



8.3.2.1./16/I/002

NACIONĀLA UN STARPTAUTISKA MĒROGA PASĀKUMU ĪSTENOŠANA IZGLĪTOJAMO TALANTU ATTĪSTĪBAI
Strūgu iela 4, Rīga, LV-1003, tālr. 67350966, e-pasts: info@832.visc.gov.lv

Fizikas Valsts 73. olimpiāde Trešā posma uzdevumi 9. klasei

9-D Iesālitais sniegs (demonstrējums)

Video ar demonstrējumu var atrast: <https://youtu.be/v0Uc0WzibQ4>

Katliņā ieberam kūstošu sniegu, daļa no kura jau ir pārvērtusies ūdenī. Pārliecināties par to, izlejot nedaudz ūdens uz ķebļa. Katliņu ar pārējo slapjo sniegu noliekam uz ķebļa tieši ūdens peļķītē. Sniegam katliņā pieberam vārāmo sāli un labi samaisām. Pēc vairākām minūtēm katliņu cenšamies pacelt. Vērojiet demonstrējumu un atbildiet uz sekojošajiem jautājumiem!

A. (1 punkts) Kā veicās ar katliņa pacelšanu? Kāpēc tā?

Atrisinājums:

Katliņu var pacelt tikai kopā ar ķebli. Katliņš pie ķebļa ir piesalis, jo sasalis ūdens peļķē, kurā to nolikām (1 punkts).

B. (1 punkts) Kāda būtu eksperimenta gaita un iznākums, ja sāli nepiebētu? Kas notiek ar pašu sāli, kad tā iebērtā katliņā?

Atrisinājums:

Ja nepiebētu sāli, tad ledus katliņā lēni kust, bet nevarētu sasaldēt ūdeni peļķē zem krūzītes. Pieberot sāli, tā šķīst ūdenī, kurā jau pirms tam pārvērtusies neliela daļa sniega (1 punkts).

C. (2 punkti) Kas notiek ar sniegu katliņā eksperimenta iznākuma gaidīšanas laikā? Kāpēc?

Atrisinājums:

Sālsūdens un slapjā sāls ļoti strauji kausē sniegu, jo sālsūdenim fāzu pārejas (piem., kušanas, kristalizācijas) temperatūra ir par vairākiem grādiem zemāka, nekā tīram ūdenim (saldūdenim). Straujā sniega kušana turpinās, kamēr iestājas līdzsvars starp abām fāzēm maisījumā (2 punkti).

- D. (6 punkti) Kā mainās iesālītā slapjā sniega un ūdens maisījuma temperatūra katlīnā? No kā šajā eksperimentā tiek iegūts siltums, kam tas jāpatērē? Kāpēc eksperimenta iznākums ir tāds?

Atrisinājums:

Iesālītā slapjā sniega un ūdens maisījuma temperatūra katlīnā pazeminās (1 punkts).

Lai sniegs izkustu, tam jāpatērē kušanas siltums (2 punkti).

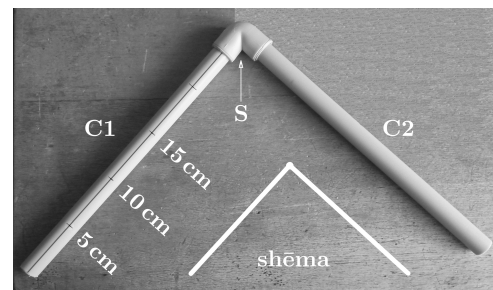
Šo siltumu iegūst, atņemot to blakus esošajām vielām un priekšmetiem (sālsūdenim, katlīnam, pelķes ūdenim (vēlāk ledum), ķeblim), tos atdzesējot (1 punkts) un pelķes ūdeni sasaldējot (sāls šķīšanas siltumu skolēni drīkst nepieminēt) (1 punkts)

Sālsūdens tāpēc atdziest zemāk par 0°C , bet nesalst un turpina kausēt sniegu. Taču ūdens pelķē, kad to atdzesē līdz 0°C un turpina tam atņemt siltumu, sasalst un piesaldē katliņu pie ķebļa (1 punkts).

