m/s qa teń deyik. Impulstıń saqlanıw nızamınan paydalanıp, tıǵın atılǵanda arbanıń alǵan v_2' reaktiv tezligin esaplaymız.

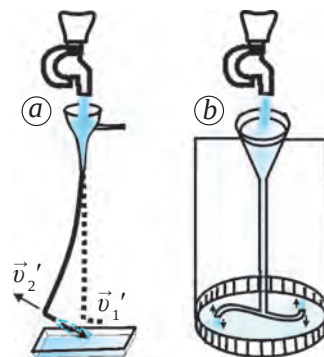
VI bap. Impulstıń saqlanıw nızamı

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 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.

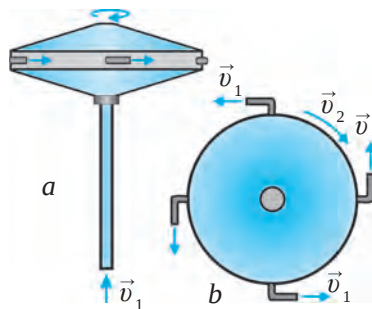
Reaktiv qozǵalıstı túsiniw alıw ushın jáne bir tájiriye ótkizemiz. 124-a súwrette súwretlengen tájiriyede suw v_1 tezlik penen bir tárepke atılıp tursa, naydıń ózi qarama-qarsı tárepke qaray v_2 reaktiv tezlik penen qozǵaladı. 124-b súwrettegi tájiriyede búgilgen shiyshe naydıń eki ushınan suw atılıp 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 ornalasırılǵan. Qısılǵan hawa nay arqalı disktiń ishine kiredi. Basım astındaǵı hawa disktiń shetlerine ornalasırılǵan 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.

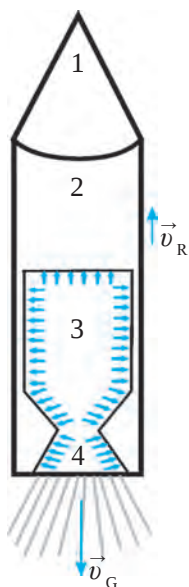
Raketanıń dúzilisi hám qozǵalıstı

Sońǵı 50-60 jıl 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.

Сақлануw нызамлари



126-сúwрет.
Ракетаниñ
дúзилиси.

Ракетаниñ qozǵalısqı reaktiv qozǵalısqı tiykarlanǵan. Onıñ dúzilisi sxema túrinde 126-súwrette súwretlengen. Raketa, tiykarınan tórt bólimnen ibarat. 1-bólimde Jer átirapındaǵı orbitaǵa shıǵarılatuǵın kosmoslıq keme yamasa jasalma joldas jaylasqan. Raketanıñ 2-bólimin janılǵı hám raketanı Jerden ushırıw úskeneleri payda etedi. 3-bólimde janılǵınıñ janıw kamerası jaylasqan bolıp, bul orında janılǵınıñ janıwınıñ 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 gazdıñ aǵımı júdá úlken tezlikke erisedi. Nátiyjede impulstıñ saqlanıw nızamına sáykes gazdıñ aǵımınıñ baǵıtına qarama-qarsı baǵıtta reaktiv kúsh júzege keledi. Bunday kúshtiñ tásirinde raketa qozǵalısqı keledi hám v_R reaktiv tezlik aladı (127-súwret).

Ракетаниñ soplosınan shıǵıp atırǵan gazdıñ massası m_G , tezligi v_G , hám raketanıñ massası m_R , alǵan reaktiv tezligi v_R bolsın. Impulstıñ 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.
Ракетanıñ
kóteriliwi.

Bul formuladan raketanıñ massası qansha kishi bolsa, onıñ reaktiv tezliginiñ sonsha úlken bolatuǵınlıǵı kórinip tur. Haqıyqatında da, raketa massasınıñ úlken bólimi janılǵınıñ massasına tuwrı keledi. Janılǵınıñ janıw processinde onıñ muǵdarı hám raketanıñ massası kemeyip baradı. Bul bolsa raketa tezliginiñ joqarılawına alıp keledi. Raketa belgilengen biyiklikke shıqqansha onıñ janılǵıdan bosǵan bólimleri izbe-iz ajırılıp, hawada janıp ketedi. Raketanıñ kishi bólimi – kosmoslıq keme (Jerdiñ jasalma joldası) ushıwın dawam ettiredi. Impulstıñ saqlanıw nızamında payda bolatuǵın reaktiv qozǵalısqı kosmonavtikanıñ tiykarı esaplanadı. Kosmoslıq raketalar hám kemelerdiñ 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.



Tayanışh túsiniqler: reaktiv qozğalı, raketa, kosmonavtika.



1. Reaktiv qozğalı dep nege ayıldı? Impulstín saqlanıw nızamı tiykarında reaktiv qozğalı túsindirip berin.
2. 123-124 súwretlerde keltirilgen tájiriybelerdi túsindirip berin.
3. Raketanın dúzilisin ayıp berin.
4. Raketanın qalay qozğalısqá keliwin túsindirip berin

VI BAPQA TIYISLI QOSÍMSHA SHÍNÍGÍWLAR

1. Ne ushın qolımızdağı gerbishti balğa menen ursaq, qolımız qattı awırmaydı?
2. Ashıq kosmostağı kosmonavt raketağa basqalardıń járdemisiz qayıp kiriwi ushın qalayınsha qozğalıwı kerek?
3. Jağada turıp qayıqtı túrtsek, ol jılıydı. Ne ushın qayıqta turıp onı túrtsek, ol qozğalmaydı?
4. Denege bekitilgen jip 0,05 s dawamında 20 N kúsh penen silkip tartılğanda dene ornınan qozğalmadı. Bunnan keyin jip tap sonday kúsh penen 2 s dawamında tartıp turılğanda, dene ornınan qozğaldı. Usı eki jağday ushın kúshin impulsin tabın hám olardı salıstırın.
5. Massası 20 g tas 15 m/s tezlik penen kelip urılsa, terezenin aynası sınbaydı. Biraq 100 g lı tas tap sonday tezlik penen urılğanda ayna sınadı. 20 g lı tas 60 m/s tezlik penen urılğan jağdayda da ayna sınadı. Usı úsh jağday ushın denenin impulslerin esaplań hám olardı salıstırın. Ne ushın birinshi jağdayda ayna sınbaydı?
6. Massası 100 g lı tas 5 m/s tezlik penen gorizont bağıtında ılaqtırıldı. ılaqtırıw waqtında tastın impulsı qansha bolğan?
7. Massaları 1200 kg nan bolğan eki avtomobil jolda qarama-qarsı bağıtta kelip, bir-biri menen soqlıǵıstı. Eger olardıń tezlikleri sáykes 90 km/saat hám 120 km/saat bolsa, olar bir-birine qanday shamadağı impulsler menen soqlıǵısqan? Eger usı avtomobillerdin tezlikleri sáykes 36 km/saat hám 54 km/saat bolğanda soqlıǵısıw paytında impulsleri qanday bolğan bolar edi? Qaysı jağdayda soqlıǵısıwdın aqıbeti úlken? Ne ushın?

Saqlanw nızamları

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 qozǵalısn 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 qozǵalısnıń 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 bağıtındaǵı bette 0,5 m/s tezlikte kelip ekinshi sharǵa urıldı hám 0,2 m/s tezlikte óziniń qozǵalısn dáslepki bağıtta dawam ettirdi. Urılıw paytında shardıń impulsı qanshaǵa ózgergen?

ÓTILGEN TEMALAR BOYÍNSHA TEST SORAWLARÍ

1. Súykelis kúshlerin kemeytiw ushın texnikada qanday ilájlar kóríledi?

A) tazalaw;	B) juwıw;
C) súykew;	D) maylaw.
2. Qozǵalıp baratırǵan poyezddıń wagonında otırǵan adam nelerge salıstırǵanda tınıshlıqta boladı?

A) wagonǵa salıstırǵanda;	B) wagonǵa hám jerge salıstırǵanda;
C) jerge salıstırǵanda;	D) relske salıstırǵanda.

