



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

### 9-1 Kombučas ražošana

Jaunuzņēmums vēlas pieteikt savu jauno ražošanas ideju, un ir jāspēj pamatot, kā tā strādās. Tāpēc Kārlis, Elizabete un Līna izmēģina kombučas ražotnes modeli, un viņiem ir jābūt ziņošanai par fizikas, ķīmisko, fizikas siltuma un elektrisko slēgumu procesus. Izmēģinājumam viņi izveido mazāku ražošanas procesa modeli.

Kombučas pagatavošana sākas ar ūdens karsēšanu. Iepriekšējā dienā telpā jau ir sagatavots 20 litru elektriskais vārkatls, kurā ir papildīts 20 kg ūdens. Katla masa ir 2,2 kg, katla materiāls – nerūsējošais tērauds. Telpas temperatūra tiek uzturēta 20°C. Sākumā ūdens jāpasterizē, tāpēc to paredzēts uzkarst līdz 80°C. Tad sildelementu izslēdz, sakarsētajā ūdenī iemaisa cukuru un ieber zaļo tēju. Tālākais process būs atdzesēt sagatavoto šķīdumu līdz 20 – 24°C, nofiltrēt to, pārliet fermentācijas katlā, ieliet šķīdumā kombučas rauga sēni, nodrošināt tīru vidi, lai šķīdumā neiekļūst nevēlamas sēnes un baktērijas, un kombučas raugs aptuveni divu nedēļu laikā radīs garšīgo dzērienu, ko pildīs traukos pārdošanai. Bet šodien detalizētāk pievērsīsimies tikai procesa sākuma daļai – ūdens pasterizēšanai.

Zināms, ka ūdens īpatnējā siltumietilpība ir  $4182 \frac{J}{kg \cdot K}$  un nerūsējošā tērauda īpatnējā siltumietilpība ir  $500 \frac{J}{kg \cdot K}$ .

A. Jaunieši sākumā izmantoja vārkatlu ar sildelementu, kura nomināljauda ir 3 kW, un izmēģina, ka ūdens karsēšana aizņēma 45 minūtes.

(A.1) (3 punkti) 1. Cik liels bija siltuma enerģijas zudums, karsējot ūdeni pasterizēšanai?

B. Lai šo darba posmu varētu paveikt īsākā laikā, jaunieši plāno izmantot citu vārkatlu. Proti, tas būs vārkatls, kuram ir iemontēti trīs 2 kW nomināljaudas sildelementi. Šī vārkatla katram sildelementam ir divas izejas spāiles, kuras paredzētas 220 V pieslēgumam, tad sildelements darbotos nominālā režīmā. (Sildelementi ir vienkārši aktīvi sildītāji ar stiepli, kur pretestība nav atkarīga no temperatūras.)

(B.1) (2 punkti) Norādiet visus iespējamus variantus, kā var saslēgt jaunā vārkatla trīs 2 kW nomināljaudas sildelementus! Cik liela ir katra slēguma kopējā jauda?

(B.2) (1 punkts) Gadījumā, ja tiktu pieslēgti trīs 2 kW sildelementi, kāds būtu īsākais ūdens pasterizēšanas laiks, ja neņemtu vērā siltuma zudumus?

(B.3) (1 punkts) Tiek domāts arī par elektriskā drošinātāja izvēli. Ja tiek izmantots visu trīs sildelementu jaudīgākais slēgums, cik liela ir maksimālā strāva šādā slēgumā? (Vadu elektrisko pretestību šajā punktā neņem vērā.)

- (B.4) (3 punkti) Jaunais katls atrodas 50 m attālumā no rozetes. Cik liela diametra vara vadus jāizmanto, lai pagarinātāja vadā izdalītos mazāk par 5% no lietderīga siltuma? Uzskatīt, ka trīs 2 kW nomināljaudas sildelementi ir pieslēgti paralēli. Vara īpatnējā elektriskā pretestība ir  $1.7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ .

## 9-2 Auto tuksnesī

Viens ciems no otra tuksnesī atrodas tieši uz ziemeļiem attālumā  $l = 40$  km. Tuksneša virsma ir horizontāla un līdzena. Ceļotājam jānokļūst no viena ciemata uz otru, izbraucot cauri divām iekārtotām apstāšanās vietām pa ceļam tuksnesī, lai paņemtu vēstules.

Sākotnēji auto brauca vienmērīgi taisnā virzienā uz pirmo iekārtoto apstāšanās vietu, tad – vienmērīgi taisnā virzienā uz otro iekārtoto apstāšanās vietu, kas bija atzīmētas kartē, un visbeidzot – vienmērīgi taisnā virzienā uz galamērķi – otro ciematu. Tādējādi auto maršrutu veidoja trīs taisnas līnijas. Auto ātrums katrā no posmiem varēja būt atšķirīgs.

Lai izvairītos no smilšu vētras, ceļotājs visu laiku mērīja vēja ātrumu un virzienu brauciena laikā (attiecībā pret automašīnu). Līdz pirmajai apstāšanās vietai auto brauca  $t_1 = 30$  minūtes, vēja virziens bija tieši no rietumiem un izmērītais vēja ātrums bija  $v_1 = 15$  m/s. Otro posmu auto nobrauca  $t_2 = 15$  minūtēs, vēja virziens bija tieši no ziemeļrietumiem un izmērītais vēja ātrums bija  $v_2 = 10$  m/s. Pēdējo posmu auto nobrauca  $t_3 = 15$  minūtēs, vēja virziens bija tieši no ziemeļaustrumiem un izmērītais vēja ātrums bija  $v_3 = 5$  m/s.

- A. (7 punkti) Vēja ātrums un virziens tuksnesī nemainījās, kamēr ceļotājs pārvietojās. Cik liels bija vēja ātrums (attiecībā pret Zemi)? Pieņemsim, ka laiks, kas bija vajadzīgs, lai paņemtu vēstules katrā no apstāšanās vietām, pagrieztos un paātrinātos ir tik mazs, ka to neņemsim vērā.
- B. Šādi līdzeni tuksneši vai izžuvuši ezeri ir piemēroti ātruma rekordu uzstādīšanai. 1997. gadā ar Lielbritānijā izgatavoto reaktīvo transportlīdzekli Thrust SuperSonic Car tuksnesī Jordānijā tika uzstādīts ātruma rekords – 1228 km/h. Auto masa ir apmēram 10 tonnas. Auto dzinēji sadedzināja 18 litrus degvielas sekundē. Šo dzinēju izdalītā siltuma jauda bija 630 MW, bet lietderīgā jauda bija 76 MW.



Attēls 1: Avots: <https://www.hotcars.com/thrust-ssc-the-land-speed-record-story/>

- (B.1) (1 punkts) Cik liels darbs bija jāveic pretestības spēkiem, lai apstādinātu šo auto?
- (B.2) (2 punkti) Cik litri no sadedzinātās degvielas sekundē tika patērēti auto kustības nodrošināšanai?

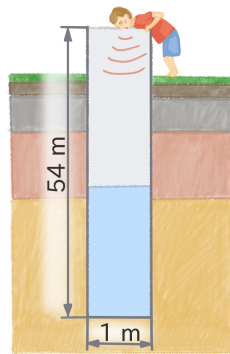
## 9-3 Atbalsis

Skaņa dabā izplatās viļņu veidā, tāpēc ar tās palīdzību ir iespējams noteikt dažādu objektu atrašanās vietu, pārvietošanās ātrumu, izmēru un pat formu! Tā ir vērtīga informācija, tādēļ tiek izmantota daudzos mehānismos, kā eholotos, ultrasonogrāfijā, fotoaparātu autofokos un fotoradaros. Skaņas viļņu izplatīšanās skaidro atbalss rašanos un eholokāciju jeb veidu, kā dzīvnieki orientējas dziļi zem ūdens. Skaņas viļņus dabā devās izpētīt Marta un Kaspars!

