

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 71. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 11. klasei

11 – 1 Tramvajs

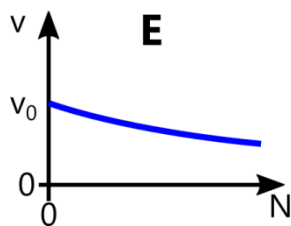
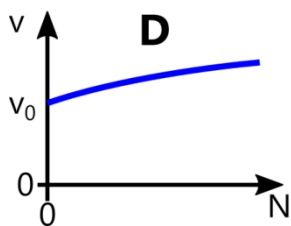
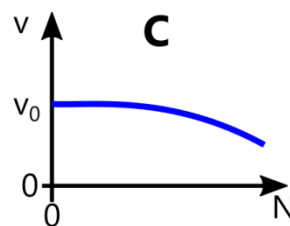
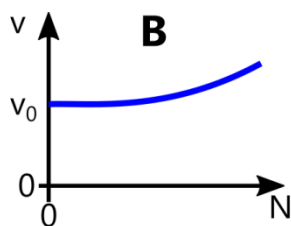
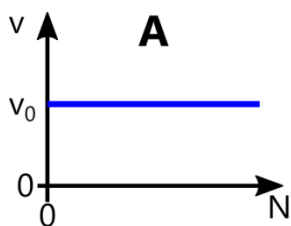
Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Šajā uzdevumā apskatīsim tramvaja kustību. Visos uzdevuma punktos, ja vien nav atrunāts savādāk, pieņemt, ka tukšā tramvaja masa $m = 21$ t, tā riteņu miera berzes koeficients $\mu_m = 0.2$, riteņu rites berzes koeficients $\mu_r = 0.01$, dzinēja lietderības koeficients $\eta = 75\%$, spriegums $U = 500$ V un ka tramvajs brauc vienmērīgi, bez izslīdēšanas, pa horizontālu ceļa posmu ar ātrumu $v_0 = 10$ m/s. Brīvās krišanas paātrinājums $g = 10$ m/s².

1. Cik liela ir tramvaja dzinēja jauda [1 p] un strāvas stiprums [0,5 p] tukšā tramvajā (bez pasažieriem) vienmērīgas kustības laikā?

Atbilde: $P =$ kW; $I =$ A

2. Kā mainās tramvaja vienmērīgās kustības ātrums atkarībā no pasažieru skaita N ? Visiem pasažieriem ir vienāda masa, dzinēja jauda paliek nemainīga. [1 p]



3. Cik liels ir tukša tramvaja maksimālais paātrinājums, tramvajam uzsākot kustību, ja riteņu rādiuss $R = 30 \text{ cm}$ un dzinējs spēj attīstīt griezes momentu (spēka momentu) līdz $M_{\max} = 6000 \text{ N}\cdot\text{m}$? [1 p]

Atbilde: $a = \boxed{} \text{ m/s}^2$

4. Ar cik lielu ātrumu tukšs tramvajs brauks kalnā, kura slīpums $\alpha = 1^\circ$ attiecībā pret horizontāli? Tramvaja jauda ir nemainīga. [1 p]

