

LR skolēnu 60. fizikas olimpiādes III posms

Uzdevumi un atrisinājumi

*Demonstrāciju videoieraksti ir pieejami tiešsaitē internetā
caur LU FMF Fizikas nodaļas mācību portālu*

**Eksperimentālā kārta
2010. gada 8. aprīlī**

9. klase

Tev tiek piedāvāti 2 uzdevumi: eksperiments un demonstrējums skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks - 150 minūtes.

1. uzdevums (eksperiments)

PALĪDZI ARHIMĒDAM ATKLĀT TREŠO ŅŪTONA LIKUMU!

Trešais Ņūtona likums vēsta, ka dabā eksistē tikai mijiedarbība (ja viens ķermenis iedarbojas uz otru ar spēku, tad arī otrais darbojas uz pirmo ar tikpat lielu spēku, kas vērsts pretējā virzienā).

Tas Arhimēdam ļautu saprast, ka ne tikai uz šķidrumā iegremdēto ķermeni darbojas viņa vārdā nosauktais spēks ...

Nosaki masu nezināmam šķidrumam, kas atrodas glāzē!

Darba piederumi:

- Glāze ar nezināmu šķidrumu
- Tukša pudelīte
- Svari
- 200 gramu atsvars
- Pildspalva

Darba uzdevumi:

- Izdomā uzdevumam atbilstošu mērīšanas paņēmieni un apraksti to!
- Veic mērījumus!
- No iegūtajiem mērskaitļiem aprēķini nezināmā šķidruma masu!

Glāzi vari uzskatīt par cilindrisku, tās masa ir 20 g. Glāzei pielīmēta tilpuma skala relatīvās vienībās. Šķidrumam visu laiku jāatrodas glāzē, to nedrīkst izliet citur.

Svari jālieto tā, kā paredzējis ražotājs (tos nedrīkst pārtaisīt, piemēram, mainot sviras plecu garumu).

1. uzdevuma risinājums

Atsvars ir smagāks par glāzi ar šķidrumu. Bet mēs varam uzzināt, cik daudz šķidruma vajadzētu, lai svarus līdzsvarotu. Šajā nolūkā var mērt šķidrumā kaut vai pirkstu arvien dziļāk, līdz svāri ir līdzsvarā. Ja negribas slapināt pirkstus, var mērt tukšo glāzīti, stumjot to ar pildspalvu dziļāk šķidrumā. Kad svāri ir līdzsvarā, jānolasa šķidruma tilpums relatīvās vienībās, kurš būtu līdzsvarojis svarus. Īstenībā ir pilnīgi vienāda, vai mēs pielejam nepieciešamo šķidruma daudzumu, vai kaut ko peldinām tajā, vai iemērcam, lai uzzinātu nepieciešamo šķidruma daudzumu. Jo Arhimēda spēka modulis ir vienāds ar šķidruma svaru ķermeņa iegremdētās daļas tilpumā. Bet pēc 3. Ņūtona likuma Arhimēda spēka modulis ir vienāds ar spēku, ar kādu iegremdētais ķermenis iedarbojas uz šķidrumu un trauku (palielinot tā svaru).

Atņemot no atsvara masas glāzes masu, rezultātu reizinot ar šķidruma tilpumu un dalot ar svaru līdzsvarošanai nepieciešamo šķidruma tilpumu, iegūsim šķidruma masu

Šķidruma masa ir 100 – 130 gramu

2. uzdevums (demonstrācijas skaidrojums)

LECĪGĀS LODĪTES

Vēro eksperimentu, pieraksti un izskaidro redzēto! Atbildi arī uz jautājumiem!

