

ა. გიგინეიშვილი, ზ. ჯაბუა,  
მ. ბერულავა

ზოგადი ფიზიკის სწავლების  
მეთოდის ზოგიერთი ასპექტები

„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ა. გიგინეიშვილი, ზ. ჯაბუა,  
მ. ბერულავა

## ზოგადი ფიზიკის სწავლების მეთოდის ზოგიერთი ასპექტები



რეგისტრირებულია სტუ-ს  
სარედაქციო-საგამომცემლო  
საბჭოს მიერ

თბილისი  
2009

მეთოდურ ნაშრომში განხილულია უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებლებში ზოგადი ფიზიკის სწავლების გაუმჯობესების ზოგიერთი ასპექტები, დასახულია თანამედროვე ფიზიკის მიღწევების სტუდენტების მიერ გაცნობისა და დაუფლების მეთოდები. ნაშრომი განკუთვნილია უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლების ფიზიკის მასწავლებლებისა და სტუდენტებისათვის. ის გარკვეულ სარგებლობას მოუტანს ფიზიკის სწავლებით დაინტერესებულ ყველა პირს.

რეცენზენტი პედაგოგიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,  
ასოცირებული პროფესორი ი. კალანდაძე

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009  
ISBN 978-9941-14-422-6  
<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილი (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური), არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

## 1. fizikis adgil i Tanamedrove mecnierebasa da teqnikaSi

fizika wärmoadgens mecnierebis erT-erT yvel aze dinamiurad ganviTarebad dargs. mxol od ukanasknel i aTwl eul ebis ganmavl obaSi ganxorciel da ramdenime yvel aze maRal i rangis aRmoCena. es, erTis mxriv, dakavSirebul ia axal i Teoriul i wärmogenebis, xol o meores mxriv, principul ad axal i samecniero xel sawyoebis, meTodebis, teqno logiebis da eqsperimentis meTodikis ganviTarebasTan.

fizikis es siaxl eebi saswavl o saaTebis Semcirebisa da sxva, obieqturi Tu subieqturi mizezebis gamo, ar aris an nakl ebad aris asaxul i umaRl esi teqniki saswavl ebl ebis fizikis saganmanaTeb l o standarteSi. faqtiurad studentebi swavl oben me-XX saukunis 60-ian wl ebamde Catarebul aRmoCenebs. mxol od zogierT SemTxvevaSi, rodesac fizikuri movl enis aRmoCena iwvevs teqno logiur garRvevas, is cnobil i xdeba farTo auditoriisa da maT Soris studentebisaTvis. amis magal iTia lazerebis fizika, romel ic aRmoCenidan sakmaod swrafad aisaxa saswavl o programebSi, magram aRniSnul i faqti ufro gamonakl iss wärmoadgens vidre wess.

amrigad, farTo ideuri, eqsperimentul i da teqniki codna, roml iTac cxovrobs Tanamedrove fizika, ucnobia swored im adami anebisaTvis, roml ebmac es movl enebi unda Caayenon teqniki samsaxurSi da es, pirvel rigSi exeba teqniki profil is umaRl esi saswavl ebl ebis studentebis. moswavl eebisa da studentebis Tval Si fizika

warmoadgens gaqvavebul sistemas, romel Sic mcire cvl il ebebic ki iSviaTad xdeba.

yvel aze damafiqrebel ia is, rom fizikaze aseTi warmodgena sul ufro ikidebs fexs maswavl ebl ebs Sorisac da is, cxadia, gadaecema maT moswavl ebsac. Seqmnil i viTareba warmoadgens erTerT ZiriTad faqtors, ris gamoc SesamCnevad Semcirebul ia axal gazrdobis interesi sabunebismetyvel o sagnebisa da maT Soris fizikisadmi.

skol ebisa da umaRI esi saswavl ebl ebis programebSi fizikis Tanamedrove miRwevebis arasrul i asaxvis mniSvnel ovani obieqturi mizezia im fizikuri movl ebis sirTul e, roml ebic axasiaTebS Tanamedrove fizikas. rogorc gamocdil eba aCvenebs, rac ufro Rrmad vswavl obT bunebas, miT ufro vSordebiT mis uSual o aRqmas. am faqts j er kidev aristotel e amCnevda da raoden gasaocaric ar unda iyos, gasul i ori aTas wel ze meti xnis ganmavl obaSi am mxriv faqturad araferi Secvl il a. zogadsakacobrio intel eqtis ganviTareba da im amocanebis gadawyvetis sirTul e rasac miznad isaxavs kacobrioba, erTmaneTTan dinamiur wonasworobaSia, rac sabol oo j amSi iwvevs bunebis movl enebis sul ufro da ufro Rrma Seswavl as.

aseTi situacia aucil ebl ad iwvevs fizikis swavl ebis donis CamorCenas mis miRwevebTan SedarebiT da amaSi zogadad araferia gasakviri. ase iyo mecnierebis mTel i istoriis ganmavl obaSi da erTaderTi rac SeiZl eba real urad moviTxovoT isaa, rom es CamorCena Zal ian didi ar iyos. isic unda AaRiniSnos, rom mecnierebisa da ganaTI ebis

urTierTobis sxvadasxva etapze es gansxvaveba zogjer Zal ian mcire iyo.

dRes fizikis ganviTarebis done imdenad maRal ia, rom fizikaze samecniero da pedagogiur warmodgenebs Soris gansxvaveba didia da is swrafad izrdeba. amis mizezi, Cvenis azriT, isaa, rom arasakmarisadaa damuSavebuli fizikis Tanamedrove safuZvl ebis swavl ebis meTodika. Tanamedrove samecniero literaturaSi TiTqmis ar ganxil eba studentebis (gansakuTrebiT teqniki dargis) swavl ebis organizaciis zogadi principebi, ar idgmeba sakmarisi nabijebi studentebis fizikiT, rogorc erT-erTi saintereso da praqtikuli gamoyenebis mizniT sasargeblo mecnierebis, dai nteresebisaken.

Qqvenot Tezisebis saxiT moyvnil ia zogierTi Ziritadi debulebi da amocanebi, romel Ta gaTval iswinebac maswavl ebl ebis mier, Cvenis azriT, xels Seuwyobs umaRles teqnikiur saswavl ebl ebis fizikis swavl ebis donis amaRlebas da fizikis Seswavl isadmi studentebis interesis gazrdas

## 2. swavl ebis meTodika, rogorc pedagogiuri mecniereba

fizika warmoadgens mecnierebas materiis zogadi Tvisebebisa da moZraobis formebs Sesaxeb da is gvexmareba garemomcveli samyaros SemecnebaSi. fizikis, rogorc mecnierebis daniSnulebaa fizikuri movlenebis kanonzomierebis Seswavla da am movlenebis adamiანis saWiroebisaTvis gamoyenebis gzebis moZebna. fizikis maswavl ebel masafuZvli anad unda icodes fizika da unda fl obdes studentebisaTvis codnis gadacemis mecnierul ad

dasabuTebul meTodebsa da xerxebes - fizikis swavl ebis meTodikas.

fizikis swavl ebis meTodika (fsm) aris pedagogiuri mecniereba, romel ic ikvl evs swavl ebis gzebsa da xerxebes, maT kanonzomierebebs da studentis aRzrdisa da ganviTarebis meTodebs.

fizikis swavl ebis sagania swavl ebis Teoriisa da praqtikis damuSaveba da TviTon swavl ebis procesi.