Atbilde: $v = \boxed{} \text{ m/s}$

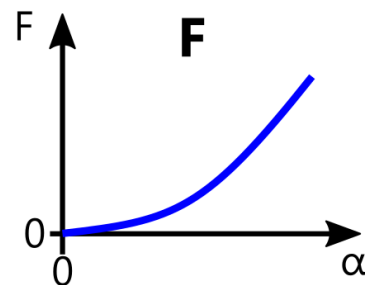
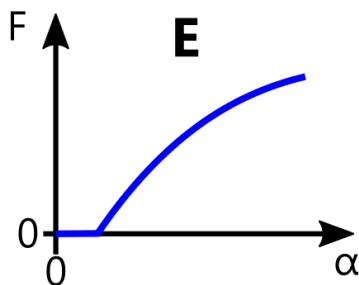
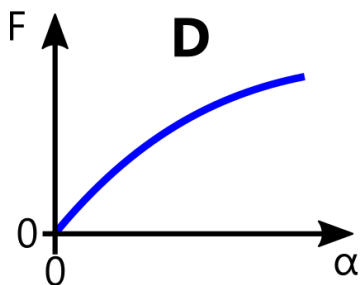
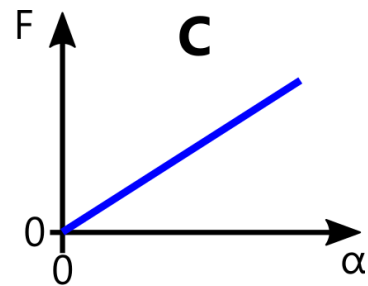
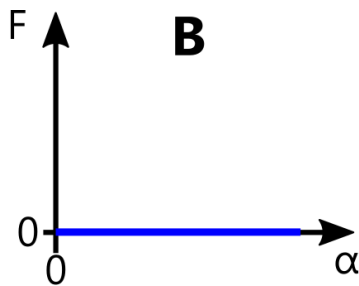
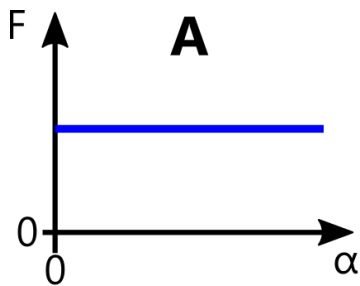
5. Cik liels ir maksimālais kalna slīpums, kādā tukšais tramvajs var stāvēt nekustīgs ar izslēgtu dzinēju, nepielietojot bremzes? [1 p]

Atbilde: $\alpha = \boxed{}^\circ$

6. A Cik liels spēks F jāpieliek pie tramvaja riteņiem, lai tukšo tramvaju, kas apstādināts ar bremzēm, noturētu nekustīgu uz kalna ar slīpumu α ? [1 p]

Atbilde: $F = \boxed{} \text{ N}$

B Kuram grafikam atbilst šī spēka atkarība no slīpuma? [0,5 p]



7. A Cik liels ir minimālais bremzēšanas ceļš tukšam tramvajam, kas brauc ar ātrumu $v_0 = 10 \text{ m/s}$, strauji bremzējot un pilnībā apstājoties? [1 p]

Atbilde: $s = \boxed{} \text{ m}$

B Kā bremsēšanas ceļš mainās atkarībā no pasažieru skaita N ? [0,5 p]

- pieaug, palielinoties N , jo pieaug inerce
- samazinās, palielinoties N , jo pieaug reakcijas un berzes spēki
- nemainās, jo paātrinājums nemainās
- var gan pieaugt, gan samazināties
- nav iespējams pateikt

8. **A** Tukšs tramvajs brauca ar ātrumu $v_0 = 10$ m/s. Par cik grādiem sasila bremzes, tramvajam strauji bremsējot un pilnīgi apstājoties?

Bremžu masa ir vienāda ar riteņu masu $m_b = m_r = 25$ kg, bremžu materiāla īpatnējā siltumietilpība $c_p = 460 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. Pieņem, ka bremzes un riteņi sasilst vienmērīgi un tik īsā laikā neatdod nozīmīgu siltuma daļu apkārtējai videi. [1 p]

Atbilde: $\Delta T =$ $^{\circ}\text{C}$

B Kā mainītos bremžu temperatūras pieaugums, ja tramvajs apstātos lēni nevis strauji? [0,5 p]

- nemainītos, jo tramvaja kinētiskās enerģijas izmaiņa abos gadījumos ir vienāda
- samazinātos, jo notiktu siltuma apmaiņa ar apkārtējo vidi
- palielinātos, jo notiktu siltuma apmaiņa ar apkārtējo vidi
- var gan samazināties, gan palielināties
- nav iespējams pateikt

11 – 2 Ūdens bedrē

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Uzdevumā apskatīsim situāciju ar bedri, no kuras jāizsūkņē ūdens. Mums nav nekādu sūkņu, bet ir caurule, un bedre atrodas kalnā. Parasti izsūkņēšanu var panākt, ielejot ūdeni caurulē tā, lai visa caurule būtu pilna ar ūdeni, tad, aizspiežot caurules brīvo galu un cauruli noliekot citā stāvoklī – ūdens sāk tecēt pa cauruli ārā no bedres.

