

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

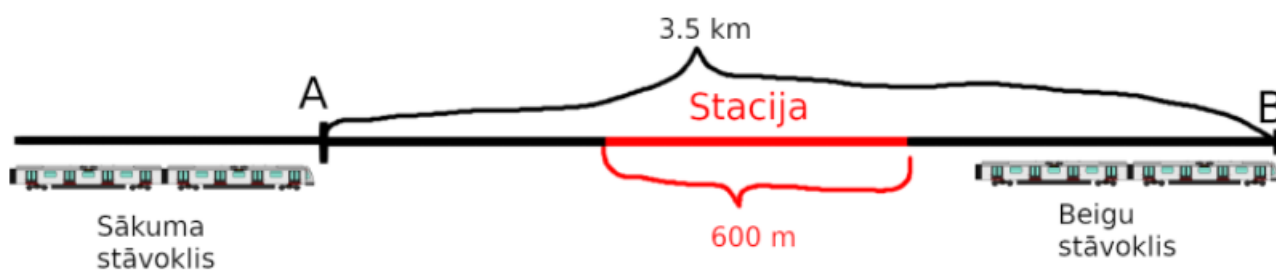
## Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

### Fizikas valsts 72. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 9. klasei

#### 9 – 1 Rail Baltica

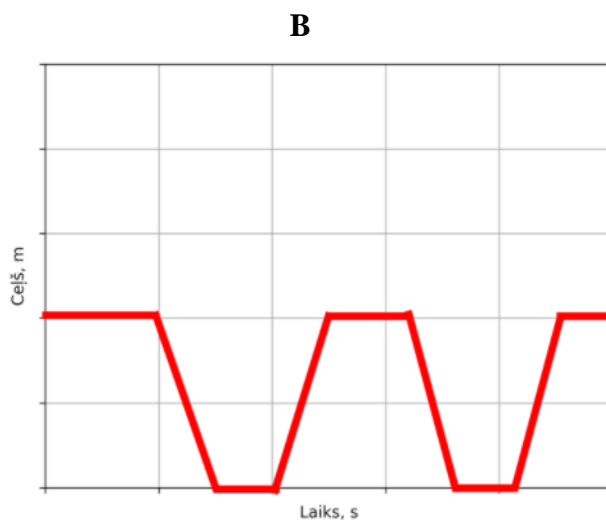
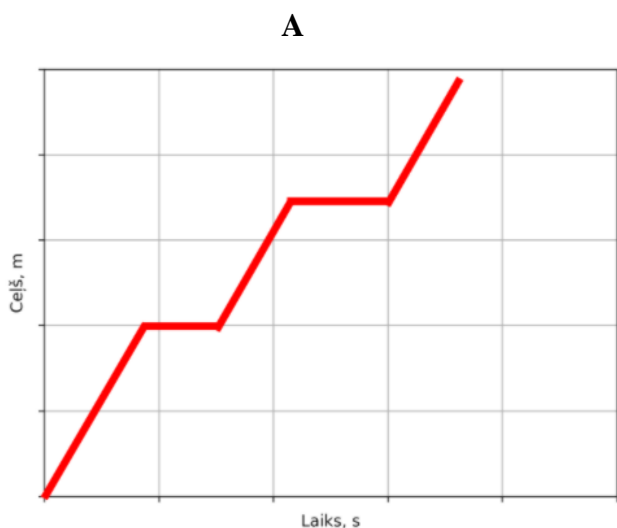
Visa uzdevuma laikā, apskatot kustību, var pieņemt, ka ātrums tiek izmainīts momentāni, un paātrināšanos un palēnināšanos šajā uzdevumā sīkāk neapskata.