VI bap. Impulstín saqlanıw nızamı

3. Salmaq kúshi 550 N bolğan deneniń massası neshe kilogramğa 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 aldınǵı payıttaǵı tezligi qansha bolğan (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 turğan 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 muzlağan tratuarǵa hám jollarǵa qum sebiledi?

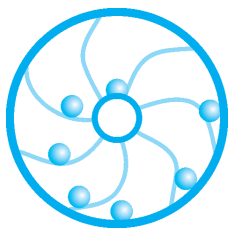
- A) muzdıń eriwin tezlestiriw ushın;
B) súykelisti kóbeytiw ushın;
C) ayaq kiyimniń ultanınıń kemirek jeliniwi ushın;
D) tratuarǵa hám jolǵa mozaika sızıw ushın.

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 massasında bol-sa, 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 kementiń 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?

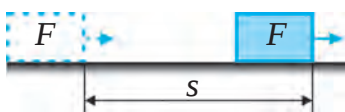


VII bap. JUMÍS HÁM ENERGIYA. ENERGIYANIŇ SAQLANIŇW NÍZAMI

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 energiyağa aylanıwı múmkin. Bunda túri boyınsha bir-birinen ayırmağa 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 qozǵalıstadaǵı 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 túsınemiz. Biraq alımnıń qanday muǵdarda jumıs islegenin ólshewe bolmaydı. Sonıń ushın fizikada tek ólshewe bolatuǵın shama mexanikalıq jumıs úyreniledi. Arba oǵan jegilgen attıń tartıw kúshiniń tásirinde belgili aralıqqa júredi.

Awızı tıǵın menen bekutilgen 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 jılastırıwǵa tırısaq, biraq shkaf qozǵalısqı kelmese, heshqanday mexanikalıq jumıs orınlanbaydı. Dene óziniń inerciyası menen turaqlı tezlik penen qozǵalısta

Saqlanıw nızamları

bolsa hám oǵan sırttan kúsh tásir etpeytuǵın bolsa, ol heshqanday mexanikalıq jumıstı orınlamaydı.

Demek, mexanikalıq jumıstıń orınlanıwı ushın denege kúshtıń tásir etiwı 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 (kJ), megadjoul (MJ), millidjoul (mJ) da qollanıladı. Jumıstıń bul birlikleri menen tiykargı birliǵı arasında tómendegidey qatnaslar orın aladı:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kJ} &= 10^3 \text{ J}; \\ 1 \text{ MJ} &= 10^6 \text{ J}; \\ 1 \text{ mJ} &= 10^{-3} \text{ J}. \end{aligned}$$

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 $s = 20 \text{ m}$

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

aralıqqa orın awıstırğan bolsın. Bul jaǵdayda bul kúshhtiń orınlaǵan jumısı $A = 5 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = 1 \text{ Dj}$ ge teń. (129-a súwret). Eger kúshhtiń baǵıtı deneniń qozǵalıǵ baǵıtı menen birdey bolsa, kúsh oń jumis orınlaydı. Biraq kúshhtiń baǵıtı deneniń qozǵalıǵ baǵıtına qarama-qarsı bolsa (Mısalı, soqlıǵısqanda yamasa súykeliste), bul kúsh teris jumis orınlaǵan boladı:

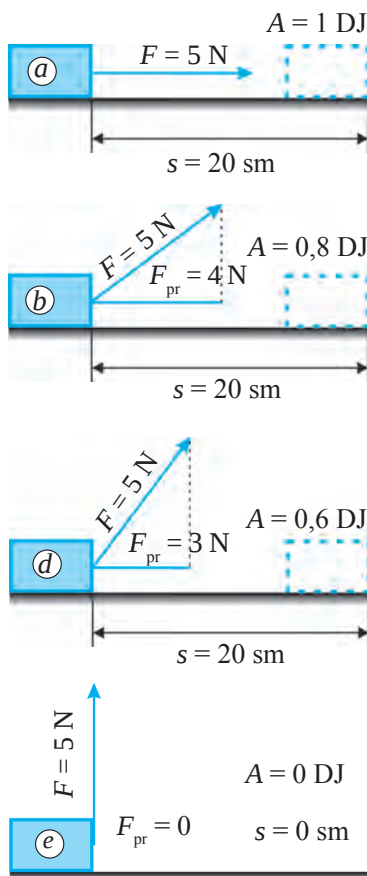
$$A = -Fs.$$

Eger kúshhtiń baǵıtı dene qozǵalıǵınıń baǵıtında bolmasa, mexanikalıq jumıstıń shaması qalay anıqlanadı?

Denege tásir etip atırǵan kúsh deneniń orın awıstırıw baǵıtı menen baǵıt bir múyeshti payda etse, tásir etip atırǵan kúshhtiń 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 kúshhtiń tásirinde 20 sm aralıqqa orın awıstırsın. Súwretten bul kúshhtiń orın awıstırıw baǵıtındaǵı proekciyası $F_{pr} = 4 \text{ N}$ dı payda etedi. Bul jaǵdayda bul kúshhtiń orınlaǵan jumısı $A = 4 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = 0,8 \text{ Dj}$ ge teń.

Denege tásir etip atırǵan kúshhtiń baǵıtı menen orın awıstırıw baǵıtı arasındaǵı múyesh shamasınıń artıp barıwı menen F kúshhtiń F_{pr} proekciyası kemeyedi. Bul jaǵday bolsa kúshhtiń orınlaǵan jumısınıń da kemeyetuǵınlıǵın kórsetedi. Mısalı, 129-d súwrette denegе tásir etip atırǵan $F = 5 \text{ N}$ kúshhtiń baǵıtı menen orın awıstırıw arasındaǵı múyesh 129-b súwretteгідen úlkenirek bolǵanı ushın onıń proekciyası kishi, yaǵnıy $F_{pr} = 3 \text{ N}$ dı payda etedi. Bunday jaǵdayda kúshhtiń orınlaǵan jumısı $A = 3 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = 0,6 \text{ Dj}$ ge teń boladı.

Denege tásir etip atırǵan kúshhtiń baǵıtı menen orın awıstırıw baǵıtı arasındaǵı múyeshtiń mánisi arttırılса, kúshhtiń proekciyası menen onıń tásirinde kúshhtiń orınlaǵan jumısı nolge jaqınlasadı. Kúshhtiń baǵıtı orın awıstırıw baǵıtı menen 90° lıq múyeshti payda etse, kúshhtiń 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 jumis orınlanbaytuǵınlıǵın kórsetedi.



129-súwret. Orınlaǵan jumıstıń kúshhtiń baǵıtına baylanıslıǵı.

Saqlanuv nizamlari

Másele sheshiw úlgisi

Avtomobil motoriniń 5 kN kúshiniń tásirinde 3 km aralıqtı basıp ótti. Avtomobildin motorı qansha jumıs orınlağan?

Berilgen:	Formulası:	Sheshiliwi:
$F = 5 \text{ kN} = 5\,000 \text{ N};$ $s = 3 \text{ km} = 3\,000 \text{ m}.$	$A = Fs.$	$A = 5\,000 \text{ N} \cdot 3\,000 \text{ m} =$ $= 15\,000\,000 \text{ Dj} = 15 \text{ MDj}.$
<i>Tabıw kerek:</i> $A = ?$		<i>Juwapı:</i> $A = 15 \text{ MDj}.$



Tayanısh túsiniqler: mexanikalıq jumıs, tásir etiw kúshiniń mexanikalıq jumısı, kúshtiń proekciyası.



1. Shtanga kóteriwxshi shtanganı joqarıǵa kóterdi. Onıń bulshıq etleriniń serpimli kúshleri menen salmaq kúshiniń arasında qanday ayırmashılıq bar?
2. Qozǵalıstaǵı denege túsirilgen 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 orınlanǵan?
2. Arbaǵa belgili bir múyesh penen kúsh tásir etip, ol arbanı 15 m aralıqqa jılıstırdı. Eger arbaǵa tásir etip atırǵan kúshtiń qozǵalı baǵıtındaǵı proekciyası 42 N bolsa, onda bul jaǵdayda qansha jumıs orınlanǵan?
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 hár biri qanshadan jumıs orınlaǵan? Olardıń úshewi birge qansha jumıs orınlaǵan?
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 orınlanǵan jumıstıń belgisi qanday boladı?
 - a) dene joqarıǵa kóterilgende;
 - b) dene tómengge 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. Korabldıń mexanikalıq energiyası ózgerdi me?