Šajā uzdevumā pieņemsim, ka virsmas spraigums ir pietiekami liels, lai neļautu caurulē gaisam plūst garām ūdenim, bet pietiekami mazs, lai virsmas spraiguma radīto spiedienu varētu neņemt vērā, rēķinot spiedienu caurulē. Var pieņemsim, ka caurules šķērsriezuma laukums visās vietās ir vienāds un nemainīgs.

Atmosfēras spiediens zemes tuvumā: $p_{atm} = 1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$

Ūdens blīvums: $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

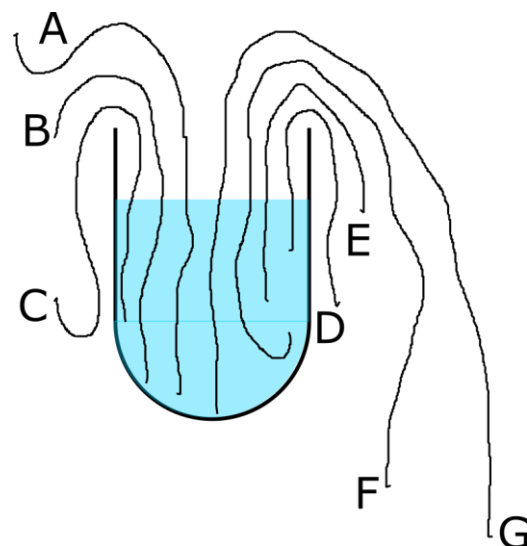
Brīvās krišanas paātrinājums: $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

1.

A Kurā no attēlā dotajām situācijām ūdens tecēs ārā pa caurules brīvo galu (par brīvo galu saucam to caurules galu, kas atrodas ārpus bedres), ja caurules ir pilnas ar ūdeni (skatīt attēlu)?

Atzīmē visas pareizās atbildes! [1 p]

- A
- B
- C
- D
- E
- F



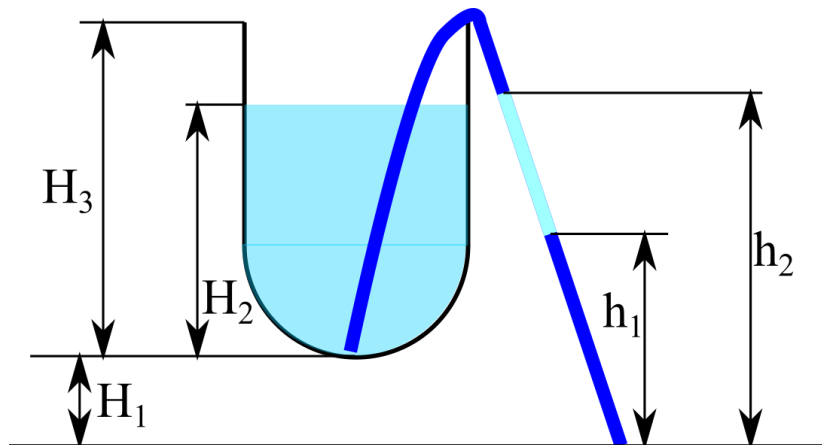
B Kurā no attēlā dotajām situācijām ūdens pilnībā iztecēs no bedres (skat. attēlu). Atzīmē visas pareizās atbildes! [1 p]

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G

2.

Apskatīsim vienas caurules novietojumu. Daļā no caurules ir iekļuvis gaiss (kā redzams attēlā, gaiss aizpilda caurules posmu starp augstumiem h_1 un h_2). Šo ieslodzīto gaisu tālākā uzdevumā sauksim

par “burbuli”. Augstumu atšķirība starp bedres apakšu un caurules apakšējo galu ir H_1 , ūdens līmenis bedrē ir H_2 , caurules augstākā punkta augstums ir H_3 .