fsm-s ZiriTadi funqciebia:

1) zogadsaganmanaTI ebl o - studenti iRebs fizikis safuZvl ebis codnas da misi praqtikaSi gamoyenebis Cvevebs,

2) ganmaviTarebeli - students uviTarebs Semecnebis Sesazl ebl obas: damoukidebl ad gaecnos axal samecniero-teqnikuri literaturas, iswavl os logikuri azrovneba da logikuri azrovnebidan gadavides SemoqmedebiT azrovnebase,

3) aRmzrdel obiT - fizikis Seswavl a warmoadgens bazas mecnieruli msofi mxedvel obis Camosayal ibebl ad, roml is real izebac xdeba iseT aspeqtebSi, rogorebicaa - adamiani da Sroma, adamiani da manqana.

fizikis swavl ebis komponentebia:

1) fizikis safuZvl ebi,

2) swavl eba: igul isxmeba a) maswavl ebl is moRvaweoba studentSi swavl is motivis aRZvrisaTvis, b) studentis damoukidebeli muSaoba, g) masal is gadacema fizikuri eqsperimentisa da Tval saCinoebebis gamoyenebiT;

3) swavl a - studentis gonebrivi da fizikuri Sesazl ebl obebis aqtivacia,

4) swavl ebis materialuri saSual ebebi (saxel mZRvanel oebi, xel sawyoebi da sxva).

fsm-s amocanebia:

- 1) swavl ebis miznis dasabuTeba – risTvis,
- 2) ra vaswavl oT – fizikis kursis gansazRvra da misi Sinaarsisa da struqturis mudmivi srul yofa,
- 3) rogor vaswavl oT – swavl ebis yvel aze efeqturi xerxebisa da meTodebis damuSaveba, eqsperimentul ad Semowmeba da praqtikaSi danergva. swavl ebis teqnikuri saSual ebebis srul yofa.

fsm ganixil avs:

- 1) zogad sakiTxebis, roml ebic moicaven: a) fizikis swavl ebis mizans, b) fizikis kursis struqturasa da Sinaarss, b) pol iteqnikuri swavl ebis meTodebis, g) fizikis swavl ebis kavSirs praqtikasTan, d) saswavl o procesis organizaciis formebs.
- 2) special uri sakiTxebis: a) fizikis cal keul i Tavebisa da Temebis swavl ebis meTodika, b) praqtikul i samuSaoebis Catarebis xerxebi, g) swavl ebis uzrunvel yofa Tval saCinoebiT.

fsm-Si gamoyenebul i kvl evis meTodebia:

- 1) Sinaarsobrivi: Aa) pedagogiuri dakvirveba: dakvirvebis obieqtia studenti, misi qmedeba axal i masal is Seswavl isas, l laboratoriu l samuSaos Sesarul ebisas, amocanis amoxsnisas. dakvirvebis obieqtia maswavl ebel ic mis mier kursis gadacemis procesSi. dakvirvebas eqvemdebar eba aseve moswavl eSi Cvevebisa da Sesazl ebl obebis formireba, b) dokumenturi dakvirveba (Jurnal ebi, dRiurebi, weriT i namuSevreb i). TiToeul samecniero dakvirvebas unda gaaCndes mkafiod formul irebul i mizani da winaswar damuSavebul i gegma, g) pedagogiuri eqsperimenti - esaa fizikis swavl ebis Taviseburad konstruirebul i da ganxorciel ebul i procesi, romel ic iTval iswinebs pedagogiuri dakvirvebis Catarebas. pedagogiuri

eqsperimenti iTval iswinebs dakvirvebas bunebriv pirobebSi da SeiZl eba misi xangrZl ivoba iyos ramodenime kvira, Tve an wel ic ki. pedagogiuri eqsperimentis erT-erTi formaa dakvirveba saeqsperimento da sakontrol o jgufebze, d) moswrebis testi warmoadgens special urad SerCeul daval ebebs, romel Tac gaaCniaT mokl e cal saxa pasuxi, De) anketireba.

2) anal izuri: a) Teoriul i anal izi - saswavl o masal is struqturul -l ogikuri anal izi, fizikis swavl ebis cal keul i el ementebis statistikuri Sefaseba, b) sistemuri midgoma.

### 3. fizikis swavl ebis miznebi da amocanebi:

fizikis swavl eba aucil ebel ia umaRl es teqnikur saswavl ebl ebSi, Semdegi mizezebis gamo:

a) aviTarebs azrovnebas,

b) warmoadgens mecnierebas garemomcvel samyaroze da gvexmareba mis SemecnebaSi,

g) fizikis el ementebi farTod gamoiyeneba iseT mecnierebebSi, rogoricaa geol ogia, biol ogia, qimia da sxva,

d) warmoadgens Tanamedrove teqnikis Teoriul safuZvel s,

e) fizika, rogorc aparats, iyenebs mecnierebis iseT cnobil dargs, rogoricaa maTematika da misi meSveobiT viTardeba maTematikac,

v) fizikis diferenciaci iT an sxva mecnierebasTan itegraciis gziT xSirad yal ibdeba mecnierebis an teqnikis axal i dargi, magal iTad el eqtronika (diferenciaci iT) an biofizika (integraci iT).

z)warmoadgens adiamianis zogadi kul turis nawil s.

fizikis swavl ebas gaCnia Semdegi miznebi:

- 1) swavl eba,
- 2) aRzrda,
- 3) ganviTareba.

1). swavl ebis mizania Semdegi:

- a) studentSi im samecniero codnisa da Cvevebis gamomuSaveba, romel ic saWiroa teqnikaSi, bunebasa da yofaSi mimdinare procesebis gagebi saTvis,
- b) fizikuri Teoriebis safuZvl ebis codna,
- g) miRebul i codnis gamoyeneba standartul i da arastandardul i amocanebis gadasawyvetad,
- d) dakvirvebis Sedegebis sistemalizirebis, ganzogadoebisa da gamoyenebis fargl ebis Sefasebis Sesazl ebl oba,
- e) eqsperimentis dagegmvisa da Catarebis unaris gamomuSaveba,
- v) samyaros mecnierul i suraTis formireba;

2).aRzrdis miznebia:

- a) mecnierul i msofi mxedvel obis Camoyal ibeba,
- b)ekol ogiuri azrovnebis da qcevis, Sromismoyvareobisa da mizanswrafvis unaris gamomuSaveba;

3). ganviTarebis miznebia:

- a) I ogikuri azrovnebis ganviTareba. deduqciis da induqciis, anal izisa da sinTezis meTodebis fl oba,
- b) eqsperimentis Catarebis Cvevebis gamomuSaveba. teqnikurad azrovnebis unarisa da Sesabamisad Semoqmedebi Tad azrovnebis Cvevebis gamomuSaveba.

fizikis kursis struqtura da Sinaarsi.

istoriul ad fizikis kursis ageba xdeboda sami midgomiT:

- 1) radial uri,
- 2) koncentrul i da
- 3) safexurebrivi.

1). radial uri principi gul isxmobsmTel i kursis, ganyofil ebebisa da Tavebis sistematur da Tanimdevrul gadmocemas. am principiTaagebul i umaRlesi saswavl ebl ebis fizikis kursi. radial uri principis naklia is, rom ar aris dacul i masalis TanadaTanobiT garTul ebis principi, rac aZnel ebs mis aTvisebas.

