



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

**Fizikas valsts 67. olimpiāde
Trešā posma uzdevumi 10. klasei
EKSPERIMENTĀLĀ KĀRTA**

Jums tiek piedāvāti divi uzdevumi – demonstrējums, kurš jāskaidro un eksperiments, kas jāveic pašiem. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Laiks — 150 minūtes.

**DEMONSTRĒJUMS
CAURULES VICINĀŠANA**

Demonstrētājs stāv uz ķebļa un vicina lokanu cauruli, lai tā grieztos ap horizontālu asi. Caurules galā piestiprināta svilpe. Demonstrētājs ar pārtraukumiem pūš gaisu otrā caurules galā, vienlaicīgi lēni griezdamies ap savu asi. Centieties saklausīt atšķirības skaņā atkarībā no caurules griešanās plaknes orientācijas pret klausītāju.

Izskaidrojiet dzirdēto un redzēto, atbildiet uz jautājumiem!

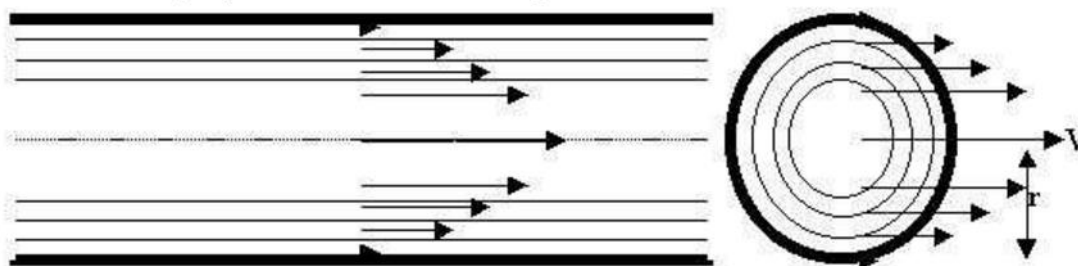
1. Kurš no skaņu raksturojošajiem fizikālajiem lielumiem vēl bez skaļuma kļūst periodiski mainīgs, kad rotācijas plakne ir tuva noteiktam stāvoklim attiecībā pret klausītāju? [1 punkts]
2. Kāds ir šis plaknes stāvoklis? [1 punkts]
3. Kas izraisa šīs periodiskās izmaiņas? [1 punkts]
4. Vai skaņas periodiskās izmaiņas reāli pastāv telpā, vai arī tās ir tikai šķietamas klausītāja ausij? Vai varat aprakstīt situāciju, kurā atbilde būtu pretējā? [2 punkti]
5. Ja pazināt demonstrēto parādību, nosauciet un īsi aprakstiet to! [1 punkts]
6. Vai demonstrētājs pats dzird demonstrējamo parādību? [1 punkts]
7. Aptuveni novērtējiet demonstrētā eksperimenta parametrus un ar vienkāršiem aprēķiniem pārbaudiet, vai pēc Jūsu izskaidrojuma versijas notiekošajai parādībai jābūt dzirdamai! [3 punkti]

EKSPERIMENTĀLAIS UZDEVUMS

ŪDENS VISKOZITĀTES KOEFICIENTA NOTEIKŠANA, MĒROT ŪDENS PLŪSMAS ĀTRUMU BEZ HRONOMETRA

Situācijas apraksts

Viskozitāte ir šķidrumu plūstamību raksturojošs parametrs, piemēram, kečupam un medum ir salīdzinoši liela viskozitāte, ūdenim ir mazāka (0,6 - 1,8 mPa·s) un gāzēm pavisam niecīga. Viskoзитāte ir saistīta ar iekšējo berzi šķidrumā, tam plūstot caur cauruli. Berzes dēļ ūdens slānis, kas ir vistuvāk caurules sieniņām kustas daudz lēnāk, nekā ūdens slānis ūdens plūsmas centrā. Izveidojas parabolisks ātrumu sadalījums (skat. E1. attēlu).



E1. attēls

Piepildot pudeli ar ūdeni un paceļot augstāk par caurules otru galu, pa cauruli sāk plūst ūdens

Lai aprakstītu ūdens plūsmu caurulē, izmantosim Bernulli likumu:

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

$$p_1 = p_2;$$

$\rho g h_2 = 0$, jo ir saprātīgi zemāko punktu h_2 pieņemt par atskaites punktu;

$\frac{\rho v_1^2}{2} = 0$, jo ir saprātīgi pieņemt, ka plūsmas ātrums pudelē ir ļoti tuvu nullei, tāpēc to var neņemt vērā.

Līdz ar to Bernulli vienādojums kļūst par:

$$\rho g h_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} \Rightarrow \Delta p = \rho g h_1 - \frac{\rho v_2^2}{2}$$

kur Δp ir spiedienu starpība.

Ņemot vērā lamināras plūsmas (bez turbulences) viskozitāti Bernulli likumu varam pārrakstīt šādi:

$$\Delta p = \frac{8\eta l v_2}{R^2} \tag{1}$$

kur η – viskozitātes koeficients, l – caurules garums, v_2 – ūdens plūsmas ātrums, R – caurules iekšējais rādiuss. $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ir ūdens blīvums, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ir brīvās krišanas paātrinājums.