*Piebilde: uzdevuma ietvaros pieņem, ka skaņa izplatās pa taisnu līniju staru veidā! Reāli dabā, protams, skaņa izplatās visos virzienā.*

- A. (1 punkts) Cilvēks var izšķirt divus skaņas signālus, ja laika intervāls starp tiem ir vismaz 0.1 sekunde. Marta ir nostājusies ar seju, pavērstu pret garu, taisnu sienu. Kāds ir minimālais attālums no sienas, kurā viņai jāatrodas, lai saklausītu atbalssi? Pieņem, ka skaņas ātrums gaisā ir 343 m/s un Martas radītie skaņas signāli ir ļoti īsi.
- B. (2 punkti) Tagad Marta ir nonākusi kvadrātveida telpā un stāv ar muguru pie vienas no sienām. Kāds ir mazākais sienu platums telpai, kurā iespējams uztvert atbalssi, ja viļņu atstarošanās reižu skaits nedrīkst pārsniegt trīs? Paskaidro, kādā virzienā precīzi jāraidā skaņas viļņi! Zināms, ka skaņas viļņu krišanas leņķis ir vienāds ar to atstarošanās leņķi un viļņu atstarošanās no grīdas vai griestiem nenotiek.

Skaņas viļņu izplatīšanās ātrums dažādās vidēs un apstākļos atšķiras. Ātrumu vērtības 1 atm spiedienā un 20 °C temperatūrā dotas tabulā:



Attēls 2: Ilustratīvs akas attēlojums kopā ar Kasparu.

Vide	Ātrums m/s
Gaiss	343
Hēlijs	1005
Saldūdens	1445
Stikls	4500
Betons	3000

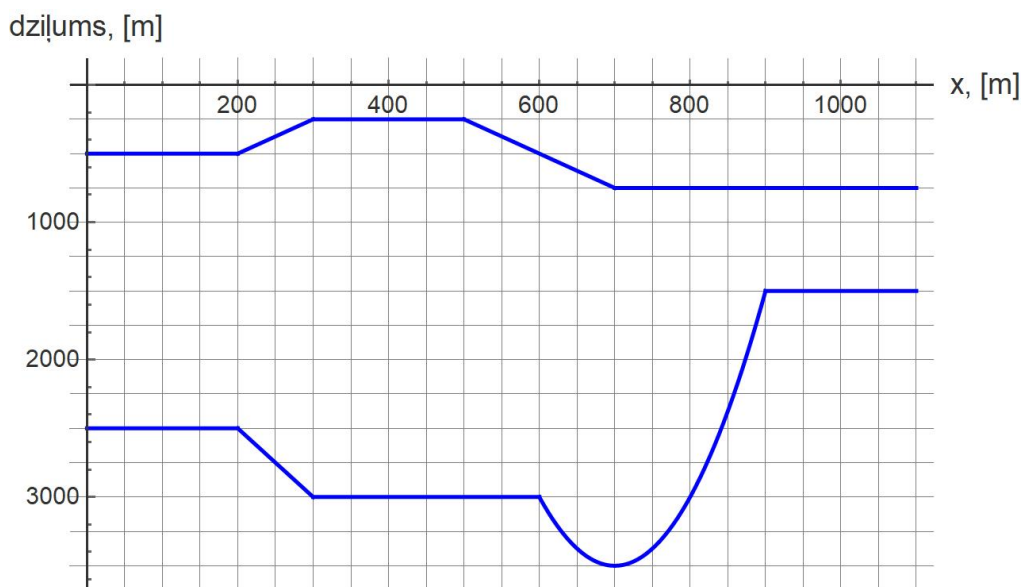
Tabula 1: Avots - Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics, Giancoli, Doug, 491. lpp.

Kaspars pārliecās pār aku ar skaņas sensoru rokās. Viņš īsi iesaucās akas dibena virzienā, un sensoram vajadzēja detektēt divus atbalss signālus. Viens no tiem tika fiksēts 0.110 sekundes pēc Kaspara sauciena.