Ja gultņa lodīti palaižam vaļā augstumā h virs bieza organiskā stikla, tā lieliski lēkā. Tomēr lodīte savos „izlēcienu” nepārsniedz augstumu h . Bet pavēro, kā uzvedas divas lodītes, ja tās krīt no augstuma h viena virs otras ļoti tuvu, tomēr ne kopā. No rokām tā palaist vaļā 2 lodītes reti izdodas, parasti krītot tās nedaudz novirzās sānis katra uz savu pusi. Tādēļ šo uzdevumu uzticēsime elektromagnētam, kurš ļaus atrauties no sevis augstumā h vispirms apakšējai lodītei, bet pēc īsa mirkļa arī augšējai.

Kāpēc, laižot lodītes vaļā pa vienai, tās neuzlec augstāk par h ?

Kādai jābūt lodīšu masu attiecībai, lai augšējā lodīte uzlēktu visaugstāk?

Kāds salīdzinājumā ar h ir šis maksimāli iespējamais augstums?

Kāpēc šāda efekta sasniegšanai lodītēm uz organisko stiklu jākrīt nelielā attālumā vienai no otras, nevis saskaroties kopā?

Situācijas novērtējumā visas sadursmes vari uzskatīt par absolūti elastīgām (tādām, kurās nesamazinās kopējā kinētiskā jeb kustības enerģija). Šī enerģija ir vienāda ar $mv^2/2$, kur m ir lodītes masa, v ir lodītes ātrums.

Lodīšu izmērus un attālumu starp tām kritienā vari uzskatīt par niecīgiem salīdzinājumā ar augstumu h un neņemt vērā. Lodītes potenciālā jeb stāvokļa enerģija (kas tai piemīt sakarā ar atrašanos augstumā h) ir vienāda ar mgh , kur m ir lodītes masa, g ir brīvās krišanas paātrinājums (konstante mūsu atrašanās vietā uz Zemes).

2. uzdevuma skaidrojums

Krītot vienai virs otras, augšējā lodīte saduras tikai ar apakšējo. Ja augšējās lodītes masa ir mazāka, šādā sadursmē tā iegūst lielāku ātrumu, nekā atlecot no nekustīgas plāksnes.

Augšējā lodīte visaugstāk uzlec tad, ja apakšējās lodītes masa ir nesalīdzināmi lielāka. Tad apakšējā lodīte šādu sadursmi praktiski nemaz „neizjūt” (tās kustība nemainās).

Augšējā lodīte turpretī atlec kā no masīvas platformas, saglabājoties nemainīgam savstarpējā kustības ātruma modulim $2v$. Tikai tagad augšējās lodītes ātrums ir vērsts uz augšu. Tā kā apakšējās lodītes ātruma modulis arvien ir v , tad attiecībā pret organiskā stikla plāksni augšējās lodītes ātruma modulis ir $3v$.

Tā kā pacelšanās augstums ir proporcionāls potenciālajai enerģijai, kurā pacelšanās procesā pārvēršas kinētiskā enerģija, kas ir proporcionāla sākuma ātruma kvadrātam, tad maksimāli iespējamais pacelšanās augstums ir $9h$.

Gultņa lodītes ir daudz cietākas par organisko stiklu, to savstarpējās sadursmes laiks īsāks nekā sadursmei starp lodīti un organiskā stikla plāksni. Tāpēc, krītot lodītēm kopā, organiskais stikls uz tām iedarbotos kā uz vienu veselu, jo apakšējā lodīte pamazām būtu izmainījusi arī augšējās lodītes ātrumu un tās viena no otras vairs neatlektu.

10. klase

Tev tiek piedāvāti 2 uzdevumi: eksperiments un demonstrējums skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks - 150 minūtes.

1. uzdevums (eksperiments)

CIK MASĪVS IR ŠĶIDRUMS?

Nosaki masu nezināmam šķidrumam, kas atrodas glāzē!

Darba piederumi:

- Glāze ar nezināmu šķidrumu
- Tukša glāzīte
- Svari
- 200 gramu atsvars
- Pildspalva

Darba uzdevumi:

- Izdomā uzdevumam atbilstošu mērīšanas paņēmieni un apraksti to!
- Veic mērījumus!
- No iegūtajiem mērskaitļiem aprēķini nezināmā šķidruma masu!