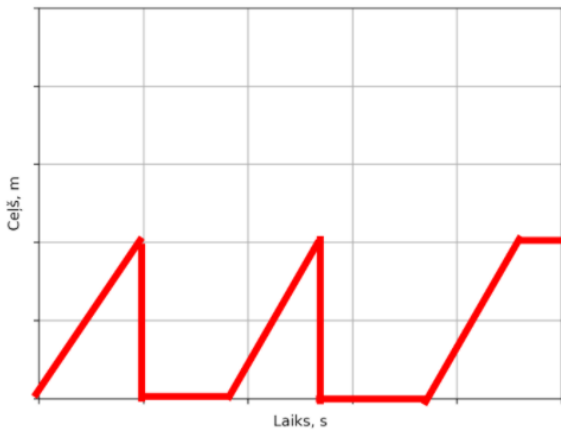
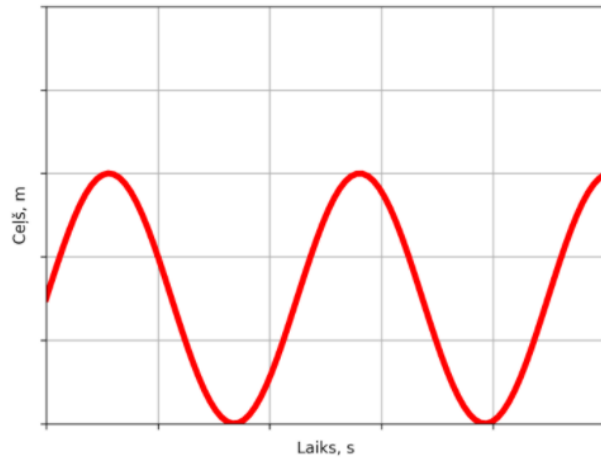
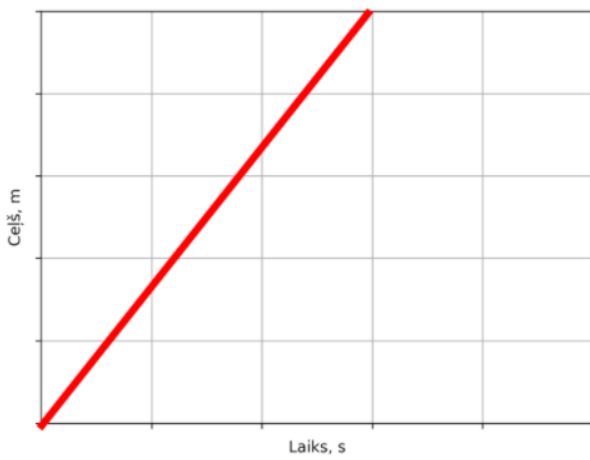
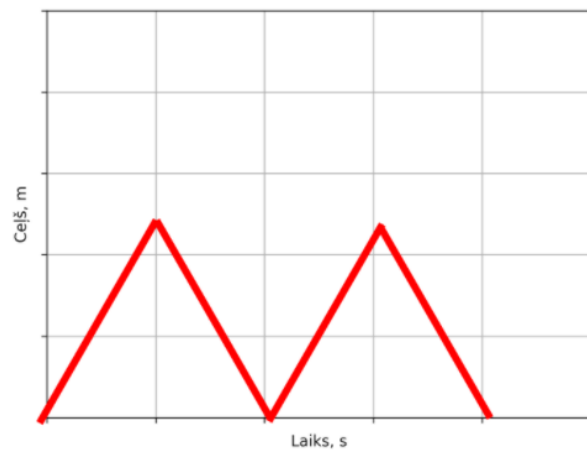
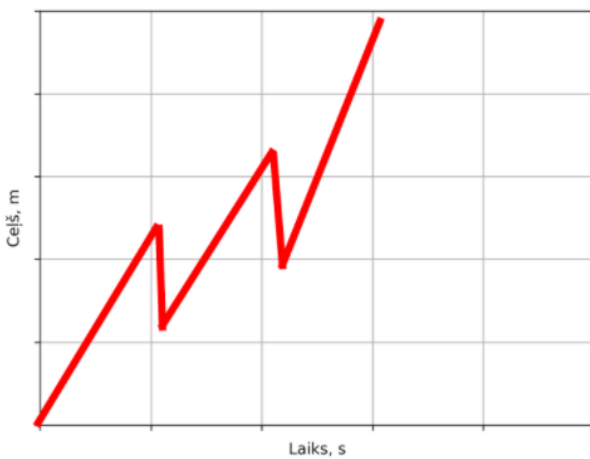
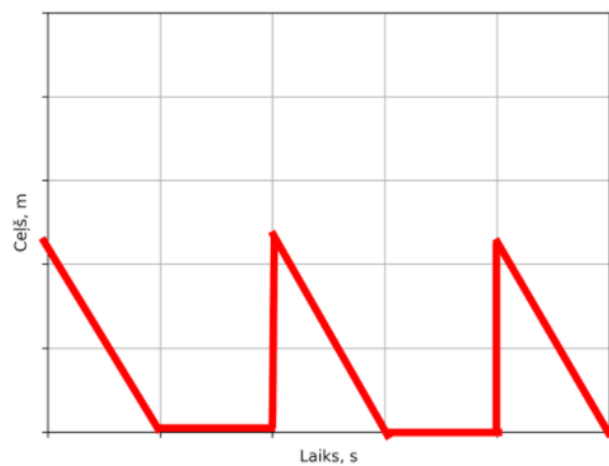
1. Vilciens, kura garums ir 75 m un pilnā masa ir 450 t, uzsāk ceļu, izbraucot no punkta A, un beidz ceļu, iebraucot punktā B. Starp A un B ir 3,5 km. Starp šiem punktiem ir stacija, kuras teritorijas garums ir 600 m. Attēls nav dots mērogā.



Vilciens šajā stacijā nepietur, taču kamēr jebkura vilciena daļa atrodas tās teritorijā, tam jāpārvietojas ar ātrumu 15 km/h. Cik ilgu laiku vajadzēja, lai aizbrauktu no A līdz B, ja vilciena ātrums (ārpus stacijas) ir 140 km/h? (1 p)  $t = \dots$  s

2. Kurš grafiks visprecīzāk raksturo situāciju - vilciens brauc no Rīgas uz Viļņu ar konstantu ātrumu, pa ceļam apstājoties divās stacijās? Grafikos attēlota veiktā ceļa atkarība no laika kopš kustības sākuma. (1 p)



**C****D****E****F****G****H**

3. No Tallinas izbrauc kravās vilciens maršrutā Tallina-Rīga-Kauņa, kas pārvietojas ar 120 km/h. Attālums starp Tallinu un Rīgu ir 300 km, bet starp Rīgu un Kauņu ir 240 km. Taču posms Rīga-Kauņa ir aizsnidzis, tāpēc no Rīgas uz Kauņu dodas sniega tīrītāju brigāde, kas stundas laikā spēj notīrīt 30 km sliežu.

Cikos ir pēdējais laiks sniega tīrītājiem izbaukt no Rīgas, lai kravas vilciens, kas no Tallinas atiet plkst. 17.30 un Rīgā pietur uz 45 min, ierastos Kauņā bez kavēšanas? Kravas vilciens nevar braukt pa nenotīrītām sliedēm un nevar apdzīt sniega tīrītājus. (1 p)

Sniega tīrītājiem jāizbrauc no Rīgas plkst. ....

4. Attālums no Tallinas līdz Latvijas robežai (pa Rail Baltica trasi) ir 180 km. No Tallinas uz Rīgu izbrauc pasažieru vilciens, kas pārvietojas ar ātrumu 250 km/h, tajā pašā laikā no Rīgas uz Tallinu izbrauc kravas vilciens, kura ātrums ir 120 km/h. Attālums starp Tallinu un Rīgu ir 300 km.

A Pēc cik ilga laika vilcieni viens otram pabrauks garām? (1 p)  $t = \dots$  h

B Cik km attālumā no Latvijas – Igaunijas robežas (pa Rail Baltica trasi) vilcieni pabrauks viens otram garām? Kurā robežas pusē tas notiks?