Darba uzdevumi [par katru uzdevumu – 1 punkts]

1. Izdomā un apraksti metodi, kā, izmantojot dotos piederumus, var noteikt ūdens plūsmas ātrumu bez hronometra atkarībā no ūdens līmeņa augstuma.
2. Veic mērījumus un rezultātus apkopo tabulā.
3. Nosaki ūdens plūsmas ātrumus pie dažādiem ūdens līmeņa augstumiem.
4. Aprēķini spiedienu starpības.
5. Plūsmas ātruma atkarību no spiediena attēlo grafiski.
6. Kurš grafika apgabals ir derīgs viskozitātes noteikšanai (Kurā apgabalā ūdens plūsma ir lamināra)?
7. Pēc dotās sakarības (1) nosaki ūdens viskozitātes koeficientu.
8. Novērtē rezultāta kļūdu.
9. Salīdzini iegūto viskozitātes koeficienta vērtību ar tabulā (zemāk) doto vērtību.
10. Skaidro un pamato eksperimentāli iegūtās viskozitātes koeficienta vērtības atšķirību no dotās.

Darba piederumi:

- Pudele ar korķi, kurā nostiprināta caurule
- Statīvs ar stiprinājumiem un skavām
- Putuplasta balsts
- Mērlente
- Lineāls
- Trauks ūdens savākšanai
- Trauks ar ūdeni

Ūdens viskozitātes koeficienta vērtība atkarībā no temperatūras

$T, ^\circ\text{C}$	$\eta, \text{mPa}\cdot\text{s}$
2	1.67
4	1.57
6	1.47
8	1.38
10	1.31
12	1.23
14	1.17
16	1.11
18	1.05
20	1.00
22	0.95
24	0.91
26	0.87
28	0.83
30	0.80

Jāpievērš uzmanība

- **Darba piederumiem visā darba izpildes laikā jāatrodas uz galda (Nevajag tos novietot uz grīdas vai krēsla).**
- **Lai ūdens nešķakstītos nemēģiniet, strūklu apturēt aizspiežot caurules galu ar pirkstu. Ūdens strūklu ir viegli apturēt caurules galu mierīgi paceļot virs ūdens līmeņa pudelē.**
- **Laižot caurules galu lejā, to vajag ar pirkstu aizspiest ciet. Kad esat gatavi sākt mērījumus, tikai tad atbrīvojiet caurules galu.**
- **To pašu ūdeni var izmantot mērījumiem vairākas reizes.**
- **Veicot mērījumus, ieteicams ar vienu roku pieturēt putuplasta pamatu.**
- **Mērījumus ūdenī veikt ar lineālu nevis mērlenti.**

Atrisinājumi un vērtēšanas kritēriji

DEMONSTRĒJUMS CAURULES VICINĀŠANA

1. Periodiski mainās skaņas frekvence (fizikā) jeb augstums (mūzikā). **[1 punkts]**
2. Frekvences izmaiņas ir vislabāk pamanāmas, ja klausītājs atrodas rotācijas plaknē vai tuvu šādam novietojumam. **[1 punkts]**
3. Frekvences periodiskās izmaiņas izraisa periodiska skaņas avota tuvošanās un attālināšanās no klausītāja. **[1 punkts]**
4. Telpā tiešām izplatās mainīgas frekvences skaņa. Ja skanoša svilpe atrastos kādā telpas vietā nekustīgi, bet klausītāji periodiski tuvotos un attālinātos no tās (piemēram, vizinoties karuselī), tad pareizā atbilde būtu pretējā. **[2 punkti]**
5. Šī parādība ir Doplera efekts. Skaņas avotam tuvojoties klausītājam, tas skrien pakāļ paša radītajam vilnim un nākamo veido tuvāk iepriekšējam, tādējādi samazinot viļņa garumu un paaugstinot frekvenci. Avotam attālinoties no klausītāja, katru nākamo vilni avots veido mazliet tālāk no iepriekšējā (salīdzinājumā ar nekustīga avota radītajiem viļņiem), tāpēc viļņa garums iznāk lielāks, bet frekvence mazāka. **[1 punkts]**
6. Pats demonstrētājs nedzird Doplera efektu, jo viņa ausis atrodas tuvu rotācijas asij, tāpēc svilpe vienmēr ir nemainīgā attālumā no tām. **[1 punkts]**
7. Svilpes rotācijas rādiuss $R = 2 \text{ m}$

Apgriezienu skaits sekundē $n = 3$

Svilpes lineārais ātrums $v = 2n\pi R = 36 \text{ m/s}$

Skaņas ātrums $v_{skaņas} = 343 \text{ m/s}$

Skaņas frekvence maksimālo izmaiņu brīdī, kad svilpe kustas tieši uz klausītāju vai tieši prom:

$$f = \frac{f_0 v_{skaņas}}{v_{skaņas} \mp v} = \frac{343 f_0}{343 \mp 36}$$

redzams, ka frekvences izmaiņas sasniedz aptuveni 10% uz katru pusi. Tik lielas izmaiņas ir skaidri sadzirdamas. **[3 punkti]**

EKSPERIMENTĀLAIS UZDEVUMS ĪPATNĒJĀS SILTUMIETILPĪBAS NOTEIKŠANA

par katru uzdevumu – 1 punkts