

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

## Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

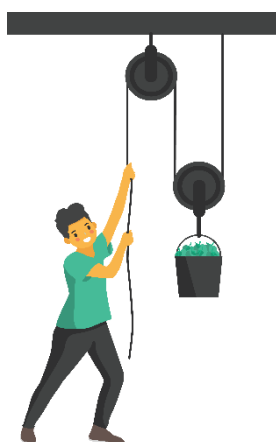
### Fizikas valsts 72. olimpiāde

#### 11. klase

#### 11 – 1 TRĪŠU LĪDZSVARS

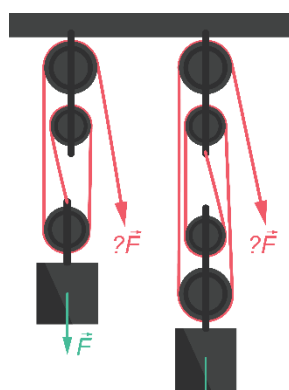
**A** Polispasts ir kravas ceļamais mehānisms, kas sastāv no vairākiem kustīgiem un nekustīgiem blokiem (trīšiem), kuriem pārlikta pāri trose vai virve. Tos bieži izmanto nelielu kravu ceļšanai (nolaišanai), piemēram, laivas uz kuģiem. Kalnu tūrismā un alpīnismā polispastus izmanto margu un pāreju nospriegošanai. Dotajā uzdevumā tiks pētītas dažādu trīšu sistēmas un to līdzsvars.

**A1** Aplūkosim vienkāršāko polispastu, kas sastāv no diviem trīšiem: nekustīgā un kustīgā (skatīt att. 1.). Ja neņem vērā trošu masu un berzi, tad tāda sistēma dod spēka ietaupījumu divas reizes. Izmantojot attēlu, paskaidro, kā rodas šis spēka ietaupījums. **(1 p)**



Att. 1.

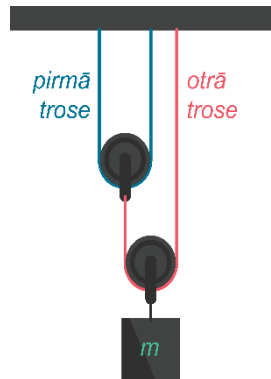
**A2** Cik lielu spēku ietaupījumu dod polispasti 2.a un 2. b attēlos? Paskaidro savu atbildi. **(1 p)**



Att. 2.a

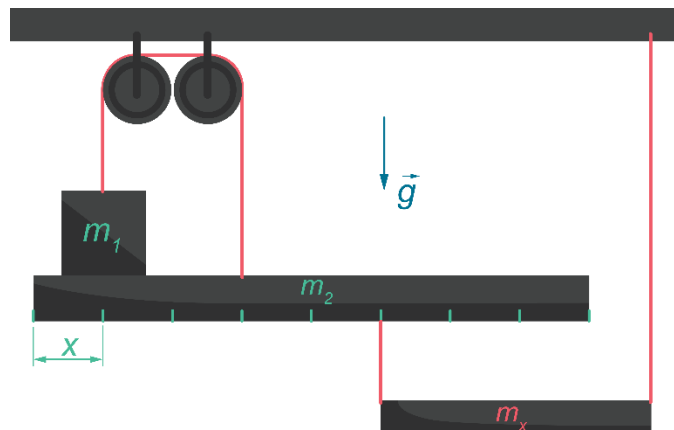
Att. 2.b

**B** Sistēma (3. att.) sastāv no diviem kustīgajiem trīšiem, kuri ir savienoti ar divām trosēm. Parasti, aplūkojot trīšu sistēmas, trošu deformācijas netiek ņemtas vērā, bet dotajā punktā pieņemsim, ka pirmās troses stinguma koeficients  $k_1 = 10 \text{ kN/m}$ , otrās troses stinguma koeficients  $k_2 = 20 \text{ kN/m}$ . Pie apakšējā trīša piestiprina kravu, kuras masa  $m = 200 \text{ kg}$ . Par cik cm nolaidīsies apakšējais un augšējais trīsis šīs kravas piestiprināšanas rezultātā pēc līdzsvara iestāšanās? Trīšu masu neņem vērā, berzi starp trīšiem un trosi neievērot. Brīvās krišanas paātrinājuma vērtību pieņemt  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . **(4 p)**



Att. 3.