Vilcieni viens otram pabrauks garām, kad vilcieni atradīsies .... km attālumā no Latvijas – Igaunijas robežas Latvijas/Igaunijas pusē. (2 x 0.5 p)

5. Sliedēs ik pa apmēram 25 m ir spraugas, lai tām termiskās izplešanās dēļ būtu kur izplesties un tās neizliektos.

A Cik pilnu apgriezību veiks vilciena riteņi starp divām šādām spraugām, ja riteņu diametrs ir 1050 mm? (1 p)  $N = \dots$  pilni apgriezieni



2 savienotas sliedes, ar spraugu priekš termiskās izplešanās  
[Draceane, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons](#)

B Anna bija pamanījusi, ka vilcienam braucot pāri termiskās izplešanās spraugām sliedēs, rodas raksturīgas “klak-klak” skaņas. Viņa zināja, ka

- attālums starp šīm spraugām ir 25 m;
- attālums starp vagona priekšējiem un aizmugurējiem riteņiem nepārsniedz 25 m;
- vilciens brauc ar konstantu ātrumu

Anna uzmanīgi mērīja laiku. Starp pirmo un otro “klak” skaņu pagāja 0.490 sekundes, bet starp otro un trešo “klak” pagāja 0.135 sekundes. Uzdevuma risināšanas laikā pieņemt, ka vagona priekšā un aizmugurē ir viens pāris riteņu (skaņa vagona priekšā un aizmugurē rodas vienreiz).

B1 Ar cik lielu ātrumu pārvietojās vilciens? (1 p)  $v = \dots$  km/h

B2 Cik liels ir attālums starp vagona priekšējiem un aizmugurējiem riteņiem? (1 p)  $l = \dots$  m

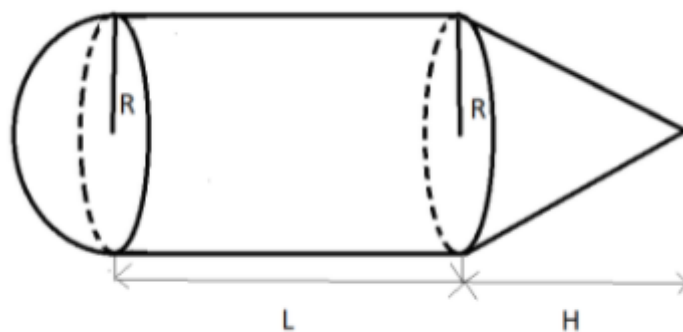
6. No Imantas uz Babīti brauc vilciens ar nemainīgu ātrumu 64.80 km/h. Iekšā vagonā Jānis nekustīgi (attiecībā pret vilcienu) sēž un ripina bumbiņu ar ātrumu 0.7 m/s (attiecībā pret vilcienu) pretēji vilciena kustības virzienam. Gar dzelzceļu iet veloceļš, pa kuru Pēteris brauc ar velosipēdu arī no Imantas uz Babīti ar nemainīgu ātrumu 29.52 km/h.

A Ar cik lielu ātrumu pārvietojas bumbiņa no Pētera skatupunkta? Ātruma pozitīvais virziens ir no Imantas uz Babīti. (1 p)  $v_{bP} = \dots$  m/s

B Vagona garums ir 21 metrs un bumbiņa tiek ripināta no vagona viena gala līdz otram. Tiklīdz tā atduras pret vagona sienu, tā sāk pārvietoties kopā ar vilcienu (bumbiņas ātrums ir vienāds ar vilciena ātrumu). Ja Jānis sāk ripināt bumbiņu tiklīdz Pēteris un bumbiņa ir vienā punktā, tad cik liels būs attālums starp Pēteri un bumbiņu pēc 45 sekundēm? (1 p)  $s = \dots$  m

## 9 – 2 Zemūdene

Zemūdene ir transporta līdzeklis, kas spēj peldēt gan pa ūdens virsmu, gan zem ūdens. Zemūdenes tiek izmantotas gan pētniecībai, gan militārajām vajadzībām. Šajā uzdevumā aplūkosim to, kādi spēki iedarbojas uz zemūdeni un kā šo spēku ietekmē zemūdene spēj peldēt un grimt.



1.att.

Pieņemsim, ka zemūdeni veido konuss, cilindrs un puslode kā parādīts 1. attēlā.

Brīvās krišanas paātrinājums  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Dažādu figūru tilpuma aprēķināšanas formulas:

$$V_{\text{cilindram}} = \pi R^2 L$$

$$V_{\text{konusam}} = \frac{1}{3} \pi R^2 H$$

$$V_{\text{odei}} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

1. Cik liels ir zemūdenes tilpums, ja  $R = 6 \text{ m}$ ,  $L = 100 \text{ m}$  un  $H = 24 \text{ m}$ ? (1 p)  $V = \dots \text{ m}^3$

2. Zemūdene peld pa jūras virsmu un ir zināms, ka uz to iedarbojas 184 MN liels Arhimēda spēks  $F_A$ . Cik liels ir zemūdenes vidējais blīvums  $\rho_{\text{vid}}$ , ja zemūdenes tilpums  $V = 20\,000 \text{ m}^3$  (atšķiras no iepriekš aprēķinātā)? (1 p)

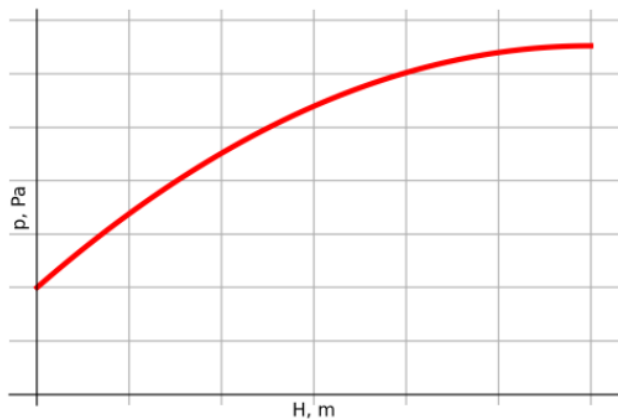
$$\rho_{\text{vid}} = \dots \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

