



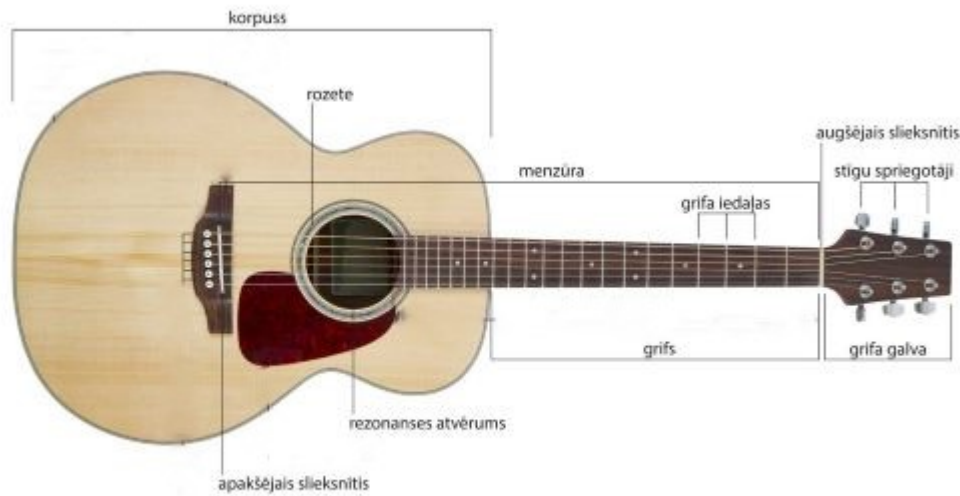
Valsts izglītības satura centrs

Valņu iela 2, Rīga, LV-1050, tālr. 67216500, fakss 67223801, e-pasts: vis@visc.gov.lv. www.visc.gov.lv

Fizikas Valsts 74. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 11. klasei

11-1 Fizika ģitāra

Mia ir saņēmusi savu pirmo ģitāru un ir ieinteresēta par to, kā tā darbojas. Iedomāsimies vienkāršotu ģitāras modeli, kur ģitāras stīga ir ideāla atsperē, nostiprināta abos galos. Pieņemsim arī, ka stīga nenoslīdēs pie sliekšņa.



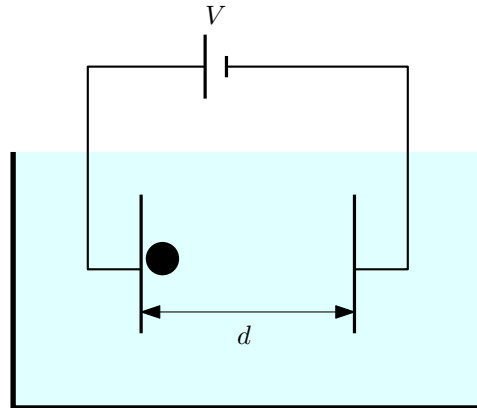
- A. Mia nolēma teorētiski aprēķināt vienas stīgas skaņas augstumu, izmērot tās garumu $l = 0.6$ m un sastiepuma spēku stīgā $T = 80$ N.
- (A.1) (2 punkti) Atrodiet spēka lielumu, kas nepieciešams, lai pavilktu šo stīgas centru par mazo attālumu $a = 1$ mm uz sāniem, ja to pieliek perpendikulāri stīgai stīgas centrā. Risinot uzdevumu var būt nepieciešams izmantot mazo leņķu tuvinājumu: $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$.
- (A.2) (2 punkti) Izmantojot rezultātu no iepriekšēja jautājuma atrodiet šīs stīgas svārstību frekvenci (toņa augstumu), ja stīgas masa $m = 1.41$ g.
- (A.3) (2 punkti) Uzzīmējiet grafiku, kas attēlo attiecību starp stīgas centra pārvietojumu un elastības spēka lielumu stīgā, un aprēķiniet stīgā uzkrāto potenciālo enerģiju, kad stīgas centrs pa nelielu attālumu $a = 1$ mm tiek vilkts uz sāniem.

- B. Tagad Mia vēlas izpētīt, kā viņa var mainīt ģitāras skanējumu un tās raksturlielumus – augstumu, intensitāti un tās izmaiņas laika gaitā – mainot vidi vai to, kā viņa rauj stīgas.
- (B.1) (1 punkts) Vispirms Mia interesējas par to, kur tiek izkliedēta potenciālā enerģija, ko viņa pārnesa uz stīgu un kādas parādības ar šo enerģijas parēju saistītas mēs varam uztvert. Paskaidrojiet, kā šī potenciālā enerģija izkliedējas, minot vismaz 2 fizikālas parādības.
- (B.2) (1 punkts) Mia vēlas nospēlēt to pašu noti kā pirmajā daļā, bet divreiz skaļāk (skaņas enerģija ir divreiz lielāka), cik tālu Miai ir jāvelk stīga, ja visi pārējie nosacījumi ir vienādi?
- (B.3) (2 punkti) Mia plāno doties pārgājienā pa kalniem un teoretizē, kā tur skanētu ģitāra. Paskaidrojiet, kā **auksts** un **mazāk blīvs** gaiss ietekmēs ģitāras skaņu un jo īpaši tās **augstumu** un **skaļumu** salīdzinājumā ar normāliem apstākļiem.