2). koncentruli principis dros masalis gadmocema xdeba or doneze: A

a) pirvel doneze masala gadmoicema el ementaruli formiT,

b) meore doneze xdeba imave masalis gadmocema fizikuri Teoriis ufro Rrma gamoyenebiT, rac gul isxmobsganzogadoebasa da maTematikuri aparatis srul ad gamoyenebas. am midgomis naklia is, rom moitxovs did dros, programa gadatvirTulia, rac sabolood iwvevs mshnelis interesis Senel ebas.

3. mesame principi aerTianebs pirvel da meore principis. radial urisagan is iRebs gadmocemis sistematurabas, xolo meorisagan - mshnelis sawyisi momzadebis dones.

fizikis kursisadmi wayenebuli moTxovnebi:

1). unda pasuxobdes fizikis ganvitarebis

Tanamedrove dones,

2). unda iyos xel misawvdomi,

3). unda iyos stabil uri.

saxel mZRvanel osatvis masalis Sercevisas gaTval iswinebuli unda iyos:

1). Sinaarsis mecnierul oba,

2). gadmocemis sistematuroba,

3). Teoriisa da praqtikis erTianoba,

4). fizikis kursis kavSiri sxvasagnebTan.

#### 4. fizikis swavl ebis didaqtikis fsiqol ogiisa da swavl ebis meTodikis zogadi sakiTxebi

1). warmatebul i swavl ebisaTvis saWiroa: fizikis safuZvl ebis, swavl ebis meTodikisa da masal is aTvisebis fsiqol ogiuri aspeqtibus, studentis gonebrivi SesaZl ebl obebis codna.

2). fizikis codnis struqtura. is mocavs or dones: emperiul s da Teoriul s.

a) emperiul i done moicavs cdis Sedegebs, emperiul cnebebs, kanonebsa da kanonzomierebebs. misi meSveobiT xdeba cdis Sedegebis dagroveba, anal izi da sabol ood kanonis formul ireba. fizikuri eqsperimentis raodenobrivi SefasebisaTvis SemoaqvT ricxviTi maxasiaTebel ebi, romel ebsac fizikuri sidideebi ewodebaT. fizikuri sidide warmoadgens fizikuri obieqtis ricxviT maxasiaTebel s, romel ic miReba gazomvis Sedegad. fizikuri obieqti aris - sxeul i, sistema, am sistemis mdgomareoba an procesebi, romel ebsac maTSi aqvs adgil i. TiToeul fizikur obieqts sidide axasiaTebis aramarto raodenobrivad, aramed xarixobrivadac. TiToeul i fizikuri sidide warmoadgens ara TviT sinamdvil es, aramed fizikaSi miRebul fizikuri real obis arweris xerxs. cal keul fizikur obieqts gaaCnia mraval i Tviseba, romel ic maTi ideal izaciisaTvis gamoiyeneba. Cveul ebriv gamoyofen arsebiT mxareebis, xol o araarsebiTs ukuagdeben da amrigad, miReben gamartivebul model s (magal iTad: material uri wertil i, maTematikuri qanqara, absol uturad Savi sxeul ul i da a.S.),

b) Teoriul i done moicavs Teoriebs, ideebbs da hipotezebs. fizikuri Teoria aris maTematikuri gantol ebebiT warmodgenil i Teoriul i kanonebi, roml ebic arWeren mocemul movl enas. Teoriul i kanonebi xasiaTdebian maRali ganzogadoebiT, mocaven Teoriul da emperiul cnebebs.

fizikuri Teoria gamoyofs struqturul nawil ebs: safuZvel s, birTvs, Sedegs. safuZvel i moicavs emperiul baziss (cdiseul monacemebs), ideal izirebul obieqts da fizikur sidideebbs. ideal izirebul i obieqti aris materiis model i garkveul struqturul doneze da Sesabamisad, TiToeul i Teoria erTmaneTisagan gansxvavdeba swored ideal izirebul i model iT. ase magal iTad, el eqtrodinamikaSi ideal izirebul i obieqti el eqtronul i gazi, xolo kvantur el eqtrodinamikaSi - harmoniul i oscilatori. gadasavl el xids emperiul i bazisidan axal Teoriaze warmoadgens ideal uri obieqti. fizikuri Teoriis birTvi aris zogadi kanonebis sistema, romelic asaxulia maTematikuri gantol ebebiT, postul atebiT da principebiT. gantol ebaTa sistema warmoadgens mocemul i urTierTqmedebis maTematikur model s.

Seswavis motivacia da fizikisadmi SemecnebiTi interesis formireba.

fsiqol ogiaSi motivis qveS igulisxmeba bizgis mimcemi mizezebi da qmedebebi. Seswavis motivebia:

a) social uri motive - imsaxuro sazogadoebis sasargebl od,

b) sul ieri motive - Seimecno WeSmariteba.

g) miswrafeba, rom sxvas ar CamorCe, G

d) dipl omis miRebis survil i.

fizikis Seswavl isadmi interesi SesaZl ebel ia gamowveul i iyos Semdegi mizezebiT:

- a) masal is sainteresod gadmocema,
- b) codnis gamoyenebis SesaZl ebl oba, special obis sagnebis Sesaswavl ad,
- g) codnis gamoyeneba yofa - cxovrebaSi.

fizikis Seswavl isadmi interesis uqonl oba SeiZl eba gamowveul i iyos:

- a) masal is rTul ad da uinteresod gadmocemiT,
- b) masal is Zal ian didi doziT maTematizaci iT,
- g) cdebis erTferovani demonstraci iT, D
- d) Teorisa da praqtikas Soris kavSiris ar arsebobiT,
- v) skol aSi miRebul i dabal i codniT.

Camotvl il i situaci ebidan erT-erTi gamosaval ia: swavl ebis procesSi sakiTxebis probl emuri formiT warmocena, proeqtebis da konkursebis mowyoba, teqniki model ireba da konstruireba.

saswavl o procesSi Cvevebisa da unarebis formireba.

arCeven unarebis Semdeg saxeobebs: intel eqtual uri, praqtikul i, SemecnebiTi, organizaciul i.

- a) intel eqtual uri unari moicavs: anal izis, abstraqciis, Sedarebisa da sinTezis unarebs,
- b) praqtikul i unari moicavs: gazomvis, gaangariSebis, sqemis awyobisa da sxva SesaZl ebl obebs,
- g) SemecnebiTi unari moicavs: codnis damoukidebl ad SeZenis SesaZl ebl obas wignze muSaobiT,
- d) organizaciul i unari moicavs: sakuTari samuSaos organi zeba - mowyobas, samuSaos xarisxis TviTkontrol s.

dakvirvebebma aCvena, rom yvel aze efeqturia swavl eba, romel ic danyarebul ia unarebis etapobriv formirebaze. magal iTad Semdegi sqemiT:

a) daval ebis Sesrul eba nimuSis mixedviT. am SemTxvevaSi students eZl eva daval ebis Sesrul ebis srul i al goriTmi,

b) amocana ramdenadme icvl eba magram studenti iyenebs im codnas, rac man miRo nimuSis mixedviT Sesrul ebisas,

g) nawil obriv kvl eviT muSaoba. am SemTxvevaSi students saSual eba eZl eva damoukidebl ad Seasrul os samuSaos nawil i,

d) SemoqmedebiTi daval eba. am SemTxvevaSi students eZl eva srul i Tavisufl eba amocanis gadawyvetis meTodebisa da saSual ebebis arCevaSi. am amocanebis mizania studentma damoukidebl ad, TavisTvis armoaCinos axal i codna.

fizikuri cnebebis formireba. cneba warmoadgens sinamdvil eSi, kl asebis, sagnebisa da movl enebis yvel aze arsebiTi Tvissebebis da maT Soris kavSirebis codnas. procesebis Semecnebis dros icvl eba, farTovdeba, Rrmavdeba da zogj er uariyofa zogierTi cneba.

cnebebis Camoyal ibebis wyaroa:

a) cxovrebi seul i gamocdil eba,

b) maswavl ebl is mier cnebis mizanmarTul i formireba,

g) Tanamdevi wyaroebi, d) SemTxveviTi wyaroebi (samecniero-popul arul i literaturis kiTxva, tel evizia da sxva).