40-§. DENENI KÓTERGENDE HÁM ONÍ USÍNDAY ARALÍQQA GORIZONT BAĞÍTÍNDÁ ORÍN AWÍSTÍRGÁNDÁ ORÍNLÁŃAN JUMÍSTÍ ESAPLAW

(4-laboratoriyalıq jumis)

Jumıstıń maqseti: Dene vertikal hám gorizontal jol boylap orın awıstırılǵanda orınlaǵan jumıstı óz betinshe esaplaw.

Kerekli úskeneler: laboratoriya tribometri, oqıw dinamometri, santimetrli bólimlerge iye bolǵan ólshew lentası, 2 dana eki ilmekli massası 100 g bolǵan júk, brusok, sıızǵısh.

Jumıstı orınlanıw tártibi:

1. Ásbap-úskenelerden 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 sıızǵıshınıń 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 jumsalatuǵınlıǵın atap ótiń.

4. Alınǵan nátiyjelerdi 5-kestegе jazıń.

5. Sıızǵıshı stolǵa qoyıp, dinamometrdiń járdeminde brusok sıızǵısh 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 tiykargı 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 orınlaǵan jumıs esaplanadı. Alınǵan nátiyjeler kestege jazıladı.

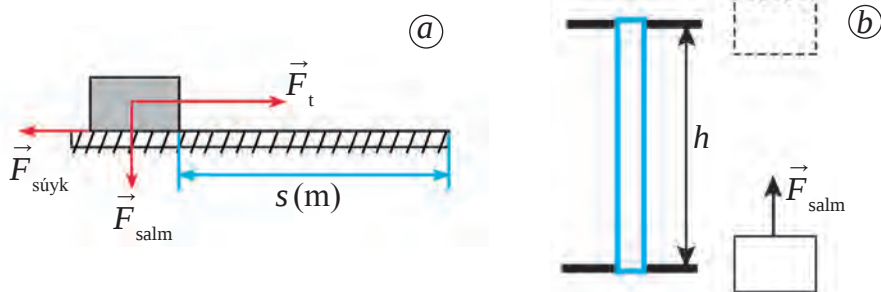
5-keste

№	$m, (kg)$	$h, (m)$	$F_{\text{salm}}, (N)$	$s, (m)$	$F_{\text{súyk}}, (N)$	$A_h(j)$	$A_{\text{tek}}(j)$
1							
2							
3							

Сақланғ нızамларı

Bunnan soñ brusokqa 1 N, 2 N, 3 N júklerdi qoyıp (130-súwret), tájiriye jáne 2–3 ret tákírarlanadı hám hár saparı tartıw kúshiniñ orınlağan jumısın esaplañ.

Alınğan nátiyjelerdi salıstırıp, barlıq waqıt júkti joqarıǵa kóteriwdе 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 saatlardıñ arnawlı tasların joqarıǵa kóterip, jumıs isleymiz (131-súwret). Nátiyjede, saat mexanizmi taslardıñ tómenge túsiwinin jumıs islew qábiletine iye boladı. Salmaq kúshiniñ tásirinde áste-aqırın tómenge túsip atırǵan taslar saattıñ mayatnigin terbeliske keltiredi, dóńgelegin hám tillerin aylandıradı. Taslar tómenge túsken sayın olardıñ jumıs islew qábileti kemeyip baradı. Tómenge túsken taslardı kóterip, olardıñ jumıs isley alıw qábiletin jáne de tiklew múmkin. Taslardı kótergenimizde olardıñ 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. Sonıñ menen birge, deneni belgili tezlikte qozǵalısqı

VII bab. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

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 qozǵalısn 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 birliǵı – Djoul (Dj). Mexanikalıq energiya kinetikalıq hám potenciallıq 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 **potensiallıq energiyasına** teń. Demek h biyiklikte turǵan m massalı deneniń orınlawı múmkin bolǵan jumısı, yaǵnıy potenciallıq energiyası tómendegishe ańlatıladı:

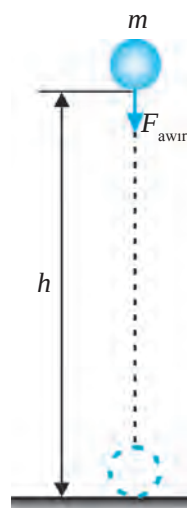
$$E_p = mgh. \quad (2).$$

(2)-formulada ańlatılǵan potenciallıq 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 *potensiallıq 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:



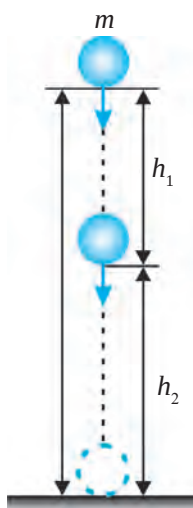
132-súwret.
Jumıstıń salmaq kúshiniń tásirinde orınlanıwı.

Сақлануw нızамларı

$$A = mgh = mg(h_1 - h_2) \text{ yamasa } A = mgh_1 - mgh_2. \quad (3)$$

$mgh_1 = E_{p1}$ арқалı deneniń h_1 би́йикликтегі потенциалlıқ энергиясы, $mgh_2 = E_{p2}$ арқалı deneniń h_2 би́йикликтегі потенциалlıқ энергиясы екенлигінen:

$$A = E_{p1} - E_{p2} \text{ yamasa } A = -(E_{p2} - E_{p1}). \quad (4)$$



133-сúwрет.

Deneniń
potenciallıq
energiyasınıń
óзgeriwı.

Bul jaǵdayda «-» belgisi deneniń iyelegen ornın h_1 би́йикликтен h_2 би́йикликке óзгergende deneniń потенциалlıқ энергияsınıń кемeyetuǵınlıǵın kórsetedi.

Demek,



Deneniń potenciallıq energiyasınıń óзgeriwı 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.

Másele sheshiw úlgisi

Massası 1 kg bolǵan deneniń 25 m би́йикликтегі hám 15 m би́йикликтегі потенциалlıқ энергиясы qansha boladı? Dene usı bir би́йикликтен ekinshi би́йикликке túskende salmaq kúshi qansha jumıs atqaradı? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

Berilgen:

$$m = 1 \text{ kg}; h_1 = 25 \text{ m};$$

$$h_2 = 15 \text{ m}; g = 10 \text{ m/s}^2.$$

Tabıw kerek:

$$E_{p1} = ? E_{p2} = ? A = ?$$

Formulası:

$$E_{p1} = mgh_1;$$

$$E_{p2} = mgh_2;$$

$$A = -(E_{p2} - E_{p1}).$$

Sheshiliwi:

$$E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 25 \text{ Dj} = 250 \text{ Dj};$$

$$E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 15 \text{ Dj} = 150 \text{ Dj};$$

$$A = -(150 - 250) \text{ Dj} = 100 \text{ Dj}.$$

$$\text{Juwabı: } E_{p1} = 250 \text{ Dj}; E_{p2} = 150 \text{ Dj}; A = 100 \text{ Dj}.$$



Tayanış túsinikler: salmaq kúshiniń orınlanǵan jumısı, potenciallıq energiya.



1. Dene h би́йикликтен jerge túskende qanday jumıs orınlanadı?
2. Deneniń h би́йикликтегі потенциалlıқ энергиясы qalay ańlatıladı?
3. Потенциалlıқ energiya dep nege ayıladı?

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

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 potenciallyq energiyası qanday boladı? Dene usı biyiklikten jerge túskende salmaq kúshi qansha jumıs 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 potenciallyq energiyaları qansha boladı? Deneni joqarıǵa alıp shıqqanda qansha jumıs orınlanadı?
3. Imarattıń 9-qabatında turǵan massası 40 kg bolğan balanıń jerge salıstırǵandaǵı potenciallyq energiyası qansha boladı? Hár bir qabattıń biyikligin 3 m dep alıń.
4. Buramalı prujinalı diywal saattı 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 jumısı 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 jumısı ańlatadı.