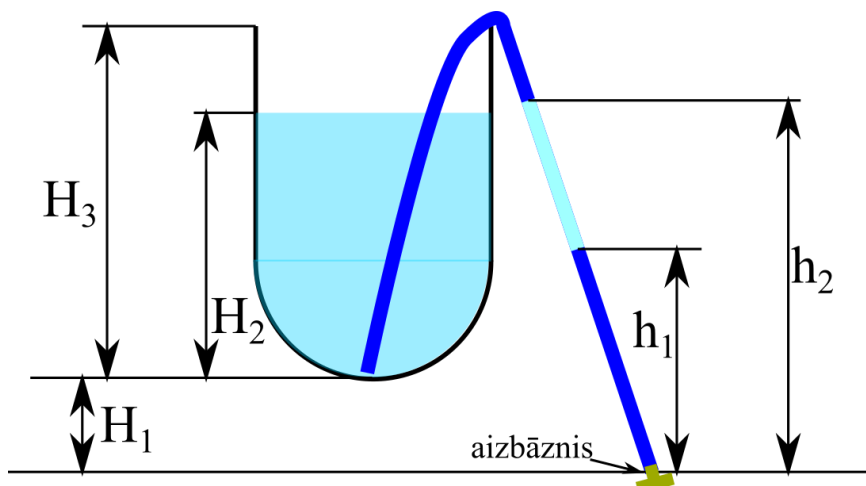
Kādaī sakarībai jāizpildās starp augstumiem h_1 un h_2 , lai ūdens tecētu ārā no bedres? [1 p]

Atbilde:

- $h_2 < H_1$
- $h_2 < H_1 + H_2$
- $h_2 < H_1 + H_3$
- $h_2 < H_1 + H_3 - H_2$
- $h_2 - h_1 < H_1$
- $h_2 - h_1 < H_2$
- $h_2 - h_1 < H_3$
- $h_2 - h_1 < H_1 + H_2$
- $h_2 - h_1 < H_1 + H_3$
- $h_2 - h_1 < H_1 + H_3 - H_2$
- $h_2 - h_1 < H_3 - H_2$

3.

Apskatīsim situāciju, kad sākuma momentā $H_1 = 0,2$ m, $H_2 = 0,8$ m, $H_3 = 1,8$ m, $h_1 = 1,5$ m, $h_2 = 2,0$ m. Caurules brīvais gals ir noslēgts ar aizbāzni tā, ka šķidrums caurulē nekustās.



A Cik liels ir gaisa spiediens “burbulī”? [1 p]