- C. (1 punkts) Ja aka bija 54 metrus dziļa un tās diametrs bija 1 metrs, kad vajadzēja uztvert otru signālu?
- D. (1 punkts) Cik litru ūdens bija akā? Uzdevuma risināšanā izmantot tabulā doto informāciju.

Marta un Kaspars devās ekskursijā uz kuģa, kurš ar ehlotu palīdzību mēra ūdens dziļumu, nosakot jūras, okeāna vai kādas citas ūdenstilpes reljefu. Tas raida signālus ūdens gultnes virzienā, un no uztvertās atbalss datiem tiek veidots grafiks, kas attēlo ūdens gultnes dziļumu atkarībā no koordinātas. Parasti ehloti dziļuma aprēķinam izmanto vidējo skaņas ātruma vērtību ūdenī.

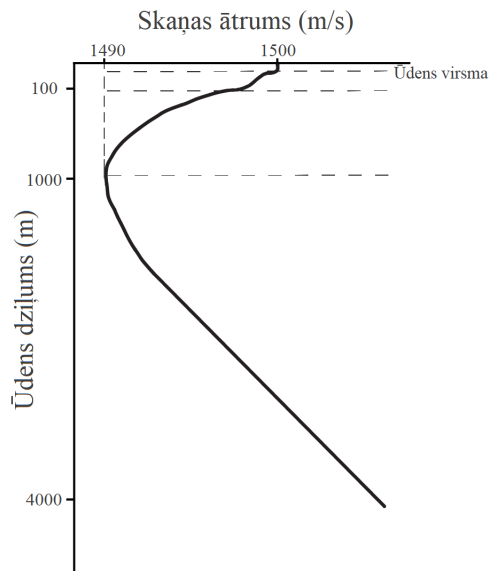
Ekskursijā tika pētīts zemāk dotais grafiks, kurā attēlots ehlotā mērījums kādai aizsalušai ūdenstilpei. Ehlotā atradās uz ledus virsmas, kur dziļums = 0 m, un raidīja skaņas viļņus vertikāli uz leju, turklāt vienmēr vilnis no robežvirsmām atstarojās pa šo pašu vertikālo līniju. Ehlotā “zināja”, ka ūdenstilpe ir aizsalusi, tāpēc aprēķinos izmantot, ka vidējais skaņas izplatīšanās ātrums ūdenī ir 1500 m/s, savukārt ledū – 3100 m/s.



Attēls 3: Grafikā parādīts, cik dziļi atrodas ledus/ūdens robežvirsmas un ūdens/gultnes robežvirsmas atkarībā no koordinātas, kurā raidīts signāls.

- E. (3 punkti) Izmantojot Att. 2 un augstāk doto informāciju, uzzīmē grafiku, kurā attēloti laiki, kuros saņemti skaņas signāli no gultnes, atkarībā no koordinātas! Izmanto tukšo grafiku uzdevuma beigās!

Lai arī ūdenstilpes dziļuma aprēķinam tiek izmantota vidējā skaņas viļņu izplatīšanās ātruma vērtība ūdenī, šis skaņas ātrums nav konstants (skatīt Att. 3).



Attēls 4: Grafikā zemāk redzams, ka skaņas ātrums mainās atkarībā no dziļuma jūrā (uz  $x$  ass attēlotas skaņas ātruma vērtības (m/s), uz  $y$  ass atzīmēts dziļums zem jūras līmeņa (m))

- F. (2 punkti) Novērtēt eholota maksimālo attāluma mērīšanas kļūdu procentos, ja eholota iestatījumos skaņas ātrums ir 1500 m/s un jūras dziļums nepārsniedz 4 km. Ūdenstilpei nav ledus.

Uzdevumam E paredzētā atbilžu lapa, kurā jāattēlo atbilde (melnrakstam un tīrrakstam):