3. Zemūdene peld pa jūras virsmu un ir zināms, ka zemūdenes vidējais blīvums  $\rho_{\text{vid}} = 885 \text{ kg/m}^3$  (atšķiras no iepriekš aprēķinātā). Cik liela daļa no zemūdenes atradīsies virs ūdens, ja ūdens blīvums  $\rho_{\text{ūd}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ? (1 p)

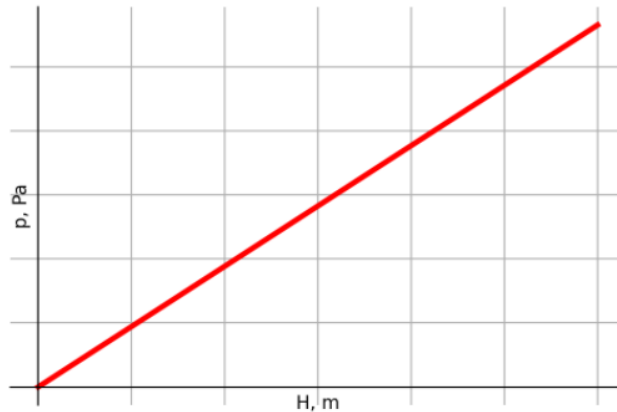
$$\frac{V_{\text{virs}}}{V} = \dots$$

4. Kurš no grafiem attēlo ūdens spiediena  $p$  atkarību no ūdens dziļuma  $H$  jūrā. Pieņemsim, ka ūdens blīvums nemainās atkarībā no ūdens dziļuma. (1 p)