Glāzi vari uzskatīt par cilindrisku, tās masa ir 22 g. Glāzei pielīmēta tilpuma skala relatīvās vienībās. Šķidrumam visu laiku jāatrodas glāzē, to nedrīkst izliet citur.

Svari jālieto tā, kā paredzējis ražotājs (tos nedrīkst pārtaisīt, piemēram, mainot sviras plecu garumu).

1. uzdevuma risinājums

Atsvars ir smagāks par glāzi ar šķidrumu. Bet mēs varam uzzināt, cik daudz šķidruma vajadzētu, lai svarus līdzsvarotu. Šajā nolūkā var mērt šķidrumā kaut vai pirkstu arvien dziļāk, līdz svāri ir līdzsvarā. Ja negribas slapināt pirkstus, var mērt tukšo glāzīti, stumjot to ar pildspalvu dziļāk šķidrumā. Kad svāri ir līdzsvarā, jānolasa šķidruma tilpums relatīvās vienībās, kurš būtu līdzsvarojošs svarus. Īstenībā ir pilnīgi vienāda, vai mēs pieļējam nepieciešamo šķidruma daudzumu, vai kaut ko peldinām tajā, vai iemērcam, lai uzzinātu nepieciešamo šķidruma daudzumu. Jo Arhimēda spēka modulis ir vienāds ar šķidruma svaru ķermeņa iegremdētās daļas tilpumā. Bet pēc 3. Ņūtona likuma Arhimēda spēka modulis ir vienāds ar spēku, ar kādu iegremdētais ķermenis iedarbojas uz šķidrumu un trauku (palielinot tā svaru).

Atņemot no atsvara masas glāzes masu, rezultātu reizinot ar šķidruma tilpumu un dalot ar svaru līdzsvarošanai nepieciešamo šķidruma tilpumu, iegūsim šķidruma masu.

Šķidruma masa ir 100 – 130 grami.

2. uzdevums (demonstrācijas skaidrojums)

LECĪGĀS LODĪTES+

Vēro eksperimentu, pieraksti un izskaidro redzēto! Atbildi arī uz jautājumiem!

Ja gultņa lodīti palaižam vaļā augstumā h virs bieza organiskā stikla, tā lieliski lēkā. Tomēr lodīte savos „izlēcienos” nepārsniedz augstumu h . Bet pavēro, kā uzvedas divas lodītes, ja tās krīt no augstuma h viena virs otras ļoti tuvu, tomēr ne kopā. No rokām tā palaist vaļā 2 lodītes reti izdodas, parasti krītot tās nedaudz novirzās sānis katra uz savu pusi. Tādēļ šo uzdevumu uzticēsim elektromagnētam, kurš ļaus atrauties no sevis augstumā h vispirms apakšējai lodītei, bet pēc īsa mirkļa arī augšējai.

Kādaī jābūt lodīšu masu attiecībai, lai augšējā lodīte uzlēktu visaugstāk?

Kāds salīdzinājumā ar h ir šis maksimāli iespējamais augstums?

Kādu maksimālo augstumu varētu sasniegt augšējā no trim lodītēm līdzīgā eksperimentā?

Kāpēc šāda efekta sasniegšanai lodītēm uz organisko stiklu jākrīt nelielā attālumā vienai no otras, nevis saskaroties kopā?

Situācijas novērtējumā visas sadursmes vari uzskatīt par absolūti elastīgām, lodīšu izmērus un attālumus starp tām kritienā par niecīgiem salīdzinājumā ar augstumu h un neņemt vērā.

2. uzdevuma skaidrojums

Krītot vienai virs otras, augšējā lodīte saduras tikai ar apakšējo. Ja augšējās lodītes masa ir mazāka, šādā sadursmē tā iegūst lielāku ātrumu, nekā atlecot no nekustīgas plāksnes.