134-súwret. v tezligine iye shariktiń kinetikalıq energiyası. energiyası

Сақлану нızамларı

Егер massası m болған денениң basлаңғыш tezлiгi v_1 bolsa, onıń tezлiгin v_2 ge joқarıлатıw ushın orınланатуғın jumıs:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (6)$$

Кинетикалq энергиянıń óзгерiwи

Сонday-aq, (5)-formula tezлик penen qozғalıp atırған massası m болған денениң кинетикалq энергиясын da аңлатadı, yaғнıy:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (7)$$



Денениң yamasa sistemаниң óзиниң qozғалısı sebepli iye bolatuғın энергиясы *кинетикалq энергия* delinedi. Денениң кинетикалq энергиясы onıń massası menen tezлiгиниң kvadratınıń kóbeyмесиниң yarımına teń

(6) formulada $mv_1^2/2 = E_{k1}$, $mv_2^2/2 = E_{k2}$ dep alınsa, денениң tezлiгi v_1 den v_2 ge ózgergende orınланған jumıstı tómendegishe аңлатıw múmkin:

$$A = E_{k2} - E_{k1}, \quad (8)$$

Bul jaғdayda E_{k1} – tezлiгi v_1 болған денениң кинетикалq энергиясы, al tezлiгi v_2 ge ózgergende E_{k2} – денениң кинетикалq энергиясы. Bunday jaғdayda (8)-formulanı tómendegidey аңлатıw múmkin:



Денениң кинетикалq энергиясынıń óзгерisi orınланған jumısqa teń.

Мásele sheshiw úlgisi

Дáслepки tezлiгi 36 km/saatta, massası 2 t болған avtomobildiң кинетикалq энергиясы nege teń? Onıń tezлiгi 90 km/saat болғанда she? Avtomobil tezлiгi bunday ózgeriwи ushın motorı qansha jumıs islegen?

Берилген:

Formulası:

Sheshiliwi:

$$\begin{array}{l} m = 2 \text{ t} = 2000 \text{ kg}; \\ v_1 = 36 \text{ km/saat} = 10 \text{ m/s}; \\ v_2 = 90 \text{ km/saat} = 25 \text{ m/s}. \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2} \\ E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2} \\ A = E_{k2} - E_{k1}. \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{l} E_{k1} = \frac{2000 \cdot 10^2}{2} \text{ Dj} = 100 \text{ 000 Dj} = 100 \text{ kDj} \\ E_{k2} = \frac{2000 \cdot 25^2}{2} \text{ Dj} = 625 \text{ 000 Dj} = 625 \text{ kDj} \end{array} \right.$$

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

Tabıw kerek:

$$E_{k1} = ? \quad E_{k2} = ? \quad A = ?$$

Juwbabı: $E_{k1} = 100 \text{ kDj}$; $E_{k2} = 625 \text{ kDj}$; $A = 525 \text{ kDj}$.



Tayanışh túsiniqler: mexanikalıq energiya, kinetikalıq energiya.



1. Mexanikalıq energiya dep nege ayıldı? Ol qanday birliklerde ólshenedi?
2. (5)-formulanı keltirip shıǵarın 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 ENERGIYANÍŇ SAQLANÍW NÍZAMÍ

Massası $m = 1 \text{ kg}$ bolǵan deneni $h_1 = 45 \text{ m}$ biyiklikten taslap jibergende onıń potenciallyq hám kinetikalıq energiyaları qalay ózgeretuǵınlıǵın kóreyik (135-súwret). Bul jaǵdayda erkin túsiw tezleniwi $g = 10 \text{ m/s}^2$.

I-jagday. $h_1 = 45 \text{ m}$ biyiklikte deneniń potenciallyq hám kinetikalıq energiyaları tómendegishe:

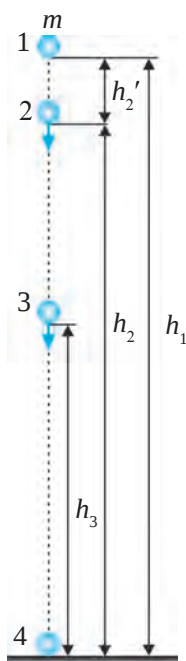
$$E_{p1} = mgh_1; \quad E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 45 \text{ Dj} = 450 \text{ Dj};$$

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}; \quad E_{k1} = \frac{1 \cdot 0^2}{2} \text{ Dj} = 0.$$



Jerdiń betinen belgili biyiklikte tınısh turǵan deneniń potenciallyq energiyası maksimal mániske, al kinetikalıq energiyası bolsa nolge teń boladı.

Сақланғв нızамларı



135-сúврет.
Дененің еркін түсішінде энергияның аяланısı.

2-жағдай. Биықликтен таслап жіберілген дене еркін түсішінде $t = 1$ s да $h_2' = gt^2/2 = 10 \cdot 1^2/2$ m = 5 m аралықты басып óтеді. Бул вақытта дене жерден $h_2 = h - h_2' = 45$ m – 5 m = 40 m биықлықте болadı. Бул вақытта дененің тезлігі $v_2 = gt_2 = 10 \cdot 1$ m/s = 10 m/s мániske ерісе-ді. Бундай жағдайда $h = 45$ m биықликтен түсіп қыатырған дененің $h_2 = 40$ m биықлықтегі потенциаллық һәм кинетикалық энергиялары тóмендегіше болadı:

$$E_{p2} = mgh_2; \quad E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 40 \text{ Дж} = 400 \text{ Дж};$$

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}; \quad E_{k2} = \frac{1 \cdot 10^2}{2} \text{ Дж} = 50 \text{ Дж}.$$

3-жағдай. $h_1 = 45$ m биықликтен тасланған дене 2 s дауамында 20 m аралықты басып óтеді. Бунда дененің Жерден биықлығы $h_3 = 25$ m, тезлігі болса $v_3 = 20$ m/s қа тең болadı. Бул вақытта дененің потенциаллық һәм кинетикалық энергиялары тóмендегіше мánisлерге іе болadı:

$$E_{p3} = mgh_3; \quad E_{p3} = 1 \cdot 10 \cdot 25 \text{ Дж} = 250 \text{ Дж};$$

$$E_{k3} = \frac{mv_3^2}{2}; \quad E_{k3} = \frac{1 \cdot 20^2}{2} \text{ Дж} = 200 \text{ Дж}.$$



Биықликтен еркін түсіп қыатырғанда дененің потенциаллық энергиясы кемейіп, кинетикалық энергиясы болса артadı, яғніы дененің потенциаллық энергиясы кинетикалық энергияға аяланıp барadı.

4-жағдай. $h_1 = 45$ m биықликтен тасланған дене 3 s та жерге түседі, яғніы дененің жерден биықлығы $h_4 = 0$ ге тең болadı. Дене бул вақытта жерге $v_4 = 30$ m/s тезлік пенен урілады. Дененің жерге урілғв вақындағы потенциаллық һәм кинетикалық энергиялары тóмендегіше болadı:

$$E_{p4} = mgh_4; \quad E_{p4} = 1 \cdot 10 \cdot 0 \text{ Дж} = 0;$$

$$E_{k4} = \frac{mv_4^2}{2}; \quad E_{k4} = \frac{1 \cdot 30^2}{2} \text{ Дж} = 450 \text{ Дж}.$$



Биықликтен еркін түсіп қыатырған дененің жерге урілғв паытындағы потенциаллық энергиясы нолге, ал кинетикалық энергиясы болса максимал мániske тең болadı.