11-2 Strāva kondensatorā!

Šajā uzdevumā tiek apskatīts kondensators, kurā notiek elektrisko lādiņu kustība.

Iedomāsimies plakņu kondensatoru, ar attālumu starp plaknēm d , kurš ir pieslēgts pie konstanta ārēja sprieguma V . Ievietosim šādu kondensatoru (horizontāli) šķidrumā, ar relatīvo dielektrisko caurlaidību ϵ , un viskozās pretestības koeficientu μ . Vienai kondensatora plaknei tiek pielikta bumbiņa no vadītāja (sākuma laika brīdī pastāv kontakts starp kondensatora plakni un bumbiņu, kuras veido ekvipotenciālu virsmu, kas nozīmē, ka spriegums uz abām virsmām ir vienāds ar $\frac{V}{2}$), kuras rādiuss ir r (skat. attēlu).



Ir vērts pieminēt, ka, ja sfēriskais ķermenis kustās šķidrumā, uz to darbojās viskozais pretestības spēks, kuru var atrast pēc Stoksa formulas:

$$F_{\text{pretestības}} = 6\pi r \mu v \quad (9)$$

Kur v ir objekta relatīvais ātrums pret šķidrumu un r ir sfēras rādiuss. Tā kā sfēra ir taisīta no vadītāja, kad tā tiek pielikta kondensatora plāksnei, uz tās parādās sekojošais lādiņš

$$Q_{\text{bumbiņa}} = \frac{\pi^3 \sigma r^2}{3} \quad (10)$$

Kur r ir bumbiņas rādiuss un σ ir elektriska lādiņa blīvums uz kondensatora plaknes.

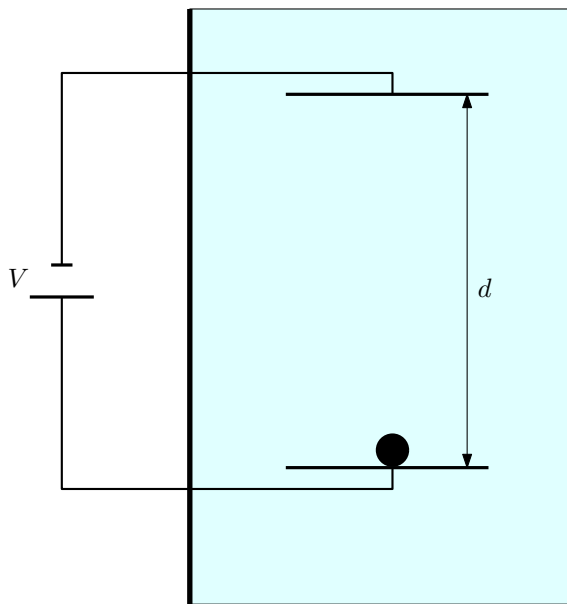
Tā kā kondensatora spriegums ir pietiekami liels, bet bumbiņas lādiņa radītais elektriskais lauks ir stipri mazāks par kondensatora lauku, jūs varat pieņemt, ka visa bumbiņas kustība kondensatorā notiek vienmērīgi ar konstantu **līdzsvara** ātrumu (spēks starp spoguļlādiņiem ir pietiekami mazs, lai to varētu neņemt vērā), kā arī vienkāršības dēļ pieņemsim, ka lādiņa sadalījums uz bumbiņas arī paliek vienmērīgs (kustības beigu periodos tas īstenībā mainīsies, bet šos efektus mēs neņemsim vērā). Visas sadursmes ir pilnīgi **neelastīgas** un lādiņu pāriešanas process notiek momentāni. Vienīgais lādiņa nesējs šķidrumā ir tajā ievietotā bumbiņa.

A. Šajā uzdevuma daļā mēs pamēģināsim atrast vidējo elektrisko strāvu šādā kondensatorā. Pieņemsim, ka $\rho_{\text{bumbiņa}} = \rho_{\text{šķidrums}}$, tātad kustība notiek tikai horizontālajā virzienā.

(A.1) (3 punkti) Izsakiet $v_{\text{līdzsvara}}$ kā funkciju no V, d, r, μ , kā arī iepriekš pieminētajām konstantēm.

(A.2) (1 punkts) Izsakiet vidējo strāvas blīvumu $I_{\text{vidējais}}$, ko rada bumbiņas pārvietošanās, kā funkciju no V, d, r, μ kā arī iepriekš pieminētajām konstantēm.

- B. Tagad kondensatoru pagriež vertikāli (skat. attēlu), un uz apakšējās plaknes uzliek jaunu no vadītāja taisītu bumbiņu ar $\rho_{\text{bumbiņa}} > \rho_{\text{šķidrums}}$. Visi pārējie kondensatora, bumbiņas un šķidruma parametri paliek nemainīgi.