Atbilde: $p =$ Pa

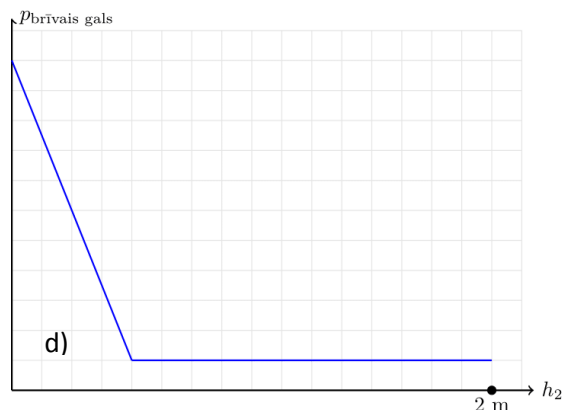
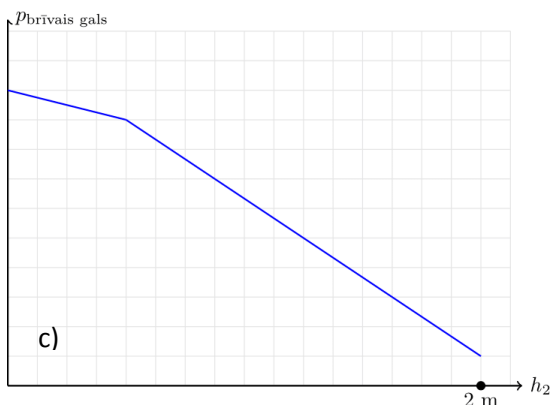
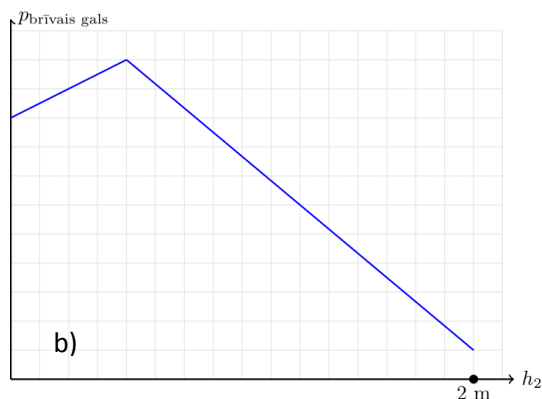
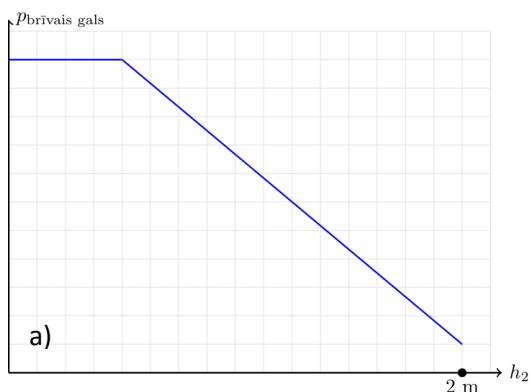
B Pieņemsim, ka gaisa spiediens “burbulī” ir $p = 1,5 \times 10^5$ Pa (var atšķirties no iepriekš izrēķinātā). Cik liels ir gaisa blīvums šajā “burbulī”, ja gaisa temperatūra ir $T = 20^\circ\text{C}$, gaisa molmasa ir $M = 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ un universālā gāzu konstante ir $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\times\text{K}}$. [1 p]