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

Dene joqarıǵa qaray tik ılatırılǵanda kerı process baqlanadı. Bul jaǵdayda dene joqarıǵa kóterilgen sayın kinetikalıq energiyası maksimallıq mánisten nolge shekem kemeyip baradı. Denenıń potenciallıq energiyası bolsa nolden maksimallıq mánisine shekem artadı. Potenciallıq energiyanıń ózgerisi denenıń tek vertikal qozǵalıında emes, al qozǵalı traektoriyası 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 denenıń jerge, yaǵnıy 1-qabatqa salıstırǵandaǵı potenciallıq energiyası 360 Dj ǵa teń boladı. Usı dene 3-qabatqa teksheden alıp túsirilgende, liftte túsirilgen bolsa da bul qabatta onıń potenciallıq energiyası 120 Dj ge teń boladı.

135-súwrette súwretlengen denenıń $h = 45$ m biyiklikten túsıw dawamında kórilgen 4 jaǵdaydın hárbirinde kinetikalıq hám potenciallıq energiyalardıń 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 denenıń qálegen waqıttaǵı kinetikalıq hám potenciallıq energiyalarınń qosındısı, yaǵnıy denenıń tolıq mexanikalıq energiyası ózgermeydi.

Bul juwmaq deneni joqarıǵa qarap tik ılaqtırılǵandaǵı hallar ushın da orınlı. Demek, denenıń maksimal kinetikalıq energiyası onıń maksimal potenciallıq energiyasına teń.

Denenıń kinetikalıq energiyasınıń ózgeriwi orınlangan jumısqa teń. Eger biyiklikten túsken denenıń 1-jagdayındaǵı kinetikalıq energiyası E_{k1} , 2-jagdayındaǵı energiyası E_{k2} bolsa, orınlangan jumıs tómendegishe boladı:

$$A = E_{k2} - E_{k1}. \quad (1)$$

Usı eki jaǵday ushın denenıń potenciallıq energiyasınıń ózgerisi de tap sonday orınlangan jumısqa teń, yaǵnıy:

$$A = - (E_{p2} - E_{p1}). \quad (2)$$

(1)-hám (2)-ańlatpalardıń shep tárepleri birdey shamalardı ańlatqanı ushın on táreplerin teńlestiriw múmkin:

$$E_{k2} - E_{k1} = - (E_{p2} - E_{p1}). \quad (3)$$

Saqlanıw nızamları

Deneniń óz ara tásiiri hám qozǵalısqı nátiyjesinde kinetikalıq energiya hám potentsiallıq energiyaları ózgeredi, olar biriniń artıwı ekinshisiniń kemeyiwine teń. Olardıń biri qansha kemeyse, ekinshisi sonsha artadı.

(3)-teńlikti tómendegi kóriniste jazıw múmkin:

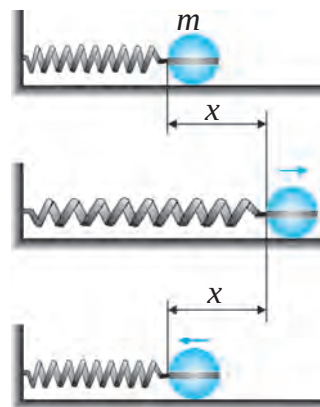
$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2} \quad (4)$$

Bul teńliktiń shep tárepi 1-jagdaydaǵı, oń tárepi bolsa 2-jagdaydaǵı 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 ushıramaydı.



136-súwret. Prujina menen deneden ibarat jabıq sistemada mexanikalıq energiyaniń saqlanıwı.

Usı waqıtqa shekem Jerdiń tartıw kúshiniń tásirinde deneniń qozǵalısqın, yaǵnıy Jer hám dene-den ibarat bolǵan jabıq sistemadaǵı mexanikalıq qozǵalıstı kórdik. Mexanikalıq energiyaniń saqlanıw nızamı basqa da jabıq sistemalar ushın orınlı. Mısalı, tayanış, prujina hám deneden ibarat jabıq sistemani kóreyik.

Tayanışqa ornattılǵan prujınaǵa massası m ge teń deneni bekkemlep, onı x aralıqqa tartıp turayıq (136-súwret). Bunda deneniń kinetikalıq energiyası $E_{k1} = mv_1^2/2 = 0$, potentsiallıq energiyası bolsa $E_{p1} = kx^2/2$ boladı. Bul ańlatpada k – prujinaniń serpimlilik koefficienti. Deneni bosatıp jibersek, ol prujinaniń 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.

Prujina hám deneden ibarat bolǵan bunday jabıq sistema ushın da (4)-formula, yaǵnıy mexanikalıq energiyaniń saqlanıw nızamı orınlı.

Joqarıda prujinaniń serpimlilik kúshi tásirindegi deneniń qozǵalısqında dene tayanış betinde súykelissiz qozǵaladı dep alınadı.

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

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.

Berilgen:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg};$	$v = v_0 - at;$	$v = 15 \text{ m/s} - 10 \cdot 1 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s};$
$v_0 = 15 \text{ m/s};$	$E_k = \frac{mv^2}{2};$	$E_k = \frac{0,2 \cdot 5^2}{2} \text{ Dj} = 2,5 \text{ Dj};$
$g = 10 \text{ m/s}^2.$	$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2};$	$h = 15 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} \text{ m} = 10 \text{ m};$

Tabıw kerek:

$$E_k = ? \quad E_p = ? \quad E_p = mgh. \quad E_p = 0,2 \cdot 10 \cdot 10 \text{ Dj} = 20 \text{ Dj}.$$

Juwabı: $E_k = 2.5 \text{ Dj}; E_p = 20 \text{ Dj}.$

Súkelis bolǵanda deneniń tolıq mexanikalıq energiyasınıń bir bólimi jıllılıq energiyasına aylanadı. Bunda deneniń qızıp ketkenligin sezemiz. Mısalı, bir bólek temirdi balǵa menen ursa, joqarıǵa kóterilgen balǵanıń potentsiallıq energiyası tómengen 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 energiyaları nege teń? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.

Berilgen:	Formulası:	Sheshiliwi:
$h_1 = 80 \text{ m};$	$E_{p1} = mgh_1;$	$E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 80 \text{ Dj} = 800 \text{ Dj};$
$h_2 = \frac{h_1}{2};$	$E_{p2} = mgh_2;$	$h_2 = \frac{80}{2} \text{ m} = 40 \text{ m};$
$g = 10 \text{ m/s}^2.$	$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$	$E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 40 \text{ Dj} = 400 \text{ Dj};$
	teńlikte $E_{k1} = 0:$	$E_{k2} = 800 \text{ Dj} - 400 \text{ Dj} = 400 \text{ Dj}.$
<i>Tabıw: kerek</i>	$E_{k2} = E_{p1} - E_{p2}.$	

$E_{p2} = ? \quad E_{k2} = ?$ *Juwabı:* $E_{p2} = 400 \text{ Dj}; E_{k2} = 400 \text{ Dj}.$



Tayanış túsiniqler: deneniń potentsiallıq, kinetikalıq energiyalarınıń aylanıwı, tolıq mexanikalıq energiya, mexanikalıq energiyanıń saqlanıw nızamı.

Saqlanuv nıazamları



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. Denenin qozǵalıstınıń úshinshi hám besinshi sekundlarınıń aqırlarında potentsiallıq hám kinetikalıq energiyalardıń 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 toppaǵı 6 m biyiklikten túsip, qazıqtı urǵanda 18 kDj kinetikalıq energiyaǵa iye boladı. Usı biyiklikte toppaqtıń potentsiallıq energiyası qazıqqa salıstırǵanda qansha? Kinetikalıq energiyasıshe? Toppaq massası qansha?
3. Massası 200 g bolǵan dene tik joqarıǵa 30 m/s tezlik penen atıldı. Eń joqarǵı noqatına kóterilgende denenin potentsiallıq energiyası qansha boladı?
4. Biyiklikten túsirilip jiberilgen massası 500 g bolǵan denenin tolıq mexanikalıq energiyası 200 Dj ge teń. Dene qanday biyiklikten taslap jiberilgen? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.
5. 136-súwrette súwretlengen denenin massası 50 g, prujınanı 10 sm ge sozıp, onan keyin bosatıp jiberilgende erisken eń úlken tezligi 10 m/s bolsa, jabıq sistemanıń tolıq mexanikalıq energiyası qansha boladı? Bunday prujına qanday bekkemlikke iye?