Augšējā lodīte visaugstāk uzlec tad, ja apakšējās lodītes masa ir nesalīdzināmi lielāka. Tad apakšējā lodīte šādu sadursmi praktiski nemaz „neizjūt” (tās kustība nemainās).

Augšējā lodīte turpretī atlec kā no masīvas platformas, saglabājoties nemainīgam savstarpējā kustības ātruma modulim $2v$. Tikai tagad augšējās lodītes ātrums ir vērsts uz augšu. Tā kā apakšējās lodītes ātruma modulis arvien ir v , tad attiecībā pret organiskā stikla plāksni augšējās lodītes ātruma modulis ir $3v$.

Tā kā pacelšanās augstums ir proporcionāls potenciālajai enerģijai, kurā pacelšanās procesā pārvēršas kinētiskā enerģija, kas ir proporcionāla sākuma ātruma kvadrātam, tad maksimāli iespējamais pacelšanās augstums ir $9h$.

Ja virs šīs lodītes kristu vēl trešā lodīte ar vēl daudz mazāku masu, tad pēc sadursmes tās ātruma modulis kustībā attiecībā pret vidējo lodīti būtu $4v$, bet attiecībā pret organiskā stikla plāksni $7v$. Šīs lodītes maksimālais iespējamais pacelšanās augstums būtu $49h$.

Gultņu lodītes ir daudz cietākas par organisko stiklu, to savstarpējās sadursmes laiks īsāks nekā sadursmei starp lodīti un organiskā stikla plāksni. Tāpēc, krītot lodītēm kopā, organiskais stikls uz tām iedarbotos kā uz vienu veselu, jo apakšējā lodīte pamazām būtu izmainījusi arī augšējās lodītes ātrumu un tās viena no otras vairs neatlektu.

11. klase

Tev tiek piedāvāti 2 uzdevumi: eksperiments un demonstrējums skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks - 150 minūtes.

1. uzdevums (eksperiments)

KAM SPRAIGĀKA VIRSMA?

Nosaki, kam virsmas spraiguma koeficients ir lielāks un cik reizes — ūdenim vai ziepju šķīdumam!

Darba piederumi:

- Kauss ar ūdeni
- Kauss ar ziepju šķīdumu
- Dažāda garuma stieples gabali
- Pildspalva
- Papīrs ar vienāda izmēra mazām rutiņām

Darba uzdevumi:

- Izvēlies uzdevumam piemērotāko iekārtas veidu, kas dos drošākos un precīzākos rezultātus!
- Izgatavo eksperimentālo iekārtu un apraksti to!
- Veic mērījumus ar izveidoto iekārtu!
- Ja nepieciešama, pielāgo iekārtu katra konkrēta mērījuma precīzākai veikšanai!
- No iegūtajiem mērskaitļiem nosaki, kam virsmas spraiguma koeficients ir lielāks!
- Aprēķini šo virsmas spraiguma koeficientu attiecību!

1. uzdevuma risinājums

Piemērotākā metode ir izvēlēta platuma šķidrums plēves pacelšana nedaudz virs šķidrums virsmas un šai pacelšanai nepieciešamā spēka salīdzināšana. Lai paceltu plēvi, jāizgatavo stieples rāmīši (2). Tie var būt bez apakšējās malas, tās vietā ir šķidrums līmenis. Metode ir līdzīga atraušanas metodei. Tomēr atraujot, gandrīz nav iespējams atraut visu posmu vienlaicīgi. Bez tam, vienmēr jāreģistrē rādījums, kurš jau pazudis.

Spēka mērīšanai relatīvās vienībās jāizgatavo dinamometrs. To var paveikt, tinot garāko stieples gabalu ap pildspalvu. Stieples galu ir ērti iespiest zem pildspalvas uzgalīša. No sīko rutiņu papīra var noplēst strēmeli, sarullēt stienītī un ievietot izveidotās atspere vidū.