9-E Ūdensvada caurules (eksperiments)

Darba materiāli un mērinstrumenti

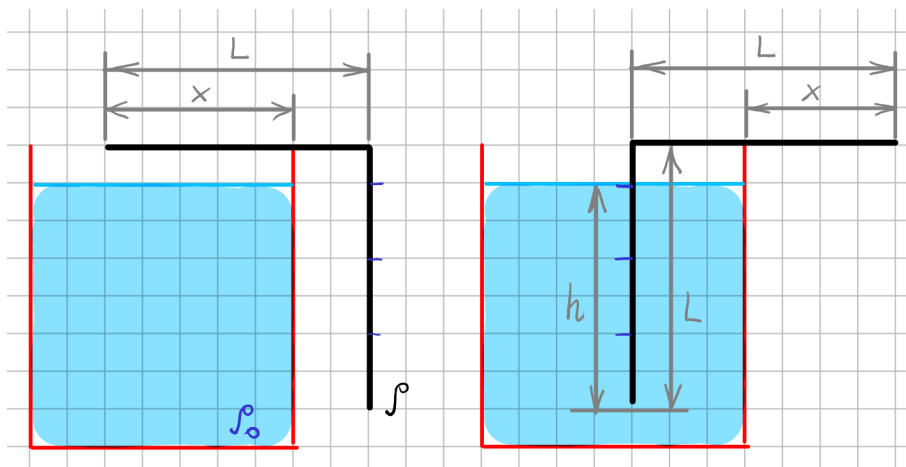
- Konstrukcija, kas sastāv no divām identiskām caurulēm C1 un C2, kas savā starpā ir savienotas taisnā leņķī ar stūreni S (skat. att.);
- spainis ar ūdeni;
- lineāls.



Uzdevums Pēc iespējas precīzāk nosakiet: **(a)** stūreņa S un caurules C masu attiecību; **(b)** cauruļu materiāla blīvumu.

- A. (2 punkti) Izveidojiet **eksperimentālo iekārtu** un uzzīmējiet tās shēmu. Shēmā skaidri norādiet **lielumus**, kurus mērīsiet. Pievērsiet uzmanību **piezīmēm**.

Atrisinājums:



- B. (1 punkts) Īsi bet skaidri aprakstiet mērījumu **procedūru**.

Atrisinājums:

- Nolīdzsvarot konstrukciju tā, lai caurule C2 būtu horizontāla, bet C1 — vertikāla, atbalstot horizontālo cauruli pret spaiņa malu (skat. att. A). To, vai C2 ir horizontāla, nosaka uz aci.
- Izmērīt attālumu x no horizontālās C2 caurules brīvā gala līdz atbalsta punktam.
- Iegremdēt vertikālo cauruli C1 ūdenī tā, lai ūdens līmenis būtu tieši uz 15 cm atzīmes (visdziļākā izmērāma iegremde; skat. att. B).

- Pie šīs iegremdes atrast jaunu atbalsta pozīciju, lai C2 atkal būtu horizontāla un līdzsvarā. Konstrukciju pie šādiem nosacījumiem nav iespējams atbalstīt pret spaiņa malu, tāpēc to atbalsta pret lineāla šķautni.
- Atzīmēt jaunu atbalsta pozīciju un izmērīt attālumu x_1 no tās līdz C2 brīvajam galam.

C. (3 punkti) Veiciet **mērījumus**, piefiksējot to rezultātus.

Atrisinājums:

$$x = 199(1) \text{ mm}; \quad x_1 = 177(1) \text{ mm}; \quad h = 150(1) \text{ mm}.$$

Kļūdas nav obligātas!

D. **Izvediet analītiskās sakarības** (izteiksmes), ar kurām no mērījumu rezultātiem var aprēķināt

(D.1) (1 punkts) stūreņa un caurules masu attiecību;

Atrisinājums:

Apzīmēsim: L — caurules garums, m — caurules masa, M — stūreņa masa, ρ — caurules blīvums, ρ_0 — ūdens blīvums, x — attālums no C2 brīvā gala līdz atbalsta punktam, h — C1 iegremde.

Sviras līdzsvara nosacījums:

$$mg \left(x - \frac{L}{2} \right) = mg(L - x) + Mg(L - x).$$

Izsaka prasīto attiecību:

$$\frac{M}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4x - 3L}{L - x}.$$

(D.2) (1 punkts) cauruļu materiāla blīvumu.