44-§. DENENIŇ KINETIKALIQ ENERGIYASINIŇ ONIŇ TEZLIGI MENEN MASSASINA BAYLANISLIGIŇ ANIQLAW

(5-laboratoriyalıq jumıs)

Jumıstıń maqseti: hár qıylı massaǵa iye shariklerdiń tezliklerin ózǵertip, kinetikalıq energiyanıń súykelis kúshin jeńiwge jumsalıwın baqlawdıń járdeminde energiyaǵa baylanıslı bolǵan bilimlerde 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 shtativtıń járdeminde nawanı qıya etip orınalastırıń. Nawanıń tómengi 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.

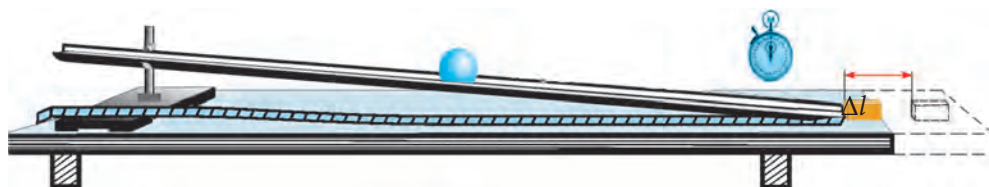
VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

4. Sharikti nawanıń joqargı ushınan qozgaltıp tájiriybeni tákirarlań.

5. Úlken massağa iye sharikti nawanıń orta bóliminen qozgaltıp jiberiń hám brusoktıń jılıw aralıgıń jáne qaytadan ólsheń.

6. 1-laboratoriyalıq jumıstağı sıyaqlı aralıq penen waqıttı ólshep, shariktiń alğan tezleniwın tabıń. Tezleniw menen waqıt kórsetkishlerinen paydalanıp shariktiń brusokqa urılıw waqıtındağı tezligin anıqlań hám $E_k = \frac{mv^2}{2}$ formulasınan paydalanıp kinetikalıq energiyanı tabıń.

7. Brusoktıń jılıwında orınlangan jumıs penen kinetikalıq energiya arasındagı 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 orınladı. 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 birligi ishindegi orınlangan jumısı penen anılatıladı:

$$N = \frac{A}{t}.$$



Orınlangan jumıstıń usı jumıstı orınlaw ushın ketken waqıtqa qatnası quwat dep ataladı.

Xalıq aralıq birlikler sistemasında quwatıń tiykarǵı birligi retinde **vatt** (Vt) alınǵan. 1 Vt degenimizde 1 s ishinde 1 Dj jumıs orınlaytuǵın dúzilistiń

Saqlanıw nızamları

quwatın túsinemiz. Quwat birliginiń ataması puw mashinasın birinshilerdiń qatarında islep shıqqan inglis alımı Djeıms 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 waqıt sıyaqlı skalyar shama bolıp tabıladı.

Quwatıń formulasınan belgili waqıt 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** ($\text{Vt} \cdot \text{s}$) 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 sıızqlı teń ólshewli qozǵalatuǵın avtomobil t waqıtı ishinde $s = vt$ aralıǵın basıp ótedi. Avtomobildıń turaqlı tezlik penen qozǵalıwı ushın onı qozǵalısqı keltiretuǵın motordıń turaqlı túrde F kúshi menen tásir etip turıwı kerek. Bul kúsh avtomobildıń qozǵalısqı 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 avtomobildıń 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 kúshniń sonshama kishi bolatuǵınlıǵın ańǵarıwǵa boladı.

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

Sonıń ushın biyikke qaray bağıtlangan jolda joqarıǵa shıǵıwshı avtomobildıń 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.

Berilgen:	Formulası:	Sheshiliwi:
$m_1 = 10 \text{ t} = 10\,000 \text{ kg};$	$A_1 = m_1 gh;$	$A_1 = (10\,000 \cdot 10 \cdot 30) \text{ Dj} = 3\,000\,000 \text{ Dj};$
$m_2 = 2 \text{ t} = 2\,000 \text{ kg};$	$A_2 = m_2 gh;$	$A_2 = (2\,000 \cdot 10 \cdot 30) \text{ Dj} = 600\,000 \text{ Dj};$
$h = 30 \text{ m};$		
$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s};$	$N_1 = \frac{A_1}{t}$	$N_1 = \frac{3\,000\,000}{60} \text{ Vt} = 50\,000 \text{ Vt} = 50 \text{ kVt};$
$g = 10 \text{ m/s}^2.$	$N_2 = \frac{A_2}{t}$	$N_2 = \frac{600\,000}{60} \text{ Vt} = 10\,000 \text{ Vt} = 10 \text{ kVt}.$
Tabıw kerek:		
$N_1 = ? \quad N_2 = ?$		Juwapı: $N_1 = 50 \text{ kVt}; N_2 = 10 \text{ kVt}.$



Tayanış túsinik: quwat.



1. Quwat degenimiz ne? Onıń birligi qanday?
2. Quwat, kúsh hám tezlik arasındaqı qatnaslar qalayınsha jazıladı?
3. Jumıs penen energiya djoullerden (Dj) basqa jáne qanday birliklerge iye?
4. Avtomobil joqarıǵa kóterilgende tartıw kúshin úlkeytiw ushın shofyor qanday ilájdı islewi kerek?



1. Eger bala 1 saatta 360 kDj jumıs orınlagan bolsa, sol balanıń quwatınıń paydalı bólimin tabıń.
2. Massası 4 kg bolǵan dene kústıń tásirinde gorizontál bağıtındaqı 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 ENERGIYANÍN SAQLANÍWÍ. PAYDALÍ JUMÍS KOEFFICIENTI

Energiyanín tábiyattaǵı aylanıwı hám saqlanıwı

Energiyanín 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, súykelis 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 energiyanın saqlanıw nızamı bolıp tabıladı. Tábiyattaǵı energiyanın saqlanıw nızamı tómendegishe aytiladı:



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 dvigateldiń paydalı jumısı tolıq jumsalǵan energiyadan kishi boladı. Sebebi, barlıq mexanizmlerde súykelis kúshleri bar bolıp, bunday kúshlerdiń sebebinen dúzilislardiń kóplegen bólimleri qızadı. Jumsalǵan tolıq energiyanın bir bólegi jıllılıqqa aylanıp, ısırap boladı. Energiyanıń qalǵan bólimi paydalı jumıstı orınlawǵa jumsaladı. Mashina menen dvigatellerdiń jumsalatuǵın energiyanın 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.

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

Hárqanday mexanizmnıń paydalı jumıs koefficientin procent esabında ańlatıw múmkin. Eger paydalı jumıstı A_p , al jumsalǵan 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

Kóteriwr kranında quwatı 10 kVt bolǵan dvigatel ornatılǵan. Kran massası 5000 kg bolǵan júkti 3 minut ishinde 24 m biyiklikke kóteredi. Krannıń 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:

$$\eta = ?$$

Juwapı: $\eta = 75 \%$.



Tayanısh túsiniqler: energiyanıń tábiyattaǵı aylanıwı, energiyanıń tábiyattaǵı saqlanıwı, Quyashtıń jaqtılıq energiyası, gidroelektrstanciya, paydalı jumıs koefficienti.



1. Tábiyattaǵı energiyanıń aylanısın túsindirip berıń.
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. Avtomobildıń PJK tabıń.
2. Kóteriwr kranı quwatı 10 kVt bolǵan dvigatel menen isleydi. Dvigateldıń PJK 80 % ke teń bolsa, massası 2 t bolǵan júkti 40 m biyiklikke qansha waqıtta shıǵaradı? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

Saqlanıw nızamları

3. Samolyot tuwrı sıızılıq 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. Gidroelektrstanciyaniń biyikligi 25 m bolğan suw saqlaǵışınan hár sekunda 200 t suw túsedi. Elektr stanciyaniń quwatı 10 MVt. Suw saqlaǵıştan túsip atırǵan suwdiń mexanikalıq energiyasınıń elektr energiyasına aylanıwınıń PJK qanday? $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alıń.