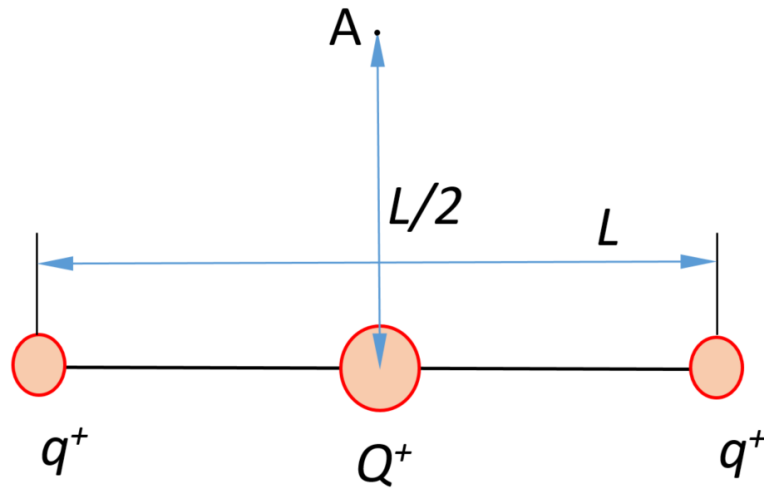
**C** Aplūkosim sistēmu, kura sastāv no diviem homogēniem horizontāli novietotiem stieņiem, viena atsvara  $m_1$ , diviem trīšiem un trīs trosēm (skatīt attēlu 4.). Sistēma atrodas līdzsvarā. Troses vietās, kurās tās nepieskaras trīšiem, ir vērstas horizontāli vai vertikāli. Noteikt apakšējā stieņa masu  $m_x$ , ja kravas masa  $m_1 = 10 \text{ kg}$ , augšējā stieņa masa  $m_2 = 2 \text{ kg}$ . Trīšu un trošu masu, kā arī berzes spēku un trošu deformāciju neņem vērā. **(4 p)**



Att. 4.

## 11 – 2 Kulona svārsts

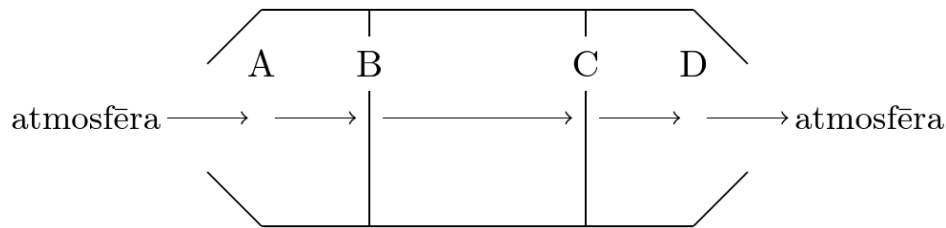
Pozitīvi uzlādēta pērlīte ar masu  $m$  un lādiņu  $Q^+$  ir novietota uz nevadoša diega, kurš savieno divus vienādus nekustīgus pozitīvus lādiņus  $q^+$ . Pērlīte pa diegu var slīdēt bez berzes.



- A** Cik liela un kurā virzienā ir vērsta elektriskā lauka intensitāte punktā A, kurš atrodas attālumā  $L/2$  no diega un diega viduspunkta, ja  $Q^+ \approx \sqrt{2}q^+$  un pērlīte atrodas diega viduspunktā? (3 p)
- B** Cik liels ir pērlītes paātrinājums, ja tā ir novirzījusies no līdzsvara stāvokļa pa labi par attālumu  $x$ ? Tuvināt iegūto rezultātu gadījumā, ja  $x$  ir daudz reizes mazāks par  $L/2$  jeb  $x \ll L/2$ . (3 p)
- C** Cik liels ir pērlītes svārstību periods nelielām svārstībām (pa labi un pa kreisi) ap līdzsvara stāvokli? Var izmantot, ka harmoniskās svārstībās paātrinājums mainās kā  $a = -\omega^2 x$ , kur  $x$  – novirze no līdzsvara stāvokļa un  $\omega$  - cikliskā frekvence. (2 p)
- D** Kā izmainīsies svārstību periods, ja
- D1** pērlīti ar masu  $m$ , aizvietos ar pērlīti, kuras masa ir 2 reizes lielāka, bet lādiņš ir tāds pats? (1 p)
- D2** diega garumu palielinās 2 reizes? (1 p)

### 11 – 3 Reaktīvā dzinēja termodinamika

Šajā uzdevumā pētīsim vienkāršotu modeli reaktīvā dzinēja darbībai un noskaidrosim dažādus tā efektivitātes rādītājus. Pētītais dzinējs cikliski veic zemāk aprakstīto darbību secību. Dzinējs ir atvērta tipa, katrā ciklā tiek uzņemta jauna gaisa vienība, kas cikla beigās tiek arī izsviesta. Šis process notiek nepārtraukti, tāpēc kopējais gaisa daudzums dzinējā nemainās. Darba vielu, gaisu, var uzskatīt par ideālu gāzi un visi cikla soļi noris atgriezeniski.