Semecnebis procesSi studentis mier daSvebul i ZiriTadi Secdomebia:

a) im terminebiT operireba, roml ebic gansazRvraven mocemul cnebas, magram romel Ta Sinaarsis srul ad

gagbas ver axerxeben, iseve rogorc ver axerxeben  
arxebiTis araarxebiTisagan gansxvavebas, B

b) erTmaneTSi ureven ama Tu im kl asis movl enebisa  
da sagnebis niSnebs,

g) ver axdenen cnebebis kl asificirebas.

cnebebis formirebis ZiriTadi xerxebia:

a) tradiciul i meTodi – konkretul i aRqmi dan  
abstragireba da daskvnis gakeTeba. am xerxis  
magal iTia “atomis” cnebis Semotana,

b) jer SemoaqvT cneba, xol o Semdeg xdeba misi  
konkretizacia da ganzogadeba.

## 5. fizikis swavl ebis meTodebi.

swavl ebis meTodebis kl asifikacia. swavl ebis  
meTodebs miekuTvneba maswavl ebl isa da studentis  
urTierTobis formebi, romel Ta sabol oo mizania  
erTis mxriv codnis gadacema, xol o meores mxriv  
misi miReba da moicavs maswavl ebl is mxriv saubars,  
axsnas, Txrobas, l eqcias, cdis demonstrirebas,  
il ustracias, saswavl o fil mebis demonstrirebas;  
studentis mxriv literaturasTan muSaobas:  
saxel mZRvanel o, cnobari, amocanebis amoxsna,  
cxovrebiseul i dakvirveba.

saubari gamoiyeneba swavl ebis pirvel etapze da  
moicavs axal i codnis gadacemas, codnis gamyarebas,  
codnis gaRrmavebas, laboratoriu l i samuSaoebisa  
da cdebis erTobl iv ganxil vas. saubris Zal ian  
efeqturi saxea e.w. evristikul i saubari.

sasargebl oa Txrobisa da saubris Serwyma, am  
dros irkveva Tu ra icis studentma mocemul i  
movl enis Sesaxeb, xdeba am codnis sistemazacia  
da Sevseba TxrobiT. am dros saWiroa  
saxel mZRvanel oSi moyvanil i masal is aramarto

ubral od gadacema, aramed misi Sevseba, gaRrmaveba, ganvrcoba da "gacocxl eba" il ustraciiT, cdiT, cxovrebiseul i gamocdil ebiT. yvel a verbal uri meTodi gamagrebul i unda iyos eqsperimentiT da am dros demonstrirebis tempi Txrobis tempTan SesabamisobaSi unda iyos. rodesac xdeba axal i terminis Semotana saWiroa dafaze is daiweros gamoyofil ad, wakiTxul iqnas mkafiod. xSirad studenti imaxsovrebs cnebebs, romel Ta mniSvel obac kargad ar icis, aseT damaxsovrebas verbal uri ewodeba. fsiqol ogebi arCeven damaxsovrebis iseT saxes, roca adamiani imaxsovrebs imas rac arasodes ar unaxia, magram warmoudgenia. damaxsovrebis am saxes warmodgeniT maxsovroba ewodeba. masal is damaxsovrebisaTvis didi mniSvel oba aqvs nawerebs da sqemebs dafaze. maswavl ebel ma winaswar unda moifiqros dafaze naweris ganl agebis forma da mimdevroba. es nawerebi amaxvil eben studentis yuradRebas, mobil izacias uweven mxedvel obasa da smenas.

sasurvel ia dafaze dafiqsirdes:

- a) l eqciis gegma,
- b) sqemebi, naxazebi, naxatebi da a.S.,
- g) formul ebi da maTi gamoyvana,
- d) ricxviTi monacemebi,
- e) amocanis amoxsna,
- v) mecnierebis gvarebi da maTi cxovrebis TariRebi,
- z) axal i terminebi,
- T) l laboratoriu l samuSaos gegma.

fizikis efeqturi swavl ebis erT-erTi saxea probl emuri swavl eba.

probl emuri swavl ebis mizania ara marto fizikis safuZvl ebis AaTvisseba, aramed TviT codnisa da mecniერul i faqtebis aTvissebis

proceſis gaĉnoba da Semecneba. probl emuri swavl ebis safuZvel ia "aRmoĉenis" principi. probl emuri swavl eba, cxadia, ar gul isxmobs studentis mier Catarebul damouki debel aRmoĉenaTa j aWvs.

probl emuri swavl eba iwyeba probl emuri situaciis SeqmniT da gul isxmobs Seusabamobis gaĉenas studentis mier adre miRebul codnasa da im movl enas Soris, romel ic unda aixsnas. probl emuri situaciis Semdgomi etapebia:

- a) probl emis formul ireba,
- b) probl emis gadawyvetis gzebis Zieba,
- g) daskvnebis formul ireba,
- d) daskvnebis gakeTeba.

probl emuri swavl ebis doneebia:

- a) maswavl ebl is mier probl emis dayeneba, roca is TviTonve wyvets mas, an aĉvnebs Tu rogor iqna is gadawyvetil i meĉnierebaSi (probl emuri gadmocema),
- b) maswavl ebel is mier probl emis dayeneba da misi gadawyveta studentebTan erTad (evristikul i saubari),
- g) maswavl ebl is mier probl emis dayeneba da misi gadawyveta studentebis mier maswavl ebl ebis gareSe (eqsperimentul i amocanis gadawyveta, kvl eviTis samuSao da a.S.),
- d) maswavl ebel is mier studentebisaTvis daval ebis micema TviTon daayenon probl ema da TviTonve gadawyviton is.

probl emuri situaciis Sesaqmnel ad gamoiyeneba:

- a) saprobl emo kiTxvebi,
- b) fizikuri eqsperimentebi,
- g) faqtebi aRmoĉenebis istoriidan,
- d) laboratoriuLi samuSaoebi,
- e) eqsperimentul i samuSaoebi.

problemele de bază ale tuturor nivelurilor de dezvoltare sunt următoarele:

- a) să se formuleze problemele,
- b) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare,
- c) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare,
- d) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare,
- e) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare.

## 6. fizica și procesul organizării formelor

problemele de bază ale tuturor nivelurilor de dezvoltare sunt următoarele:

- În ceea ce privește:
- a) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare,
  - b) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare,
  - c) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare,
  - d) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare,
  - e) să se stabilească obiectivele de învățare și să se elaboreze sarcinile de învățare.