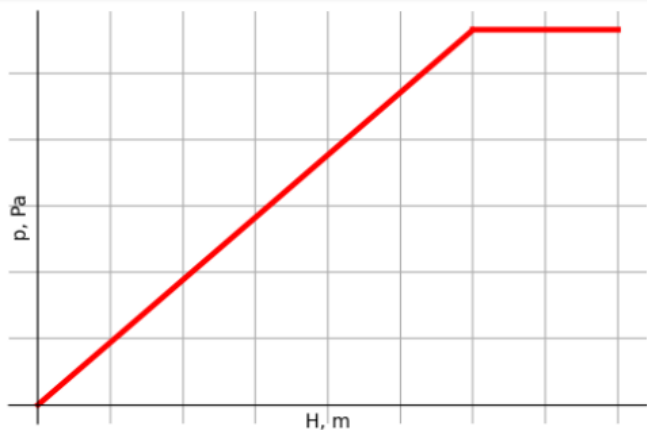
A



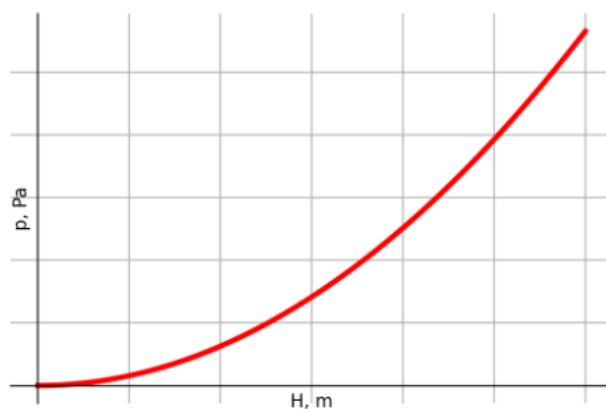
B



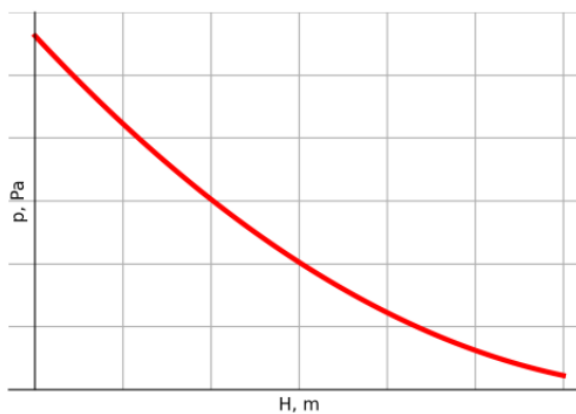
C



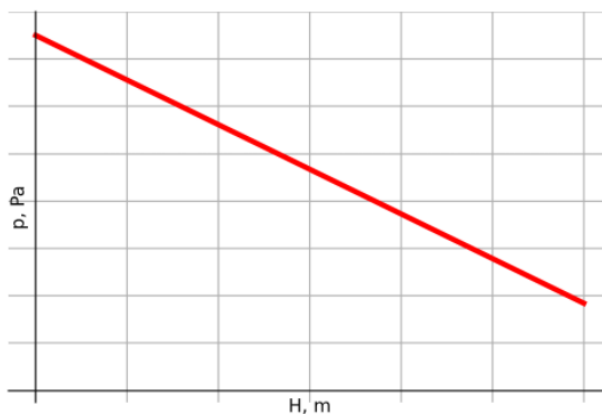
D



E

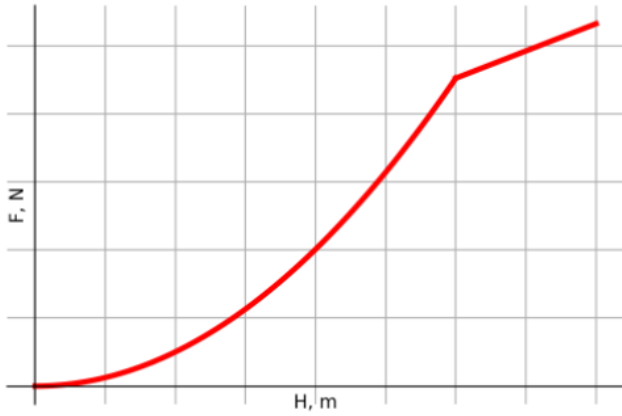


F

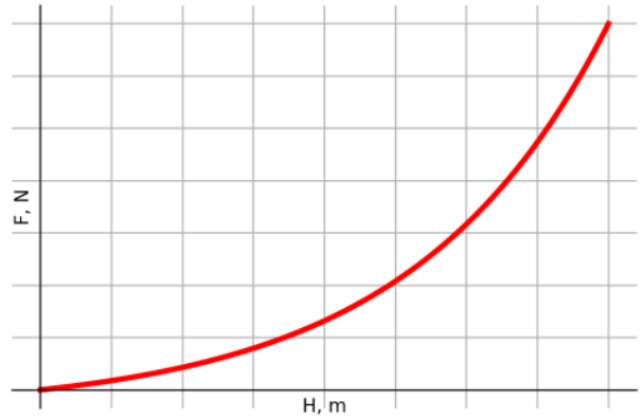


5. Zemūdeni pēc tās izgatavošanas lēnām ar konstantu ātrumu iegremdē ūdenī. Kurš no grafikiem visprecīzāk attēlo Arhimēda spēka  $F_A$ , kas iedarbojas uz zemūdeni, atkarību no dziļuma  $H$ ? (1 p)

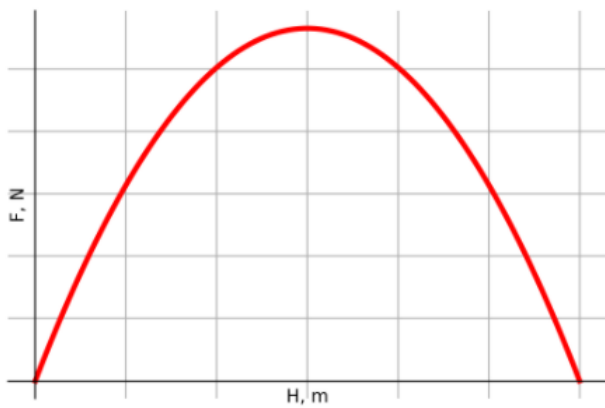
A



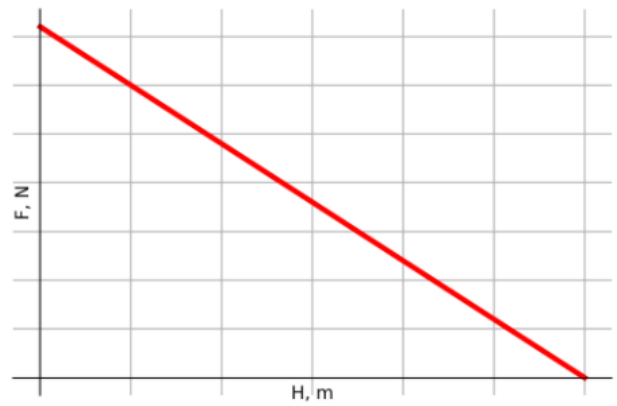
B



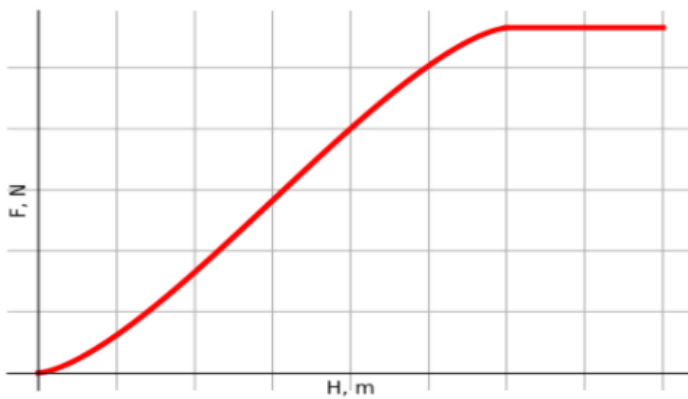
C



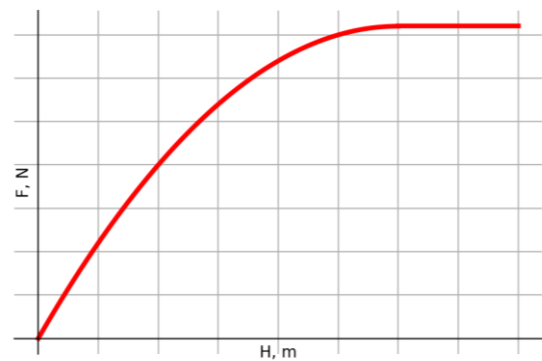
D



E



F

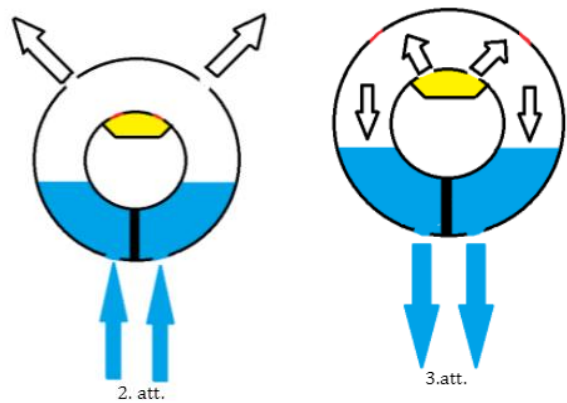


6. Zemūdene atrodas pilnībā zem ūdens. Tās masa ir  $m = 13\,750\text{ t}$  un tilpums  $V = 14\,500\text{ m}^3$ . Ūdens blīvums ir  $\rho_{\text{ūd}} = 1000\text{ kg/m}^3$ .

Lai zemūdene peldētu esošajā dziļumā un nepārvietotos uz augšu/uz leju, (0,25 p), tai vajag pievienot/atņemt (0,25 p)  $m = \dots\text{ t}$  (0,5 p)

7. Lai zemūdene varētu nirt un atkal uzpeldēt līdz ūdens virsmai, tā spēj iesūknēt un izsūknēt apkārtējo ūdeni, tādējādi attiecīgi palielinot vai samazinot zemūdenes kopējo masu.