Grūtākā šajā darbā ir iekārtas izgatavošana.

Ziepju ūdenī var lietot platus rāmīšus, lai uzlabotu precizitāti. Bet ūdeni stabilāk var pacelt ar šaurākiem.

Pildspalvu var lietot arī pilināšanai un izvēlēties pilienu metodi. Tomēr pilieni tik un tā ir jāsver. Tas šķiet daudz darbietilpīgāk un neērtāk.

Ūdenim virsmas spraiguma koeficients ir 2,0 – 2,8 reizes lielāks.

2. uzdevums (demonstrācijas skaidrojums)

SPĪTĪGAIS ŪDENS

Vēro demonstrējumu, pieraksti un izskaidro redzēto! Atbildi arī uz jautājumiem, katru atbildi pamato!

Apaļā kolbā uzvārām ūdeni un vārām to vēl pietiekami ilgi. Tad noņemam kolbu no sildītāja, ātri to aizkorķējam un apgāžam augšpēdus. Uzlejam kolbai no krūzes aukstu krāna ūdeni un vērojam ūdeni kolbā. Pēc brīža varam uzliet aukstu ūdeni atkārtoti.

Kāpēc eksperimenta sākumā nepietiek ūdeni tikai uzvārīt, kāpēc tas jāpavāra pietiekami ilgi?

Kāpēc jāsteidzas ar kolbas aizkorķēšanu, tiklīdz to pārstājam sildīt?

Kāpēc ūdens kolbā tik spītīgi reaģē tieši uz aukstu ūdeni? Kā tas uzvestos, ja kolbai uzlietu vārošu ūdeni?

Kāpēc eksperimentam izraudzīta pilnīgi apaļa kolba?

2. uzdevuma skaidrojums

Eksperimenta sākumā ūdens jāpavāra tik ilgi, lai atbrīvotos no kolbā esošā un arī ūdenī izšķīdušā gaisa. Gaisa traucētu demonstrētos procesus kolbā, jo tā sastāvā esošajām gāzēm kondensācijas temperatūra ir daudz zemāka, nekā ūdens tvaikam.

Kad tvaiks aizvietojis praktiski visu gaisu kolbā, varam pārtraukt sildīšanu. Šajā brīdī kolba ātri jāaizkorķē, lai tā atkal neiesūktu gaisu, jo dziestot piesātināta ūdens tvaika spiediens samazinās, tas kondensējas.

Slēgtā kolbā tvaiks ir dinamiskā līdzsvarā ar ūdeni. Spiedienam samazinoties, pazeminās arī fāzu pārejas temperatūra. Ūdens, neskatoties uz atdzišanu, vēl arvien atrodas uz vārīšanās sliekšņa. Var pat pamanīt sīku burbulīšu veidošanos.

Uzlejot kolbai aukstu ūdeni, līdzsvars tajā izjūk. Tvaiks atdziest ātrāk nekā ūdens un strauji pazemina spiedienu. Ūdens, neskatoties uz nepārtraukto atdzišanu, izrādās pārkarsētā stāvoklī. Tas sāk vārīties gandrīz sprādzienveidīgi, veidojot strūklaku. Katreiz, kad procesi pamazām norimst un kolbas saturs atkal tuvojas līdzsvaram, ar jaunu auksta ūdens šalti atkal var izsaukt ūdens „spītības uzliesmojumu”, kamēr vien kolbas satura temperatūra nav pietuvojusies dzesējošā ūdens temperatūrai.

Daudz iztvaikošanas centru atrodas uz korķa virsmas. Tāpēc bieži liekas, ka kolbā gar korķi iekļūst gaisa. Tomēr tā nav, jo šāda vārīšanās turpinās, pat iegremdējot kolbas kakliņu ar korķiem aukstā ūdenī.