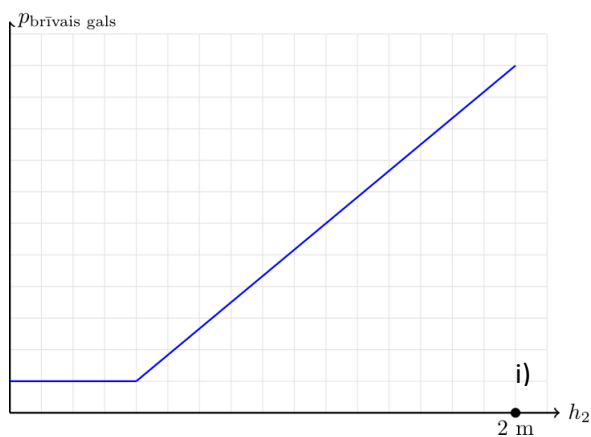
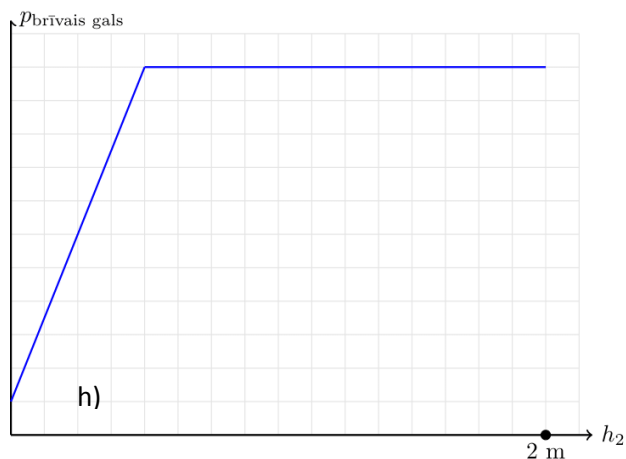
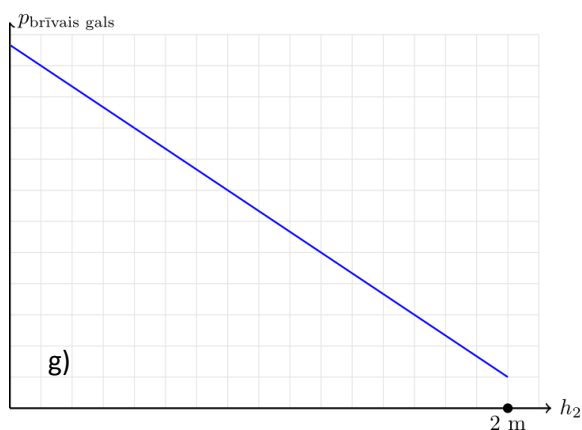
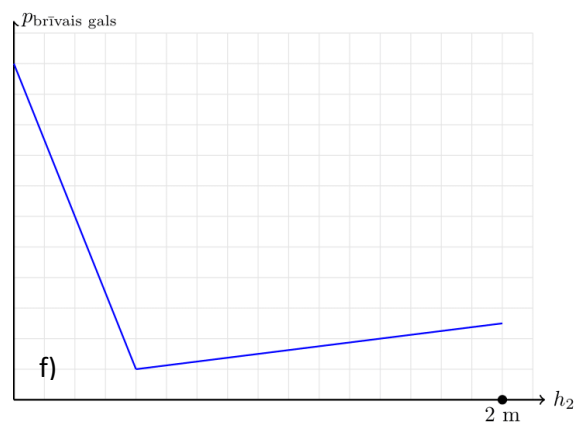
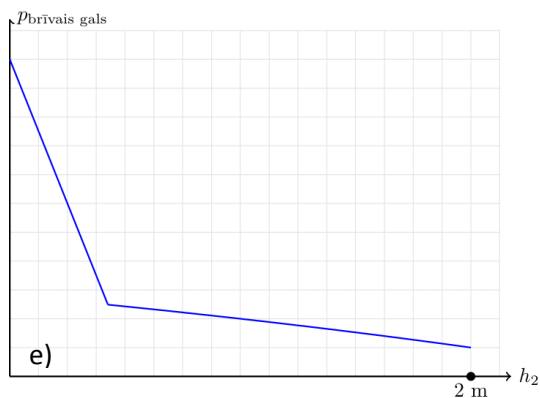
Atbilde: $\rho_{\text{gaisa}} =$ kg/m^3

C Ūdens sāk ļoti lēnām tecēt ārā garām aizbāzņim pa caurules brīvo galu. Cik liela ir h_{1b} vērtība, kad h_2 ir samazinājies līdz vērtībai $h_{2b} = 1,0$ m. Aprēķiniem izmantot spiediena vērtību burbulī, kas iegūta 3A punkta risinājumā. [1 p]

Atbilde: $h_{1b} =$ m

D Kurš grafiks visprecīzāk parāda spiediena caurulē - caurules brīvajā galā (kur ir aizbāzņis) - atkarību no “burbuļa” augšējās robežas h_2 ? [1 p]





4A Cik liels ir maksimālais bedres dziļums, no kura ir iespējams izsūknēt parastu ūdeni, izmantojot uzdevumā aprakstīto metodi? [1 p]

Atbilde: $H_{max} =$ m

B Parastu ūdeni nav iespējams izsūknēt no dziļākas bedres, kā izrēķināts iepriekšējā punktā, ar uzdevumā aprakstīto metodi, jo, sūknējot no dziļākas bedres, caurules augstākajā punktā: [1 p]

- Gravitācijas spēks maina virzienu
- Ūdens gravitācijas potenciālā enerģija kļūst negatīva
- Ūdens iztvaiko
- Ūdens kļūst amorfs
- Virsmas spraigums kļūst negatīvs