- A** Dzinējā uzņem gaisu atmosfēras spiedienā  $p_1$  un atmosfēras temperatūrā  $T_a$ .
- A—B** Gaisu adiabātiski saspiež līdz tā temperatūra ir  $T_b$  un spiediens ir  $p_2$ . (Saspiešanai tiek izmantots vēlāk ciklā iegūtais darbs.)
- B—C** Gaisam pievada siltumu no ārēja enerģijas avota (degvielas). Tā kā šis process notiek nepārtraukti, gaisam pārvietojoties cauri dzinējam, tad šī procesa laikā mainās tikai gāzes tilpums, spiediens paliek nemainīgs. Šī procesa beigās gaisa temperatūra ir  $T_c$ .
- C—D** Uzkarstētais gaiss izplešas, izejot no dzinēja atpakaļ atmosfērā. Šis process notiek adiabātiski. Procesā beigās gaisa temperatūra ir  $T_d$  un spiediens ir  $p_1$ .
- D—A** Atmosfērā nokļuvušais gaiss atdziest līdz atmosfēras temperatūrai  $T_a$ , saglabājoties spiedienam  $p_1$  (atmosfēras spiediens).

Adiabātiska procesa laikā gāzei nemainās lielums  $pV^\gamma$ , kur adiabātiskā konstante  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$  t.i. vienāda ar gāzes siltumietilpību attiecību pie konstanta spiediena/tilpuma.

1. Uzzīmē dzinēja darbības ciklu spiediena-tilpuma ( $p$ – $V$ ) diagrammā! Norādi cikla virzienu un to, vai gāzei katrā cikla posmā siltums tiek pievadīts, atņemts, vai siltumapmaiņa nenotiek. **(1 p)**
2. Aprēķini cikla lietderības koeficientu (gāzes padarītā darba attiecību pret gāzei pievadīto siltuma daudzumu), izmantojot tikai dotās spiedienu vērtības  $p_1$  un  $p_2$ ! **(3 p)**
3. Kurā cikla punktā gaisam ir visaugstākā temperatūra? Kurā punktā ir viszemākā temperatūra? Kāds ir maksimālais lietderības koeficients dzinējam, kura darba viela cikla laikā ir starp šīm divām temperatūrām? Paskaidro, kāpēc šī vērtība nesakrīt ar iepriekšējā punktā iegūto par spīti tam, ka tiek pieņemts, ka pētāmā cikla katrs posms notiek atgriezeniski? **(1.5 p)**

Tagad aplūkosim to, kā varam mainīt dzinēja parametrus, lai maksimizētu tā noderīgumu. Tiek būvēts dzinējs, kuram temperatūras  $T_a$  un  $T_c$  ir zināmas un nemaināmas. Mainīt varam temperatūru  $T_b$ , tas ir, varam mainīt to, cik gaiss tiek saspiests pirms siltuma pievadīšanas. (Nav papildus zināmu nosacījumu par spiedienu vērtībām).

4. Kādam jābūt temperatūrai  $T_b$ , lai cikla lietderības koeficients būtu tik liels, cik vien iespējams pie dotām  $T_a$  un  $T_c$  vērtībām? Cik lielu darbu paveic  $n$  moli gāzes, izejot cauri ciklam ar tikko aprēķināto  $T_b$  vērtību? **(1.5 p)**
5. Kādam jābūt temperatūrai  $T_b$ , lai  $n$  moli gaisa padarītu maksimālu darbu? Kāds būs padarītais darbs, pieņemot, ka gaisa adiabātiskā konstante ir  $\gamma=1.4$ ? Izsaki atbildes ar lielumiem  $T_a$ ,  $T_c$ ,  $n$ , un, ja nepieciešams ar vispārīgām konstantēm. **(3 p)**