VII BAPQA TIYISLI QOSIMSHA SHINIGIWLAR

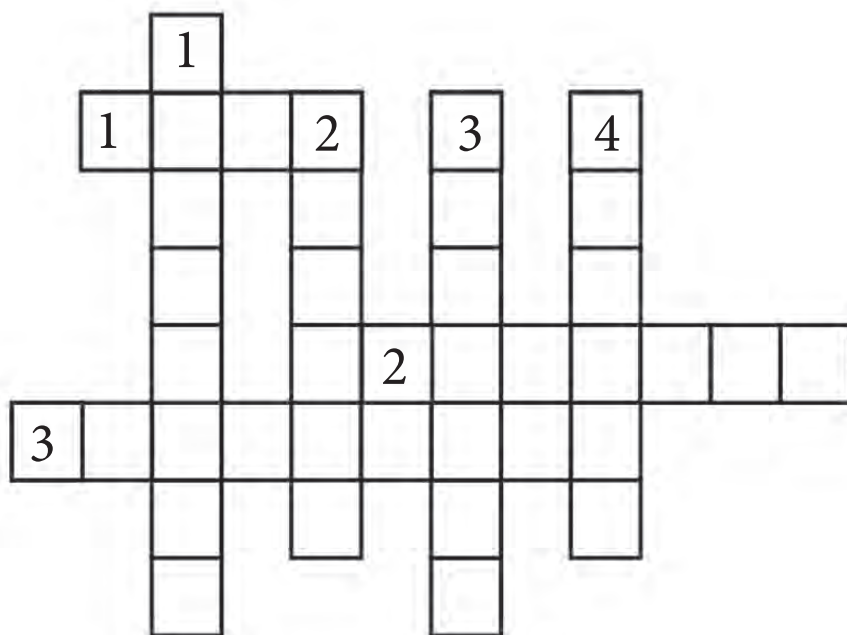
1. Massası 1 kg bolğan dene 50 m biyiklikten 20 m biyiklikke túskende salmaq kúshi qansha jumıs orınladı? Usı hám bunnan keyingi shınıǵıwlarda $g = 10 \text{ m/s}^2$ dep alınsın.
2. Bekkemligi 10 000 N/m bolğan prujina teń salmaqlıq halınan 8 sm aralıqqa sozıldı. Usı halda prujinaniń potenciallyq energiyası nege teń?
3. Pujinani 5 mm ge soziw ushın 3 kDj jumıs orınlaw kerek. Usı prujinani 1,2 sm ge soziw ushın qansha jumıs orınlaw kerek boladı?
4. Massası 1 kg bolğan dene 180 m biyiklikten erkin túsip kiyatır. Deneniń qozǵalıswınıń altınshı sekundınıń aqırındaǵı kinetikalıq hám potenciallyq energiyaları qansha boladı?
5. Shtanga kóteriwshe massası 180 kg bolğan shtangani 2 m biyiklikke birden kótergende qansha jumıs orınlanağı?
6. Kran uzınlıǵı 7 m hám kese-kesimi 75 sm^2 bolğan tutas polat cilindrde gorizont baǵıtındaǵı awhaldan 60 m biyiklikke kótergende qansha jumıs orınlaytuǵınlıǵın tabıń. Polattıń tıǵızlıǵı $7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.
7. Massası 250 g bolğan erkin túsip kiyatırǵan deneniń tezligi joldıń belgili bóliminde 1 m/s shamasınan 9 m/s shamasına shekem arttı. Usı jolda salmaq kúshi orınlagan 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 bolğan baǵana Jerde jatırıptı. Onı vertikal qılıp qoyıw ushın qansha jumıs orınlaw kerek?
10. 60 m biyiklikten erkin túsip kiyatırǵan massası 0,5 kg bolğan 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 kúshitiń tásirinde teń ólshewli qozǵalmaqta. Sırtqı kúshitiń táhiri toqtaǵannan keyin dene 2 m aralıqqa jılıp barıp toqtadı. Súykelis kúshiniń jumısın tabıń.

VII bap. Jumis hám energiya. Energiyanıń saqlanıw nızamı

13. Eger bala 0,5 saatta 180 kDj jumis orınlağan bolsa, onıń paydalı quwatın tabıń.
14. Avtomobilge quwatı 250 kVt bolğan dvigatel ornatılğan. Ol 1 saatta 360 MDj paydalı jumis orınladı. Avtomobildıń PJK in tabıń.

Krossvord

- Eni boyınsha:
1. Ólshew birliği.
 2. Fizika iliminiń rawajlanıwına úlken úles qosqan watan-larımızdın biri.
 3. Fizika sózin ilimge kirgizgen alım.
- Boyı boyınsha:
1. Fizikanın bólimleriniń biri.
 2. Kosmonavtlardıń transportı.
 3. Energiyanın túri.
 4. Túrтки degen mánisti bildiretuğın fizikalıq shama.



LABORATORIYALÍQ JUMÍSLARDA ÓLSHEWDÍÑ QÁTELIKLERIN ESAPLAW

Fizikalíq shamalardı laboratoriyalıq jumislarda ólshew tikkeley hám janapay túrde orınlanadı. Tikkeley ólshewde ásbap ólshenip atırǵan fizikalíq shamanıń mánisin kórsetedi.

Fizikalíq shamalardıń barlıǵın tikkeley ólshewge bolmaydı. Sonlıqtan, mánisi izlenip atırǵan fizikalíq shama tikkeley ólshewlerde tabılǵan shamalar arqalı esaplap tabıladı. Fizikalíq shamanı bunday jollar menen ólshewdi janapay ólshew dep ataydı. Barlıq ólshewlerde absolyut hám salıstırmalı qáteliklerdi esapqa alıw kerek boladı.

Fizikalíq 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.

Fizikalíq 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

$$\varepsilon = (\Delta a_{\text{ort}} / a_{\text{ort}}) \cdot 100 \%$$

SHINIG'ÍWLARDÍN' JUWAPLARÍ

2-shinigiw. 2. $v = 1,5 \text{ m/s}$. 3. $v = 5 \text{ m/s}$. 4. $v = 80 \text{ km/saat}$. **3-shinigiw.** 1. $s = 60 \text{ m}$. 2. $s = 30 \text{ km}$. 3. $t = 10 \text{ min}$. 4. $t = 0,5 \text{ saat}$. **4-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 1. $s = 15 \text{ m}$. 2. $s = 1,4 \text{ km}$. **8-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 1. $v \approx 0,21 \text{ m/s}$; $\omega \approx 0,21 \text{ rad/s}$. 2. $T \approx 0,19 \text{ s}$; $v \approx 5,3 \text{ 1/s}$; $\omega \approx 33,3 \text{ rad/s}$. 3. $v \approx 465 \text{ m/s}$; $\omega \approx 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$. **12-shinigiw.** 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-shinigiw.** 3. $a = 2 \text{ m/s}^2$; $m = 40 \text{ kg}$; 4. $F = 20 \text{ N}$. **15-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 1. $F = F_{\text{salm}} = 2 \text{ kN}$. 2. $m = 2 \text{ t}$. **19-shinigiw.** 1. $P = 0,5 \text{ N}$. 2. $P = 0,8 \text{ N}$. 3. $P = F_{\text{ser}} = 2 \text{ N}$. **20-shinigiw.** 1. $P = 6 \text{ N}$. 3. $a = 3 \text{ m/s}^2$. **21-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 1. $m = 30 \text{ t}$. 2. $v^i = 4,5 \text{ m/s}$; 3. $v^u = 4,5 \text{ m/s}$; **26-shinigiw.** 1. $A = 2 \text{ Dj}$. 2. $A = 630 \text{ Dj}$. 3. $A_1 = 72 \text{ kDj}$; $A_2 = 96 \text{ kDj}$; $A_3 = 120 \text{ kDj}$; $A_{um} = 283 \text{ kDj}$; 4. $F = 120 \text{ kN}$. 5. a) teris; b) oñ. 6. $A = 12,25 \text{ Dj}$. **27-shinigiw.** 1. $E_p = 80 \text{ kDj}$. 2. $E_{pl} = 100 \text{ Dj}$; $E_{p2} = 240 \text{ Dj}$; $A = -140 \text{ Dj}$. 3. $A = 9,6 \text{ kDj}$. **28-shinigiw.** 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-shinigiw.** 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-shinigiw.** 1. $N = 100 \text{ Vt}$. 2. $N = 24 \text{ Vt}$. 3. $N = 1 \text{ kVt}$. 4. $F = 7,2 \text{ kN}$. **31-shinigiw.** 1. $\eta = 40\%$. 2. $t = 1 \text{ min } 40 \text{ s}$. 3. $F = 5040 \text{ N}$. 4. $\eta = 20\%$.