C Esam panākuši, ka ūdens tek ārā no bedres pa caurules brīvo galu un caurulē nav gaisa “burbuļu”. Kas ir jāizmaina, lai ievērojami palielinātu ūdens tecēšanas ātrumu (pārējie parametri paliek nemainīgi)? Norādi visus iespējamus atbilžu variantus. **[1 p]**

- Caurules brīvais gals jānovieto zemāk
- Caurules brīvais gals jānovieto augstāk
- Jāizvēlas īsāka caurule
- Jāizvēlas garāka caurule
- Caurules augstākais punkts jāpārvieto augstāk
- Caurules augstākais punkts jānovieto zemāk

11 – 3 Nirējs

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Nirēja gaisa balona tilpums ir $V_b = 10 \text{ l}$ un tas ir uzpildīts ar gaisu $p_b = 20 \text{ MPa}$ spiedienā. Nirējam ir akvalangs, kura konstrukcija nodrošina to, ka gaisa, kas nonāk plaušās, spiediens vienmēr ir vienāds ar apkārtējās vides spiedienu.

Atmosfēras spiediens ir $0,1 \text{ MPa}$. Brīvās krišanas paātrinājums $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Ūdens blīvums $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$. Universālā gāzu konstante $R = 8,31 \text{ J/(mol}\times\text{K)}$.

1.

A Ja gaiss balonā tiek iztērēts, ka tā spiediens paliek $0,2 \text{ MPa}$, vai drīkst uzskatīt, ka ir atlicis 1% no pieejamā gaisa? [1 p]

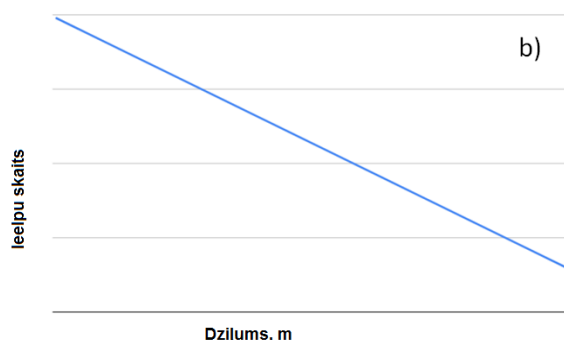
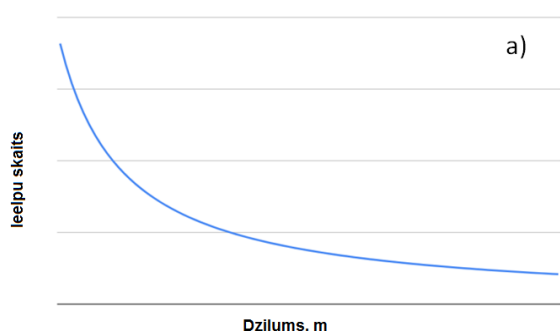
Atbilde

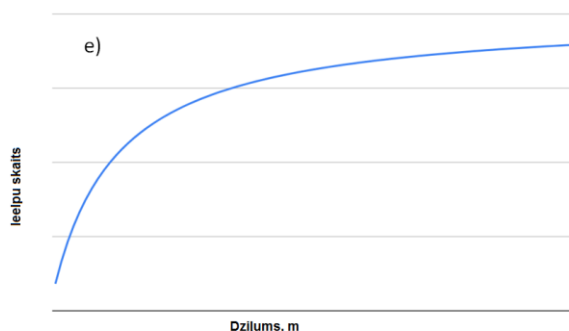
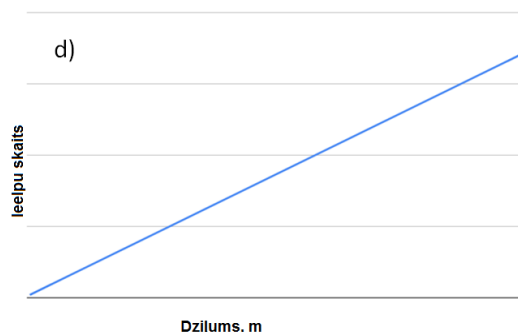
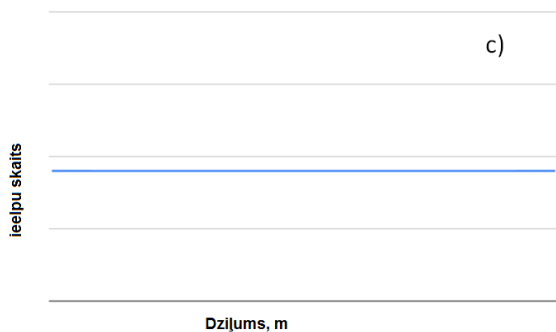
- jā, jo ir iztērēti 99% no spiediena
- nē, jo nebūs iespējams izmantot palikušo gaisu, kad balona spiediens sasniegs apkārtējās vides spiedienu
- nē, jo palikušā gaisa atkarība no balona spiediena ir logaritmiska
- nē, jo palikušā gaisa atkarība no balona spiediena ir kvadrātiska
- nē, jo balona lietošanā spiedienam jābūt konstantam