Attēlos ir parādīta vienkāršotas šādas ūdens tvertnes darbība. Ja vēlas ar zemūdeni ienirt ūdenī, tad šo ūdens tvertni piepilda ar ūdeni un no tās izlaiž gaisu, kā parādīts 2. att. Ja vēlas atkal uzpeldēt līdz ūdens virsmai, tad ūdens tvertnē tiek ielaists saspiegsts gaiss, kas no ūdens tvertnes izspiež ūdeni (3. att.).



Kā ir jāizmaina ūdens daudzums tvertnē, lai zemūdene saglabātu savu dziļumu? (4 x 0,5 p)

**A** Zemūdene, peldot horizontāli - paralēli ūdens virsmai dziļi zem ūdens, iepeld apgabalā, kur Zemes brīvās krišanas paātrinājums  $g$  ir par  $0,01 \text{ m/s}^2$  lielāks, nekā tas bija iepriekš. Lai zemūdene saglabātu savu dziļumu, ūdens daudzums tvertnē nav jāmaina/jāpalielina/jāsamazina.

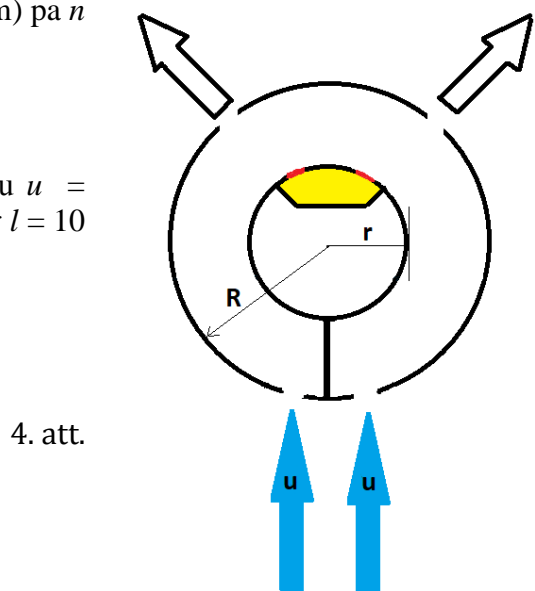
**B** Zemūdene, peldot pa jūras virsmu, iepeld apgabalā, kur Zemes brīvās krišanas paātrinājums  $g$  ir par  $0,01 \text{ m/s}^2$  lielāks, nekā tas bija iepriekš. Lai zemūdene saglabātu savu dziļumu, ūdens daudzums tvertnē nav jāmaina/jāpalielina/jāsamazina.

**C** Zemūdene, atrodoties zem ūdens un peldot horizontāli - paralēli ūdens virsmai, no vietas, kur ūdens temperatūra ir  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , aizpeld uz vietu, kur ūdens temperatūra ir  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  (šajā temperatūrā ūdens blīvums ir vislielākais). Lai zemūdene saglabātu savu dziļumu, ūdens daudzums tvertnē nav jāmaina/jāpalielina/jāsamazina.

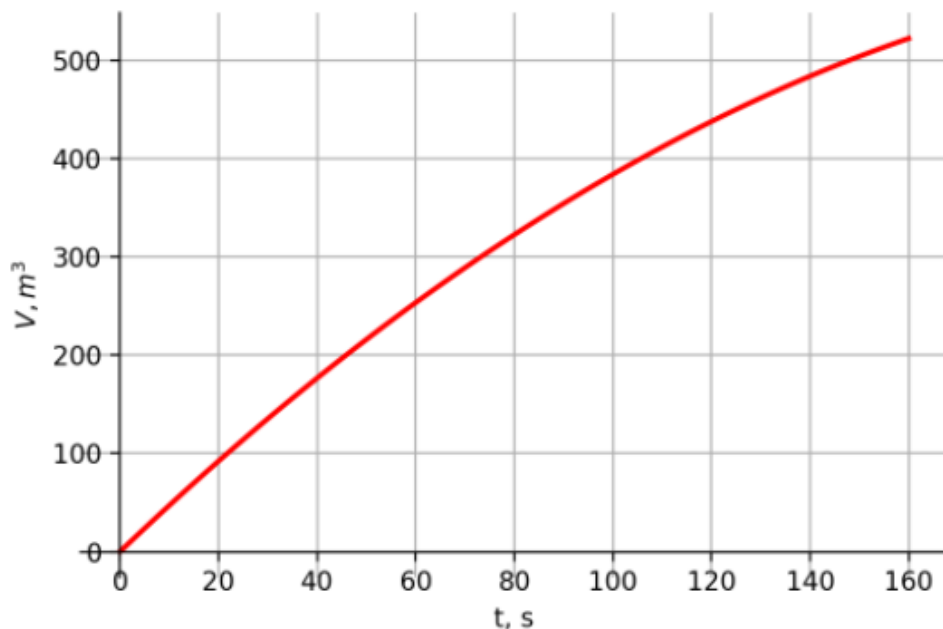
**D** Zemūdene, peldot zem ūdens, horizontāli – paralēli ūdens virsmai palielina savu ātrumu 2 reizes kustības virzienā. Lai zemūdene saglabātu savu dziļumu, ūdens daudzums tvertnē nav jāmaina/jāpalielina/jāsamazina.

8. Zemūdene uzsāka niršanu. Tās ūdens tvertnē ( $R = 6 \text{ m}$ ,  $r = 4,5 \text{ m}$ ) pa  $n = 16$  atverēm sāka plūst ūdens (4. att).

Caur katru atveri ūdens tvertnē ieplūst ūdens ar konstantu ātrumu  $u = 270 \text{ l/s}$ . Cik ilgā laikā var piepildīt šo ūdens tvertni, ja tās garums ir  $l = 10 \text{ m}$ ? (1 p)  $t = \dots \text{ s}$



9. Zemūdenei, kuras masa kopā ar ūdeni  $m = 11\,000 \text{ t}$ , lai uzpeldētu uz ūdens virsmu, ir jāatbrīvojas no tajā iesūknētā ūdens. To, cik liels ūdens tilpums ir izsūknēts no zemūdenes laika vienībā, attēlo grafiks (5.att).