În ceea ce privește procesul de învățare și dezvoltare:

problemele de bază ale tuturor nivelurilor de dezvoltare sunt următoarele:

fizikuri movl enis aRwarmoebas special uri xel sawyoebis saSual ebi T. is warmoadgens;

a) codnis wyaros,

b) swavl ebis meTods,

g) Tval saCinoebis saxes. organizaciul i niSniT is SeiZl eba daiyos Semdeg nawil ebad: sademonstracio cdebi, frontal uri laboratoriu i samuSao, araauditoriu i cdebi da dakvirvebebi (eqsperimentul i amocanebi, Semoqmedebi Ti daval ebebi.

frontal uri laboratoriu i samuSaoebi tardeba erTdroul ad erTnairi tipis mowyobil obaze da samuSaos dasrul ebis Semdeg xdeba miRebul i Sedegebis kol eqtiuri ganxil va.

laboratoriu i samuSaoebis Catarebis sqema aseTia:

a) Sesaval i saubari,

b) eqsperimentis Catareba,

g) miRebul i Sedegebis damuSaveba,

g) daskvnebis Camoyal ibeba.

Sesaval i saubrisas ganxil eba: Tu rogor unda moxdes xel sawyoebis gamoyeneba, axsnil unda iqnas gazomvis skal a, usafrTxoebis teqnika, gaformebis mimdevroba. Tu romel ime studentis momzadeba aRemateba sxvebisas, mas unda mieces ufro rTul i samuSao da yvel as unda ganemartos, rom rTul i samuSaos Sesrul eba ufro maRal Sefasebas iZl eva. Sefasebis kriteriumebis: damoukidebl obis xarisxi da gaformebis sistrul e da Sinaarsi.

fizikuri praqtikumi. codnis SeZenisa da ganmtkicebis mizniT uaRresad didi mniSvnel oba aqvs praqtikul da seminarul mecadi neobebs, roml ebzedac unda moxdes sxvadasxva amocanebisa da saintereso Teoriul i sakiTxebis ganxil va. Zal ian efeqturia e.w. Tvisebrivi amocanebis

ganxil va. rogorc praqtikam ačvena, Tvisebrivi amocanebi did dainteresebas iwvevs studentebSi, gansakuTrebiT Tu maTi Tematika miaxl oebul ia praqtikasTan.

codnis SeZenis Tval sazrisiT didi mniSnel oba aqvs miRebul i codnis efeqtur kontrol s.

codnis kontrol i saSual ebas iZl eva gamovl enil iqnas masal is aTvisebis done da misi saSual ebiT srul yofil iqnas swavl ebis procesi. codnis kontrol i warmoadgens damakavSirebel rgol s studentsa da maswavl ebel s Soris. Semowmebas gaaCnia: a)maorientirebel i, b) saswavl o, g) makontrol ebel i, Dd) madiagnostirebel i, Ge) ganmaviTarebel i da v) aRmzrdel obiTi funqcia da is SeiZl eba Catardes: zepiri, weriT, grafikul i (grafikis ageba da wakiTxva), praqtikul i (eqsperimentis Catarebis unari) formiT.

a) kontrol is maorientirebel i funqcia saSual ebas aZl evs maswavl ebel s gamoavl inos masal is aTvisebis susti da Zl ieri mxareebi.

b) kontrol is sawavl o funqcia swavl ebis ZiriTadi funqciaa da is xel s uwyobs codnis formirebas ufro maRal doneze, aqezebis studentis damoukidebl obas da l iteraturaze muSaobas.

g) makontrol ebel i funqcia aucil ebel ia sakontrol o da damoukidebel i samuSaoebis efeqturobisatvis.

d) madiagnostirebel i funqcia saSual ebas iZl eva dadgindes studentis warmatebis an warumatebl obis mizezi.

e) ganmaviTarebel i funqcia saSual ebas iZl eva Semowmdes studentis unari da Sesazl ebl oba gamoiyenos miRebul i codna da damoukidebl ad SeimuSavos probl emis gadawyvetis al goriTmi.

v) aRmzrdel obiTi funqciis arsia students ganuviTaros angariSgebis, pasuxismgebl obisa da sistematuri mecadineobis unari.

studentis codnis Semowmebis erT-erTi meTodia testireba. misi dadebiTi mxarea is, rom moicavs didi mocul obis masal as, xol o naklia is garemoeba, rom iZl eva sabol oo pasuxis Semowmebis saSual ebas, magram ar aCvenebs msjel obis msvl el obas. sasurvel ia testirebis Semdeg studentma zepirad upasuxos dasmul kiTxvebs. testebis Sedgenisas saWiroa gamoyenebul iqnas Semdegi meTodebi:

1) danawevrebul i sil ogizmi. magal iTad:

a) magnituri vel i moqmedebs uZrav muxtze, b) moZrav muxtze, g) nebismier muxtze,

2) iwereba frazis nawil i, xol o danarCens studentiwers,

3) swori pasuxis SerCeva,

4) students winadadeba eZl eva CamoTval os sidiidebi, movl ena da a.S.

5) students winadadeba eZl eva Camoayal ibos kanoni, ganmarteba da a.S.

6) students winadadeba eZl eva daweros raime fraza, roml is bol oSi weria asoebi s da a (sworia, arasworia).

codnisa da unarebis Sefaseba moicavs:

1) fizikis fundamenturi da mniSvnel ovani cdebis codna, fizikuri movl enis aRweris unari,

2) fizikuri kanonebis codna da maTi gamoyenebis unari,

3) fizikuri Teoriebis ZiriTadi debul ebebis codna,

4) fizikuri terminol ogiis codna, maTi maTematikuri formiT Caweris unari,

- 5) ZiriTadi fizikuri cnebebi sa da sidi deebis codna,
- 6) eqsperimentisaTvis saWiro xel sawyoebis gamoyenebis Cvevebi,
- 7) sxvadasxva tipis amocanebis amoxsnis unari,
- 8) bunebi sa da teqniki movl enebis axsnis unari SeZenil i codnis safuZvel ze,
- 9) fiziki ganviTarebis ZiriTadi etapebis codna,
- 10) samecniero l iteraturasTan muSaobis unari.

swavl is procesSi studentis mier daSvebul i Secdomebi SeiZl eba daiyos sam nawil ad:

- 1) uxeSi,
  - 2) arauxeSi,
  - 3) uzustoba.
- 1) uxeS Secdomebs miekuTvneba:
- a) ar fl obs fizikur kanonebs da Sesabamisad ar SeuZl ia maTi gamoyeneba,
  - b) ar icis formul ebi da ver operirebs maTi,
  - g) ver kiTxul obs grafikebsa da sqemebs,
  - d) ar icis fizikuri sidi deebis ganzomil ebebi,
  - e) amocanis pirobas ver igebis sworad, ar icis amoxsnis meTodebi.
- 2) arauxeS Secdomebs ekuTvnis:
- a) sqemis, grafiki, naxazis uzustod ageba,
  - b) zomis erTeul ebis arazusti dawera,
  - g) araracional uri amoxsnis gamoyeneba.
- 3) uzustobebs miekuTvneba:
- a) maTematikuri gardaqmnebis araracional uri Cawera,
  - b) uzustobebi formul ebis dawerisas,
  - g) Secdomebi gaangariSebebSi,
  - d) samuSaos uyuradRebod Sesrul eba.

fiziki swavl ebis erT-erTi mniSvnel ovani amocanaa studentis Semoqmedebis ganviTareba. is

agebul ia samecniero Semoqmedebis ZiriTad kanonzomierebebze da SeiZl eba warmodgenil iqnas Semdegi cikl ebis saxiT:

- a) sawyisi monacemebis ganzogadeba,
- b) abstraktul i model is Seqmna (hipoTezis wamoyeneba),
- g) Teoriul i daskvnebis gakeTeBa,
- d) Teoriul i daskvnebis eqsperimentul i Semowmeba.