QOSÍMSHA SHÍNÍGÍWLARDÍN JUWAPLARI

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. $t_{\text{oq.q}} = 2 t_{\text{oq.b}}$; 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. $p_1 = 30000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_2 = 40000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_1' = 12000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; $p_2' = 18000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; 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 qozğalış hàqqında ulıwmà màğlıwmàtlàr

1-§. Denelerdın qozğalışı	8
2-§. Keńislik hám waqıt.....	11
3-§. Kinemàtikànnıń tiykàrgı túsinipleri	14
4-§. Skalyar hám vektorlıq shamalar hám olar ústinde ámeller.....	18

II bàp. Tuwrı sıızılıq qozğalış

5-§. Tuwrı sıızılıq teń ólshewli qozğalış hàqqında túsinipl.....	26
6-§. Tuwrı sıızılıq teń ólshewli qozğalıştıń tezligi	28
7-§. Tuwrı sıızılıq teń ólshewli qozğalıştıń grafikalıq súwretleniwı	32
8-§. Teń ólshewli emes qozğalıştağı tezlik.....	34
9-§. Teń ólshewli ózgeriwshi qozğalıştağı tezleniw	37
10-§. Teń ólshewli ózgermeli qozğalıştıń tezligi	40
11-§. Teń ólshewli ózgermeli qozğalıştağı básiw ótilgen jol.....	44
12-§. Teń ólshewli tezleniwshi qozğalıştağı deneniń tezleniwın anıqlaw (1-làboràtoriyalıq jumıs	47
13-§. Denelerdın erkin túsıwı	48
14-§. Jıqarığa tik ılaqtırılğan dãnànnıń qızğalışı	50

III bàp. Sheńber boyınsha teń ólshewli qozğalış

15-§. Dãnànnıń sheńber boyınsha teń ólshewli qozğalışı	56
16-§. Sheńber boyınsha qozğalıştı táriyipleytuğın shàmàlardın àrásındağı qatnaslar	59
17-§. Orayğa umtılwshi tezleniw	62

DINÀMIKÀ TIYKÀRLÀRÍ

IV bàp. Qozğalış nızamları

18-§. Denelerdın óz àrà tásirlesiwi. Kúsh.....	69
19-§. Nyutonnnıń birinshi nızamı – inerciyà nızamı.....	72
20-§. Deneniń mæssası.....	76
21-§. Nyutonnnıń ekinshi nızamı	78
22-§. Nyutonnnıń úshinshi nızamı.....	82
23-§. Qozğalış nızamlarının áylànbalı qozğalıştağı qollanılwı	86
24-§. Serpimlilik kúshi.....	88
25-§. Prujinanıń qattılığın anıqlaw (2-laboratorialq jumıs).....	93

V bəp. Sırtqı kúshler tásirinde denelerdiń qozǵalıǵı

26-§. Pútkúl dúnyalıq tártılıs nızamı	97
27-§. Salmaq kúshi	100
28-§. Deneniń salmaǵı.....	102
29-§. Júk túsiw hám sálmáqsızlıq.....	105
30-§. Jerdiń tartıw kúshi tásirinde denelerdiń qozǵalıǵı.....	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 bəp. Impulstiń saqlanıw nızamı

36-§. Impuls	130
37-§. Impulstiń saqlanıw nızamı	135
38-§. Reaktiv qozǵalıǵı	140

VII bəp. 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 qátelikleriń esaplaw.....	170
Shınıǵıwlardıń juwapları	171
Qosımsha shınıǵıwlardıń juwapları	172

Habibullayev, Polat Qirg'izboyevich.

Fizika: Ulrma orta bilim beriw mektepleriniń 7-klası ushın sabaqlıq.
/ P. Q. Habibullayev, A. Boydedayev, A. D. Bahromov. – Qayta islangen
hám tolıqtırılğan tórtinshi basılıp. — T.: «O'zbekiston milliy ensiklope-
diyasi» 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

F I Z I K A

Umumiy o'rta talim 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. Aytmuratova*
Xud.redaktori *A. Yoqubjonov*
Tex.redaktori *B. Turumbetov*
Operatori *J. Badalov, N. Qaypbergenova*

Licenziya: Al ' 108, berilgen waqti 2008-jul 15-iyul.

Originál-maketten basıwǵa ruqsat etilgen waqti 29.07.2017-jıl. Ofset qagazı. Kegl 12.
Formati 70x100 $\frac{1}{16}$. «Times KRPK» garnituraı. Ofset usılında basıldı.
Kólemi 11,0 b.t. esap., 12,00 b.t. Shártli 14,9 b.t. Buyırtpa 4791. Nusqası 10010 daná.

«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.

**Ijarağa berilgen sabaqlıq jaǵdayın
kórsetetuǵın keste**

1	Oqıwshınıń atı ákesiniń atı	Oqıw jılı	Sabaqlıqtıń alıńǵandáǵı jaǵdayı	Kláss basshısınıń qolı	Sabaqlıqtıń tápsırılǵandáǵı jaǵdayı	Kláss basshısınıń qolı
1						
2						
3						
4						
5						
6						

**Sabaqlıq ijaraga berilip, oqıw jılı aqırında qaytarıp
alıńǵandá joqarıdáǵı keste kláss basshısı tárepinen
tómendegi bahalaw ólshemlerine tiykarlanıp toltırıldı.**

Jána	Sabaqlıqtıń birinshi ret paydalanıwǵa berilgendegi jaǵdayı.
Jaqsı	Muqabası pútin, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen ajıralmáǵan. Barlıq betleri bar. Jırtılmáǵan, betleri alıstırılmáǵan, betlerinde jazıw hám sızıqlar joq.
Qanaat- landırarlı	Muqaba jelengen, bir qansha sızılıp, shetleri qayırılǵan, sabaqlıqtıń tiykarǵı bóliminen alınıp qalıw jaǵdayı bar, paydalanıwshı tárepinen qanaatlánarlı qalpine keltirilgen. Alınǵan betleri qayta jelimlengen, ayırım betlerine sızılǵan. Muqabaga sızılǵan, jırtılǵan, tiykarǵı bólimnen ajıralǵan yamasa putkilley
Qanaat- lanarsız	joq. Betleri jırtılǵan, betleri tolıq emes, sızıp, boyap taslangan. Sabaqlıqtı qayta tiklew múmkın emes.

Habibullayev, Polat Qirg'izboyevich.

Fizika: Uliwma orta bilim beriw mektepleriniń 7-klassı ushın sabaqlıq.
/ P. Q. Habibullayev, A. Boydedayev, A. D. Bahromov. – Qayta islangan
hám tolıqtırılğan tórtinshi basılıw. — T.: «O'zbekiston milliy ensiklope-
diyasi» 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

F I Z I K A

Umumiy o'rta tálim 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*
Redáktorı *S. Aytimuratova*
Xud.redáktorı *A. Yoqubjonov*
Tex.redáktorı *B. Turumbetov*
Operátorı *J. Badalov, N. Qaypbergenova*

Licenziya: Al ' 108, berilgen waqti 2008-jul 15-iyul.

Originál-maketten basıwǵa ruqsát etilgen waqti 29.07.2017-jul. 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. Buyırtpa 4791. Nusqası 1293 dána.

«Bilim» baspası. 230103. Nókis qalası. Qaraqalpaqstán 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.