5.att

Pēc cik ilga laika zemūdenes smaguma spēks būs  $F = 103,85 \text{ MN}$ ?  $\rho_{\text{ūd}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ . (1 p)  $t = \dots \text{ s}$

### 9 – 3 Meklējot Dienvidpolu

Aiz loga šobrīd ziema, kas, kā zināms, ir siltākais gadalaiks Dienvidu puslodē un, līdz ar to, Antarktīdā. Jeb citiem vārdiem sakot, ideālais brīdis, lai dotos Dienvidpola meklējumos. Sekosim kādam vientuļam polārajam pētniekam viņa ekspedīcijā un aplūkosim dažādus siltuma procesus, ar ko pētnieks saskaras planētas aukstākajā kontinentā.

1. Zemāk aprakstītas dažādas situācijas, kurās polārpētnieks cenšas saglabāt siltumu. Izvēlies siltumpārnese veidu, kuram ir noteicošā nozīme katrā situācijā. (4 × 0.25 p)

- A Naktī dodoties gulēt, polārpētnieks ietinas gan biežās dūnu segās, gan plānā follijas segā
- B Polārpētnieks regulāri maina un žāvē drēbes
- C Vējainā dienā polārpētnieks jūtas vairāk nosalis nekā citās dienās
- D Polārpētnieka tērps sastāv no vairākām kārtām dažādu materiālu drēbēm

Iespējamās atbildes:

- siltumvadīšana
- konvekcija
- siltumstarojums
- siltumietilpība
- siltumvadīšana un siltumstarojums

2. Nosaki atbilstošās temperatūras vērtības, izmantojot arī dotās temperatūras skalas.

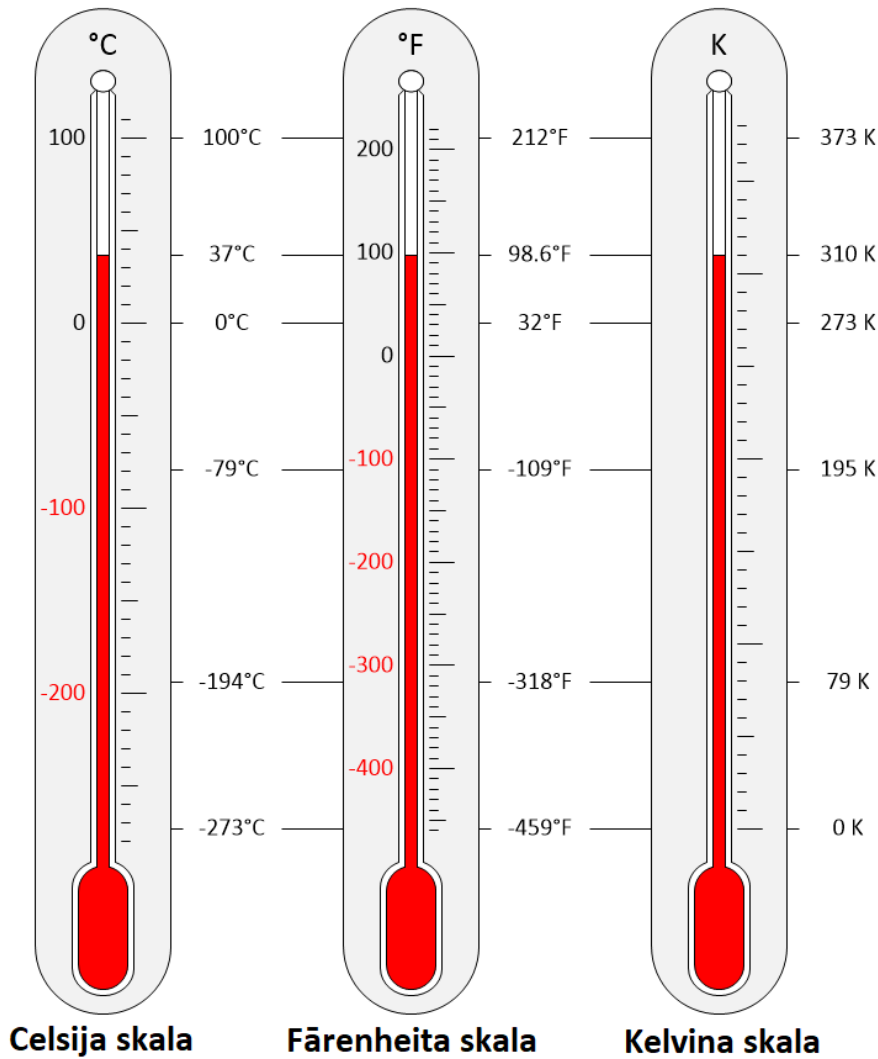
A Ziemā gaisa temperatūra Dienvidpolā var nokristies pat līdz  $-60 \text{ }^{\circ}\text{C}$  jeb ... K (0.5 p)

B Pie cik lielas temperatūras Celsija un Fārenheita skalas rāda vienādu temperatūras vērtību?  $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$  (0.5 p)

C Kāda ir attiecība starp  $1 \text{ }^{\circ}\text{F}$  un  $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ... (0.5 p)



**D** Virzoties no Antarktīdas piekrastes uz Dienvidpolu, gaisa temperatūra nokrītas par 30 K jeb ... °C (0.5 p) vai .... °F (0.5 p)



**3.** Vēloties pagatavot maltīti, polārpētnieks vienlaicīgi, vienādos traukos sildīja vienādu masu ūdeni un eļļu (sākuma temperatūra abiem šķidrumiem bija vienādas). Viņš ievēroja, ka procesa beigās eļļas temperatūra bija augstāka. Atzīmē visus iespējamus cēloņus no dotajiem: (1 p)