SemoqmedebiTi muSaobisas studenti dainteresebul ad CarTul i unda iyos codnis SeZenis procesSi, am mizniT rekomendebul ia Semdegi meTodebi:

- a) Txroba + demonstracia,
- b) sqemebi, saswavl o model ebi, probl emuri midgoma,
- g) l aboratoriul i samuSao,
- d) seminarul i da praqtikul i mecadineobebi.

magal iTad, rogor SeiZl eba aigos l eqcia, romel ic exeba ideal ur airebas.

1) sawyisi monacemebis ganzogadoeba: ra ician studentebma airebis Sesaxeb? (airebs axasiaTebT difuzia, airebi avseben im mocul obas, romel Sic imyofebian, airebs axasiaTebT SekumSva da gafarToeba,

2) ideal uri airis model is ageba: drekadi birTvebi, roml ebic ganuwvetl iv moZraoben, airis maxasiaTebel i parametrebi da maTi wneva WurWl is kedl ebze da a.S.)

- 3) Teoriul i daskvnebis gakeTeBa,
- 4) Semowmeba.

sasargebl oa SemoqmedebiTi savarj iSoebis gamoyeneba, roml ebic SeiZl eba ori tipis iyos:

- 1) kvl eviT. isini pasuxoben kiTxvas: ratom?
- 2) eqsperimental uri. pauxoben kiTxvas: rogor? magal iTad Temis: "el eqtrul i deni l iTonebSi"

ganxil visas sasrgebl oa daisvas kiTxvebi: ratom xurdeba gamtari masSi denis gavl isas?, daixazos el eqtroTermometris sqema.

SemoqmedebiTi amocana es iseTi amocanaa, roml is amoxsnis al goriTmi, students momzadebis mocemul doneze ar gaaCnia.

SemoqmedebiTi amocanebi mimarTul ia:

- a) azrovnebis l ogikis ganviTarebisaken,
- b) damoukidebl obis stimul irebisaken,
- g) studentis politeqniki ganaTl ebisa da siaxl is Seqmnisadmi orientaciisaken.

saswavl o procesis aucil ebel i nawil ia maswavl ebl is muSaobis dagegmva. cnobil ia gegmis sami saxeoba:

- a) kal endarul i,
- b) Tematuri,
- g) sal eqcio.

kal endarul i gegma gul isxmobs saaTebis dagegmvas kviraSi, semestrSi da mTl ianad saswavl o wl is ganmavl obaSi.

Tematuri gegmis qveS igul isxmeba Sesaswavl i Temis danawevreba l eqciebis mixedviT.

dagegmvaSi Sedis:

- a) l eqci is nomeri,
- b) l eqci is Tema,
- g) ZiriTadi amocanebi,
- d) ZiriTadi meTodebi,
- e) saganTaSorisi kavSiri,
- v) savarjiSoebi maswavl ebl is xel mZRvanel obiT,
- z) damoukidebel i samuSao.

## 7. fizikuri sididis cnebis formireba

saerTod, yvel asTvis vinc fizikas swavl obs da gansakuTrebiT teqniki dargis muSakisaTvis didi mniSvel oba aqvs fizikuri sididis cnebas da Sesabamisad am cnebis sworad gaazrebas.

fizikuri sidide warmoadgens obieqtis (sxeul i, sxeul Ta sistema, procesis mdgomareoba, movl ena) garkveul i Tvissebis maxasiaTebel s xarixobrivi TanafardobiT, romelic erTnairia yvel a obieqtisaTvis, magram raodenobrivad gansxvavebul i da individual uri - konkretul i obieqtisaTvis. magaliTad, fizikuri sidide aCqareba, axasiaTebis siCqaris cvl il ebis siswrafes droSi da es xarixobrivi maxasiaTebel i yvel a obieqtisaTvis erTnairia, magram sxvadasxva sxeul isaTvis misi sidide sxvadasxvaa (sxvadasxvaa TviTmfrinavisa da matarebl is aCqareba). termini "sidide" gamoiyeneba maxasiaTebad da Tvissebad, maSin rodesac Sesazl ebel ia misi raodenobis gansazRvra - gazonva. iseTi maxasiaTebel ebi, rogoricaa feri, suni, gemojerjerobiT ar emorCil eba gazonvas, amitom maT sidideebis ver vuwodebT, isini warmoadgenen mxol od Tvissebis. rekomendebul i araa iseTi terminebis xmareba rogoricaa siCqaris sidide, wnevis sidide, da sxva. sityva "sidide" am SemTxvevebSi uadgil oa. termin "fizikuri sididis" nacvl ad SeiZl eba visargebl oT termin "sididiT" mxol od, maSin rodesac konteqstidan Cans, rom l aparakia fizikur da ara maTematikur sidideze. fizikuri sididis erTeul i es aris fizikuri sidide, romlis zomac dafiqsirebul ia da miRebul ia raodenobrivi sididis safuZvl ad mocemul i konkretul i fizikuri sididisaTvis.

fizikuri sididis mniSvnel oba esaa mocemul obieqtSi erTeul i sididis ricxobrivi gamoxatul eba. magal iTad: sagnis sigrZea 2 m, 2 m - aris fizikuri sididis mniSvnel oba, 2 - aris fizikuri sididis ricxviTi mniSvnel oba, m - fizikuri sididis erTeul i. zogjer fizikuri sididis gansazRvrisaTvis gamoiyeneba termini "ewodeba". magal iTad: gamtaris el eqtrotevadoba ewodeba sidides, romelic tolia gamtarisaTvis gadacemul i muxtis fardobisa mis potencial Tan. vinaidan fizikuri sididis ganmarteba srulad unda xsnides fizikuri sidides arss, umj obesia es ganmarteba ase Camoyal ibdes: el eqtrotevadoba aris fizikuri sidide, romelic axasiaTebis gamtaris el eqtrul Tvisebas da is izomeba gamtarisaTvis gadacemul i muxtis fardobiT mis potencial Tan.

fizikis kanonebi kavSirs amyareben fizikur sidideebis Soris da amitom aucil ebelia maTi gazomvis codna. fizikuri sididis (mag. siCqaris) gazomvaniSnavs mis Sedarebas amave saxis (siCqare) sididesTan, romelic aRebulia erTeulad.

studentebTan fizikur sidideebze saubris ZiriTadi el ementebi unda iyos:

- a) sididis dasaxel eba,
- b) ramovl ena an sxel i AaRiwereba,
- g) sididis pirobiTi aRniSvna,
- d) ZiriTadi ganmsazRvrel i gantol eba,
- e) ganmsazRvrel i gantol ebis fizikuri arsi (mag. siCqaris mniSvnel oba ricxobrivad tolia sxel is mier drois erTeul Si gavli il i manZilis),
- v) sididis erTeul is dasaxel eba,
- z) sididis erTeul is pirobiTi aRniSvna,
- T) xel sawyo, romlis meSveobiTac pirdapir izomeba mocemul i sidide,

i) teqnikaSi an bunebaSi xSirad gavr cel ebul i sidideebis ricxviTi mniSvnel obebi.

teqnikuri dargis special istebistvis praqtikul i gamoyenebis Tval sazrisiT Zal ian sasargebl oa, e.w. ganzomil ebebis meTodis codna, romel ic saSual ebas izl eva Sefasebul iqnas esa Tu is sidide, maSin rodesc misi sididis zusti gaangariSeba da gazomva Znel ia an SeuZl ebel i. es meTodi Tavisi mimzidvel obisa da efeqturobis gamo xel s uwyobs fizikis gaRrmavebul Seswavl as, students unergavs sakuTar Zal ebSi rwmenas, saSual ebas aZl evs swrafad Seafasos pasuxi, Seamowmos TviTon pasuxi, aRadginos daviwyebul i formul a gamocdaze.

ganzomil ebebis meTodis gamoyenebi saTvis saWi roa miviRoT ori intuciurad cxadi mtkiceba.