- (B.1) (2 punkti) Lai sistēmā sāktu plūst strāva, spriegumu uz kondensatora nācās pacelt līdz $V_{\text{kritiskais}}$, izsakiet $V_{\text{kritiskais}}$ kā funkciju no V, d, r un konstantēm.
- (B.2) (3 punkti) Izsakiet vidējo sistēmas strāvu $I_{\text{vidējais}}$, kā funkciju no $V > V_{\text{kritiskais}}, d, r, \mu, \rho_{\text{šķidrums}}, \rho_{\text{bumbiņa}}$ un konstantēm.
- (B.3) (1 punkts) Paskaidrojiet, kas notiks ar vidējo strāvu caur kondensatoru, ja spriegums būs ievērojami lielāks par kritisko ($V \gg V_{\text{kritiskais}}$). Jūs varat atbildēt uz šo jautājumu pat, ja neiegūvāt strāvas formulu iepriekšējā punktā.

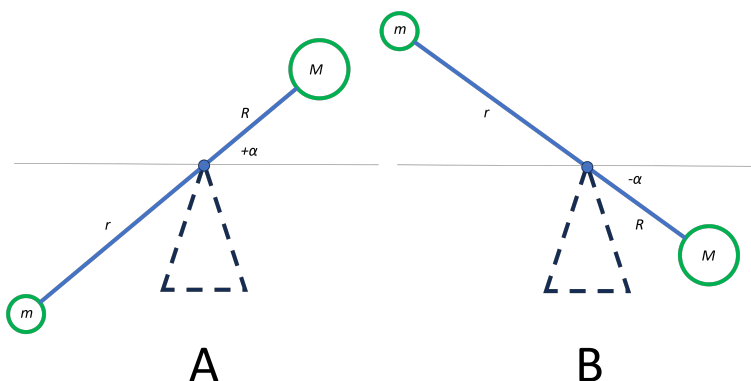
11-3 Trebušete

Trebušete ir vēsturisks artilērijas ierocis, kas no fizikas skatupunkta ir apbrīnojams ar savu spēju pārvērst potenciālo enerģiju kinētiskajā ar relatīvi augstu efektivitāti. Šajā šķietami vienkāršajā mehānismā ir vienlaicīgi novērojami daudzi mehānikas pamatprincipi - rotācija, inerce, enerģijas pārnese un spēka plecs.



Attēls 1: Autors I, Luc Viatour, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=299752>

Uzdevumā apskatīsim trebušetes vienkāršotu shēmu (sk. Att.2) – uz sijas ar neievērojamu masu, kas bez berzes rotē ap asi attālumos R un r no sijas galiem. Sijas galos nostiprinātas punktveida masas M un m . Sija var brīvi rotēt no leņķa $+\alpha$ pret horizontu (stāvoklis A) līdz leņķim $-\alpha$ pret horizontu (stāvoklis B). Sasniedzot leņķi $-\alpha$ sijas rotācija apstājas un tiek atlaista (aizmesta) masa m ar lineāro ātrumu v_0 .



Attēls 2: Trebušetes uzbūve un stāvoklis pirms šāviena (A) un masas m izšaušanas brīdī (B)

Brīvās krišanas paātrinājumu var pieņemt $g = 10 \text{ m/s}^2$. Gaisa pretestību uzdevumā var neņemt vērā.

- A. Vispirms, lai izprastu mūsu uzbūvētās un ļoti vienkāršotās trebušetes darbību, noskaidrosim tās uzbūves nosacījumus. Pieņemsim, ka kustības (šāvienu) sākumā trebušete atrodas pozīcijā A (skat. Att.2).
- (A.1) (1 punkts) Kādam nosacījumam attiecībā uz masām m un M un attālumiem r un R ir jāizpildās, lai trebušete izdarītu šāvienu (pārvietotos no leņķa $-\alpha$ līdz leņķim $+\alpha$)?
- (A.2) (4 punkti) Cik liels ir masas m izmešanas lineārais ātrums? (Izteikt v_0 no zināmajiem lielumiem - M, m, r, R, α .)
- B. Tagad, kad esam izpratuši mūsu trebušetes darbības principus, varam sākt optimizēt tās efektivitāti!
- (B.1) (1 punkts) Kā trebušetes uzbūvē ir jāmaina kustību ierobežojošais leņķis α , lai palielinātu masas m izšaušanas ātrumu?
- (B.2) (1 punkts) Kā trebušetes uzbūvē ir jāmaina abu masu attiecība $\frac{m}{M}$, lai palielinātu masas m izšaušanas ātrumu?
- (B.3) (1 punkts) Tiek uzbūvēts trebušetes prototips ar izmēriem $R = 2m$, $\alpha = 45^\circ$, $M = 100\text{kg}$ un $m = 10\text{kg}$. Cik lielam jābūt sijas izmēram r , lai masas m izšaušanas ātrums būtu maksimāls? *Atbildi dot ar ne lielāku, kā 5% kļūdu*
- (B.4) (2 punkti) Cik lileam jābūt trebušetes leņķim α , lai iegūtu maksimālo trebušetes šaušanas attālumu? *Atbildi pamatot! Pieņemt, ka trebušetes izmērs ir ievērojami mazāks par lidojuma tālumu. Atbildi dot ar ne lielāku, kā 5% kļūdu*