Atrisinājums:

Arhimēda spēks, kas darbojas uz C1 iegremdēto daļu

$$F = \rho_0 g V = \rho_0 g \frac{m h}{\rho}.$$

Sviras līdzsvara nosacījums:

$$mg \left(x - \frac{L}{2} \right) = mg(L - x) + Mg(L - x) - mg \frac{\rho_0 h}{\rho} (L - x).$$

Izsaka blīvumu:

$$\rho = 2\rho_0 \frac{h}{L} \cdot \frac{L - x}{3L - 4x + 2(M/m)(L - x)}.$$

E. (2 punkti) Izmantojot izvestās sakarības, **aprēķiniet** D1 un D2 punktos minētos lielumus.

Atrisinājums:

$$\frac{M}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4 \cdot 199 - 3 \cdot 254}{254 - 199} = 0.31.$$

$$\begin{aligned} \rho &= 2 \cdot 1000 \cdot \frac{150}{254} \cdot \frac{254 - 177}{3 \cdot 254 - 4 \cdot 177 + 2 \cdot 0.309 \cdot (254 - 177)} \\ &= 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}. \end{aligned}$$

Piebilde. Reālās vērtības ir $m = 28 \text{ g}$; $M = 9 \text{ g}$; $\frac{m}{M} = 0.32$; $\rho = 910 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Piezīmes

- Uz caurulēm drīkst veikt atzīmes ar pildspalvu, zīmuli vai flomāsteri.
- Eksperiments ir jūtīgs: pat neliela atšķirība garuma mērījumos var novest pie ievērojamām atšķirībām aprēķināto lielumu vērtībās, — tāpēc rūpīgi pārdomājiet mērījumu procedūru.
- Caurules ir homogēnas: to diametrs un sienīņu biezums ir nemainīgi.
- Katras caurules garums $L = 254 \text{ mm}$.
- Var uzskatīt, ka caurules stūreņa iekšā savienojas gals pret galu, bez spraugām. Stūreni var uzskatīt par masas punktu (skat. shēmu).
- Uz vienas no savienotajām caurulēm (C1) ir atzīmes ik pa 5.0 cm, skaitot no brīvā gala.
- Ūdens blīvums $\rho_0 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Atrisinājums:

Zemāk pieejama vērtēšanas kritēriju tabula:

Kritērijs	Punkti
<p>Eksperimentālā iekārta: ... izveidoja eksperimentālo iekārtu un uzskicēja skaidru shēmu (0.5 pt); ... shēmā norādīja mērāmos lielumus (piemēram, x, h, L) (0.5 pt);</p>	1
<p>Aprakstīja darba gaitu (metodoloģiju), norādot kā tika mērīti lielumi.</p>	1
<p>Metodoloģija ļauj iegūt precīzus rezultātus: ... par atbalstu izvēlēta spaiņa mala vai lineāla šķautne (0.5 pt); ... caurule C1 (ar atzīmēm) ir vertikāla, C2 — horizontāla (0.5 pt).</p>	1
<p>Nolīdzsvaroja konstrukciju gaisā (neiegremdējot) un noteica atbalsta pozīciju: ... $x \in [198; 200]$ mm \rightarrow (1 pt); ... $x \in [197; 201]$ mm \rightarrow (0.5 pt); ... ārpus norādītajiem intervāliem \rightarrow (0 pt).</p>	max. 1
<p>Izveda analītisko sakarību konstrukcijai gaisā un izteica $\frac{M}{m}$.</p>	max. 1
<p>Skaitliski aprēķināja masu attiecību: ... $\frac{M}{m} = [0.288; 0.330]$ \rightarrow (1 pt); ... $\frac{M}{m} = [0.228; 0.396]$ \rightarrow (0.5 pt); ... ārpus norādītajiem intervāliem \rightarrow (0 pt).</p>	max. 1
<p>Nolīdzsvaroja konstrukciju, iegremdējot brīvo galu ... par $h \geq 15$ cm \rightarrow (1 pt); ... par 10 cm $\leq h < 15$ cm \rightarrow (0.5 pt); ... par $h < 10$ cm \rightarrow (0 pt); un noteica atbalsta pozīciju: ... $x_{15} \in [173; 175]$ mm \rightarrow (1 pt); ... $x_{15} \in [171; 177]$ mm \rightarrow (0.5 pt); ... ārpus norādītajiem intervāliem \rightarrow (0 pt).</p>	max. 2
<p>Izveda analītisko sakarību konstrukcijai ar iegremdēto galu un izteica ρ.</p>	1
<p>Skaitliski aprēķināja blīvumu: ... $\rho = [814; 988] \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ \rightarrow (1 pt); ... $\rho = [706; 1170] \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ \rightarrow (0.5 pt); ... ārpus norādītajiem intervāliem \rightarrow (0 pt).</p>	max. 1