1. nebsmieri fizikuri sididis ganzomil eba SeiZl eba iyos mxol od ZiriTad sidideebad aRebul i sidideebis ganzomil ebebis xarisxebis namravl i.

2. raRac fizikuri movl enis amsaxveli gantol ebis orive mxaris ganzomil ebebi erTnairi unda iyos.

ganvixil oT magal iTebi: 1) vTqvaT xel Si gvikavia rezinis grZel i da wvri l i zonari. misi erTi bol o mivabaT xeze, xol o meore davikavoT xel Si da gavaqanavoT. vnaxavT, rom zonarSi aRiZvrebamorbenal i tal Rebi. ganzomil ebebis meTodis gamoyenebiT gamoviyvanoT formul a, romel ic saSual ebas mogvcems viangariSoT aRZruli tal Ris siCqare. cxadia, siCqare damokidebul i iqneba zonris daWimvis  $F$  Zal aze, mis  $l$  sigrZeze da zonris  $m$  masaze e.i. sul gvaqvs oTxi sidide, romel Ta Soris kavSiriC gvainteresebs. amowweroT am sidideebis

ganzomil ebebi **SGSE** sistemaSi:  $v \sim \frac{ba}{qa}$ ,

$F \sim \frac{b \cdot \omega^2}{\omega^2}, \quad \omega \sim b, \quad m \sim \omega$ . ვისჯე ოტ ასე:  $v F^\alpha l^\beta m^\gamma$

( $\alpha, \beta, \gamma$  - რა რაც რიცხვებია) სიდიდეს განვითარებთ ება არ  
 ეგნება მაშინ, როდესაც ფორმულას შემავალი  
 ტიტოული ზირითადი სიდიდის ხარისხის მანკენებელი 0-  
 ის ტოლი იქნება. გვაქვს:

$$b \omega^{1+\alpha+\beta} \cdot \omega^{\alpha+\gamma} \cdot \omega^{-1-2\alpha}$$

ამოვსნათ განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{cases} 1 + \alpha + \beta = 0 \\ \alpha + \gamma = 0 \\ -2\alpha - 1 = 0 \end{cases}$$

მივიღებთ:  $\alpha = -\frac{1}{2}, \quad \beta = -\frac{1}{2}, \quad \gamma = \frac{1}{2}$ . ის ფაქტი,  
 რომ მოყვანილ განტოლებათა სისტემას აქვს ერთადერთი  
 ამონახსნი გვაძლევს იმის გარანტიას, რომ  
 განვითარებთ ებო კომბინაცია:

$$v \cdot m^{\frac{1}{2}} \cdot F^{-\frac{1}{2}} \cdot l^{\frac{1}{2}}$$

ასევე ერთადერთია. ცენტრის საინტერესო კომბინაცია  
 გამოსახება ფორმულით:

$$v \cdot m^{\frac{1}{2}} \cdot F^{-\frac{1}{2}} \cdot l^{\frac{1}{2}} = A$$

სადაც  $A$  განვითარებთ ებო სიდიდეა. საბოლოოდ გვაქვს:

$$v = A \sqrt{\frac{Fl}{m}}$$

ამ უკანასკნელი ტოლობის ორივე მხარის  
 განვითარებთ ებები ცხადია ერთმანეთის ტოლია.  
 არაერთგზის ცატარებულ მა ცდებმა დადასტურეს  
 მიღებულ ფორმულის სარტილიანობა.

2) უარმოდგინეთ, რომ გვინდა როგორც  
 სევაფასოტ უნევა დედამიწის ცენტრის. როგორ  
 მივუდგეთ ამ ამოცანას? ცხადია, პირდაპირი გზით  
 შეუძლია ებელია. ვისჯე ოტ ასე, თუ ცენტრის გვინდა რა რაც  
 $P$  უონის სხელი სუნევის პოვნა დედამიწის საშუალო

es wona gavyoT am sxeul is FfuZis  $S$  farTze. vTqvaT, Cven viciT dedamiwis  $M_{\oplus}$  masa da misi  $R_{\oplus}$  radiusi (es sidideebi moyvanilia cnobarebSi). CvenTvis cnobilia simZimis Zal is aCqareba dedamiwis zedapirze  $g$ . zemoTqmul idan gamomdinare, "mTlianad dedamiwisatvis" Zal is ganzomil ebis mqone "maxasiaTebeli" sidide iqneba  $M_{\oplus}g$ . dedamiwis "maxasiaTebeli" sidide, romel sac farTobis ganzomileba eqneba, cxadia iqneba misi radiusis kvadrati -  $R_{\oplus}^2$ . axla SevniSnoT, rom TviTon sidide  $g$  gani sazRvreba dedamiwis masiT da radiusiT. marTlac Tu dedamiwis zedapirze devs  $m$  masis qva, maSin misi wona gamoiTveba formul iT:

$$mg = \gamma \frac{mM_{\oplus}}{R_{\oplus}^2},$$

sadac  $\gamma$  gravitaciuli mudmivaa.

axla cxadia, rom dedamiwis "maxasiaTebeli" wneva toli iqneba;

bol o formul aSi Cven vixmareT brWyal ebi, vinaidan es ukanaskneli aris raRac "maxasiaTebeli" sidide, romelic, cxadia ar SeiZleba CavTval oT zustad dedamiwis wnevad mis centrSi. miuxedavad amisa, SeiZleba vifiqroT, rom didad ar gansxvavdeba wnevisagan dedamiwis centrSi, vinaidan swored wneva mis centrSi unda iyos "dedamiwis maxasiaTebeli mTlianad". wina magal iTis analogiurad ZiriTadi sidideebi, romlebic unda amowveroT Semdegia:  $P(8 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-2})$ , dedamiwis masa  $M_{\oplus}$  (g), dedamiwis radiusi  $R_{\oplus}$  (sm) da gravitaciuli

mudmiva  $\gamma$  ( $\text{sm}^2 \text{g}^{-1} \text{wm}^{-2}$ ). Cvens SemTxvevaSi ZiriTadi erTeul ebia: sigrZe, masa da dro. advil i dasadgenia, rom erTaderTi uganzomil ebo kombinaciaa  $\gamma \cdot M_{\oplus}^2 \cdot R_{\oplus}^{-4} \cdot P^{-1}$ . Cvens mier zemoT "gamoyvani i formul a"