Ja kolbai uzlietu vārošu ūdeni, līdzsvars tajā būtu izjaukts pretējā virzienā. Spiediens pieaugtu, ūdens iztvaikošana samazinātos. Nekas aizraujošs nebūtu vērojams. Ūdeni nevar uzvārīt ūdens peldē, kur nu vēl noslēgtā traukā, ja visas iedarbības visstraujāk „izjūt” tvaiks.

Ja vien mērķis nav demonstrēt vakuumbumbu, kas pildīta ar vārošu ūdeni, šo eksperimentu visdrošāk veikt apaļā kolbā. Ir mazāks risks, ka atmosfēras spiediens to saspiedīs. Stiklam jau tāpat ir bīstamas tādas temperatūru starpības un straujas izmaiņas.

12. klase

Tev tiek piedāvāti 2 uzdevumi: eksperiments un demonstrējums skaidrojums. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks - 150 minūtes.

1. uzdevums (eksperiments)

GARUMA VIENĪBAS PRETESTĪBA

Nosaki, kam garuma vienības (piemēram, 1 metra) pretestība elektriskajai līdzstrāvai ir lielāka un cik reizes – stieplei vai vadītāja celiņam uz stikla tekstolīta spiestās platītes!

Darba piederumi:

- Stieples gabals
- Spiestā platīte ar 4 metrus garu vadītāja celiņu; celiņš sastāv no virknē slēgtiem 10 posmiem, katra posma gali ir savienoti ar kontakta laukumiņiem platītes malā
- Galvaniskais elements un tā turētājs
- Kompass
- Garš vads ar „krokodiliem” galos
- Slēdzis
- Mērlente

Darba uzdevumi:

- Izveido eksperimentālo iekārtu un apraksti to!
- Veic mērījumus ar izveidoto iekārtu!
- No iegūtajiem mērskaitļiem nosaki, kam garuma vienības pretestība ir lielāka!
- Aprēķini šo garuma vienības pretestību attiecību!

Nem vērā, ka magnētiskais lauks telpā nav vienmērīgs (galdam ir dzelzs rāmis), tas var visu laiku mainīties (lauku ietekmē gan citi skolēni ar savām iekārtām, gan strāva tavas iekārtas jebkurā posmā), galvaniskā elementa iekšējā pretestība darba gaitā arī mainās, arī vadiem ir sava pretestība. Tikai izvēloties piemērotāko elektriskās shēmas slēgumu un izveidojot tādu eksperimenta iekārtu, kuru neietekmē minētie traucēkļi, varēsi iegūt augstāko vērtējumu!

1. uzdevuma risinājums

Ap kompasu aptinot vadu, to var izmantot kā tangensgalvanometru. Lai šo izmantošanu nepavadītu minētās likstas, to labāk lietot kā nulles indikatoru, tāpēc pētāmie vadītāji jāsaslēdz tilta shēmā: spiestā platīte jāsaslēdz virknē ar daļu stieples. Pārējā stieples daļa jāpieslēdz paralēli šai virknei. Tā kalpos kā reohords. Šādu paralēlo slēgumu varēs pievienot galvaniskajam elementam. Aptīto kompasu jāieslēdz starp platītes un stieples savienojuma punktu un kādu reohorda vietu, kuru mainot, jāpanāk galvanometra nulles rādījums. Slēdzi vislabāk izmantot galvanometra pieslēgšanai. Tad, panākot kompasu nekustēšanos slēdzi ieslēdzot vai izslēdzot, var visprecīzāk atrast kontakta vietu uz reohorda. Tad atliek tikai ar mērlenti izmērīt reohorda plecu garumus. Mērījumus var vairākkārt atkārtot, mainot punktu uz stieples, kas nodala mērāmo stieples gabalu no reohorda. Platīti pa daļām var arī nemērīt. Nav teikts, ka šīs daļas ir vienādas.

Stieples garuma vienības pretestība ir lielāka 4,5 – 5,1 reizi.

2. uzdevums (demonstrācijas skaidrojums) 12.klasei sakrīt ar 11. klases 2. uzdevumu.