- A Eļļas blīvums ir lielāks nekā ūdens blīvums
- B Eļļas blīvums ir mazāks nekā ūdens blīvums
- C Eļļas siltumietilpība ir lielāka nekā ūdens siltumietilpība
- D Eļļas siltumietilpība ir mazāka nekā ūdens siltumietilpība
- E Eļļas vārīšanās temperatūra ir augstāka nekā ūdens vārīšanās temperatūra
- F Eļļas vārīšanās temperatūra ir zemāka nekā ūdens vārīšanās temperatūra

**4.** Atradis dienvidpolu, pētnieks vēlas ledū iestiprināt karogu. Lai to izdarītu, viņam ledū nepieciešams izveidot cilindrisku caurumu ar dziļumu  $h = 1$  m un diametru  $d = 0.1$  m. Tā kā ledus urbi pētnieks nav paņēmis līdzi, viņš izlemj caurumu izkausēt.

Ledus temperatūra  $T_{\text{ledus}} = -20$  °C, blīvums  $\rho_{\text{ledus}} = 920$  kg/m<sup>3</sup>, īpatnējais kušanas siltumu  $\lambda = 3.34 \times 10^5$  J/kg un īpatnējā siltumietilpība  $c_{\text{ledus}} = 2200$  J/(kg·K).

Pieņemsim, ka ūdens vārīšanās temperatūra dienvidpolā ir 90 °C, ūdens blīvums  $\rho_{\text{ūdens}} = 965$  kg/m<sup>3</sup>, ūdens siltumietilpība  $c_{\text{ūdens}} = 4200$  J/(kg·K). Cik liels ir minimālais ūdens tilpums, kas pētniekam nepieciešams, lai izkausētu atbilstoša izmēra caurumu? (1 p)  $V = \dots l$

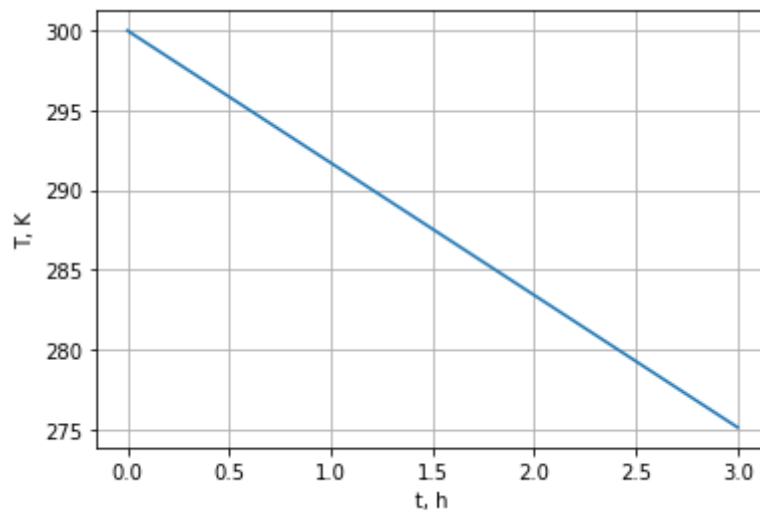
5. Kuri no minētajiem faktoriem visbūtiskāk ietekmētu atšķirību starp iepriekšējā jautājumā iegūto vērtību un nepieciešamo ūdens daudzumu, ja šādu eksperimentu veiktu dzīvē? (1.5 p)

- A Uzsildītais ūdens un izkusušais ledus caurumā sajaucas
- B Nevar kontrolēt izkusušā ledus tilpumu
- C Uzsildītais ūdens visa procesa laikā turpina iztvaikot
- D Siltais ūdens uzreiz pēc kontakta ar ledu sasilst
- E Ūdeni nav iespējams uzsildīt līdz  $90^{\circ}\text{C}$ , jo apkārtējā gaisa temperatūra ir pārāk zema
- F Ledus temperatūra 1 m dziļumā kļūs augstāka

6. Polārpētnieks dienvidpolā uzstāda telti, kas pēc formas atgādina puslodi ar diametru  $d = 5$  m. Telti viņš no iekšpuses pasilda ar gāzes krāsniņu.

Līdz cik lielai temperatūrai viņš uzsildīja gaisu teltī, patērējot  $V = 60$  l gāzes, kuras īpatnējais sadegšanas siltums  $q = 4.4 \times 10^7$  J/kg un blīvumu  $\rho_{\text{gāzes}} = 0.796$  kg/m<sup>3</sup>. Gaisa blīvums  $-30^{\circ}\text{C}$  temperatūrā  $\rho_{\text{gaisa}} = 1.451$  kg/m<sup>3</sup> un īpatnējā siltumietilpība  $c_{\text{gaisa}} = 990$  J/(kg·K). (1 p)  $T_{\text{telts}} = \dots$  K

7. Gaisa teltī tika uzsildīts līdz temperatūrai  $T_0$  (atšķiras no iepriekšējā jautājumā aprēķinātās) atdziest pēc sekojošas lineāras sakarības (skat. zīmējumu).



A Pēc cik ilga laika temperatūra teltī atdzisis līdz  $T_1 = -20^{\circ}\text{C}$ ? (1 p)  $t = \dots$  h

B Cik daudz gāzes ar īpatnējo sadegšanas siltumu  $q = 4.4 \times 10^7$  J/kg jāpatērē katru stundu, lai teltī ar ietilpību  $V_{\text{telts}} = 40$  m<sup>3</sup> uzturētu nemainīgu temperatūru?

Gaisa blīvums  $T_0 = 300$  K temperatūrā ir  $\rho_{\text{gaisa}} = 1.177$  kg/m<sup>3</sup> un īpatnējā siltumietilpība  $c_{\text{gaisa}} = 990$  J/(kg·K). Gāzes blīvums  $\rho_{\text{gāzes}} = 0.796$  kg/m<sup>3</sup>. (1 p)  $V_{\text{gāzes}} = \dots$  l