miiReba maSin, rodesac CavTvl iT, rom uganzomil ebo kombinacia didad ar gansxvavdeba erTisagan. CavsvaT ricxviTi monacemebi:  $M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{27}$  g,  $R_{\oplus} = 6.4 \cdot 10^8$  sm,  $\gamma = 6.7 \cdot 10^{-9}$   $\text{sm}^3 \text{g}^{-1} \text{wm}^{-2}$ , maSin  $\text{din}/\text{sm}^2 \approx 14$  mbar. geofizikosebis mier Catarebul i rTul i gaTvl ebiT miRebul ia, rom dedamiwis centrSi wneva tolia 4 mbar-is. ar gikvirT, rom Cvens mier Catarebul i uxeSi gaTvl ebi mxol od 4-jer gansxvavdeba geofizikosebis gaTvl ebisagan. fizikosebi am SemTxvevaSi amboben, rom Cven miviReT erTnairi rigis sidi deebi (gavixsenoT, rom sidi deebS Soris gansxvaveba aWarbebs erT rigs Tu Sefardeba 10-ze metia). gaTvl is procesSi Cven ar migviri a mxedvel obaSi, rom dedamiwis Semadgel oba erTgvarovani ar aris, garda amisa, simZimis Zal is aCqarebis mniSvnel obad Cven aviReT misi sidi de dedamiwis zedapirze da bol os xel s araferi ar gviSi ida "maxasiaTebel " farTobad agveRo magal iTad ara  $R_{\oplus}^2$  Daramed "didi" kveTis farTobi. miuxedavad am yvel afrisa Cven miviReT damakmayofil ebel i sizustis sidi de.

3. al baT saintereso a imis gageba, rom ganzomil ebebis meTodis gamoyeneba Sesazl ebel ia ara mar to usul o sagnebis, aramed "cocxali bunebis" mimarTac. sanam Sesabamisi magal iTis ganxil vas daviwyebdeT SevnisnoT, rom fizikaSi

arrebobs e.w. msgavsebis principi, romelic sxvadasxva fizikuri movlenis modelirebis saSual ebas izl eva. or movlenas fizikurad msgavsi ewodeba, Tu maTi aRmweri uganzomil ebo sidideebis kombinacia erTnairia. erTi movlenis aRweridan misi msgavsi movlenis aRweraze gadasvla yovel Tvis Sesazl ebel ia mastabebis gadaangariSebit.

axla ganvixil ot magal iti. biol ogebi amtkiceben, rom msieri mgl ebis vel ur cxenebze nadirobis AaTi cdidan mxlod erTia warmatebuli. eivel uri cxenebis rema danakargsganicdis mxlod Tavdasxmis 10 SemTxvevaSi, miuxedavad imisa, rom remaSi arian axal gazrda cxenebic, e.i. gamodis, rom isinic iseve swrafad darbian, rogorc sxvebi?

ganvixil ot xandazmul i cxenebi da kvicebi. davuSvaT, rom miuxedavad asakSi sxvaobisa maTi tanis simkvrive erTnairia. garda amisa, vTqvaT, maTi tanis ganivkveTis eTeul farTze mosuli kunTebis Zal a erTnairia. aRvniSnot  $M$ ,  $L$ ,  $T$  xandazmul i cxenis masa, maxasiaTebeli zoma da maxasiaTebeli siCqare, xolo  $m$ ,  $l$ ,  $t$  kvicis Sesabamisi maxasiaTebel ebi. maSin simkvrive da Zal a ganzomil ebebis Sesabamisad SeiZl eba ase Caiweros:

xandazmul i cxenisaTvis  $\left(\frac{M}{T^2}\right)$  da  $\left(\frac{ML}{T^2}\right)$  da

analogiurad FkvicisaTvis  $\left(\frac{m}{T^2}\right)$  da  $\left(\frac{ml}{T^2}\right)$ . kvici da xandazmul i cxeni sakmaod maRali sizustiT SeiZl eba CaiTvalos geometriulad msgavs obieqtebad da Sesabamisad gvaqvs Semdegi cxadi tol obebi:

$$\frac{\left(\frac{M}{L^3}\right)}{\left(\frac{m}{l^3}\right)} \sim 1 \quad \text{da} \quad \frac{\left(\frac{ML}{T^2}\right)}{\left(\frac{ml}{t^2}\right)} \sim 1$$

aqedan miiReba:  $\left(\frac{L}{T}\right) \sim \left(\frac{l}{t}\right)$ , e.i. xandazmul i cxenisa da kvicis siCqareebi erTnairia. es xsnis im faqts, rom remaSi, romel ic gaurbis mSieri mgl ebis xrovas xandazmul i cxenebisa da kvicebis siCqareebi erTnairia. marTal ia kvicis nabij ebi ufro mokl ea vidre cxenis ( $l < L$ ) magram amave proporciit nabij ebis sixSire metia ( $t < T$ ).

Tu davuSvebT, rom remis siCqare araa nakl ebi mSieri mgl ebis xrovis sixSireze davaskniT, rom mgl ebi mSieri darCebian, magram gavixsenoT, rom Cvens mier aRweril i meTodi sididis rigiT miaxl oebiTia. Cvens magal iTSi maqsimal uri gadaxra an erT an meore mxares gamowveul ia cxovel ebis kunTis Zal iT. SeiZl eba ise moxdes, rom susti kvici (an Tundac xnieri cxeni) CamorCes remas, xol o mgl ebs Soris yvel aze Zl ieri gaiWras win da amdenad gamodis, rom mgl ebi mSieri ar darCebian.

mkiTxvel i unda gavafrTxil oT, rom aseTi msjel obiT metismetad gataceba, roca saqme exeba coxal bunebas, araa saWiro. ufro zustad rom vTqvaT yuradReba unda mivaqci oT im winadadebebis Sestrul ebas, romel Ta Sesaxebac zemoT vTqviT, roca gamovi yvaneT Tanafardoba:

es gavrTxil ebaLgasagebi gaxdeba Semdeg magal iTze. vTqvaT zrdasrul i adamiani sirbil Si Seejibra

patara biWs. cxadia am SemTxvevaSi  $\left(\frac{L}{T}\right) \sim \left(\frac{l}{t}\right)$   
Tanafardobas adgil i ara aqvs - udavod didi

gauswrebs pataras. aq upirvel es yovl isa irRveva is ZiriTadi piroba, roml is Sesrul ebasac zemoT viTxovdiT – kerZod geometriuli msgavsobis piroba. zrdsarul i adamianisa da bavSvis sxელ is proporciebi erTnairi araa, garda amisa maTi kunTebis Zal is tol oba aSkarad saelWvoa.

amrigad, moyvanil i magal iTebi naTI ad gviCveneben Tu ramdenad saintereso da praqtikul ad gamosayenebadi mecnierebaa fizika, rogorc usul o sagnebis, ise cocxal i bunebis mimarT. Cvenis azriT, aseTi magal iTebis ganxil va mniSvnel ovnad Seuwyobs xel s studentebis dainteresebas fizikis Seswavl iT.

### s a r C e v i

1. fizikis swavl ebis adgil i Tanamedrove mecnierebasa da teqnikaSi -----	3
2. swavl ebis meTodika, rogorc pedagogiuri mecniereba -----	5
3. fizikis swavl ebis miznebi da amocanebi -----	8
4. fizikis swavl ebis didaqtikis fsiqol ogiisa da swavl ebis meTodikis zogierTi sakiTxebi -----	11
5. fizikis swavl ebis meTodebi -----	15
6. fizikaSi sawavl o procesis organizaciis formebi -----	18
7. fizikuri sidiდის cnebis formireba -----	25

## იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 26.03.2009. ხელმოწერილია დასაბეჭდად  
15.04.2009. ქალაქის ზომა 60X84 1/16. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 2.  
ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი,  
კოსტავას 77



Verba volant,  
scripta manent