B Ja nirējs vienā ieelpā ieelpo $V_i = 2 \text{ l}$ gaisa viņam apkārt esošās vides spiedienā. cik ieelpas viņš varēs veikt no sākotnēji pilnā gaisa balona, atrodoties vidē, kuras spiediens ir vienāds ar atmosfēras spiedienu? [1 p]

Atbilde: $N =$

C Kā nirēja maksimālais ieelpu skaits ir atkarīgs no nirēja dziļuma zem ūdens? [1 p]





D Gāzu maisījums nirēja balonā satur 21% skābekli un 79% slāpekli (tilpuma procenti). Pieņemam, ka spiediens nirēja plaušās ir vienāds ar apkārtējā ūdens spiedienu. Slāpekļa parciālspiedienam cilvēkā sasniedzot $p_{crit} = 400$ kPa sāk parādīties slāpekļa narkoze (slāpekļis vairs pilnībā nešķīst asinīs un veidojas slāpekļa burbulīši). Cik liels ir lielākais pieļaujamais dziļums, kurā var atrasties nirējs, lai vēl nesāktos slāpekļa narkoze? Atmosfēras spiediens ir 100 kPa. [1 p]

Atbilde: $h_{max} =$ m

E Slāpekļa šķīdība asinīs 2 MPa spiedienā ir par 5 moliem uz kubikmetru lielāka nekā atmosfēras spiedienā. Cik liels slāpekļa burbulīšu tilpums veidosies nirēja asinīs, ja viņš strauji uznirs no 2 MPa spiediena, kur bija iestājusies slāpekļa šķīdības piesātinājums, līdz atmosfērai. Cilvēka asiņu tilpums ir $V_{asinis} = 6$ litri. Cilvēka temperatūra ir 37°C . [1 p]

Atbilde: $V =$ l

F Nirējs ir pārāk strauji uzpeldējis un ir iestājusies slāpekļa narkoze. Kura metode palīdzētu samazināt slāpekļa burbulīšu tilpumu viņa organismā? [1 p]

Atbilde:

- ievietošana telpā ar palielinātu gaisa spiedienu
- ievietošana telpā ar samazinātu gaisa spiedienu
- nekas nepalīdzēs
- dot dzert ūdeni

G Nirējs izelpā palaiž sfērisku burbuli ar rādiusu R_1 no 10 m dziļuma. Pieņemot, ka temperatūra ir konstanti 293 K, cik reizes palielināsies burbuļa rādiuss nonākot līdz ūdens virsmai? Virsmas spraigums netiek ņemts vērā. [1 p]

Atbilde: $k =$ reizes

H Nirējiem zemās temperatūrās izraisa problēmas tas, ka ap balona regulatoru veidojas ledus. Cik lielu darbu ir veikusi gāze izplešoties, ja ap regulatoru ir izveidojušies 10 g ledus? Gan balons, gan ūdens, gan no regulatora izejošais gaiss ir 0°C temperatūrā un ledus īpatnējais kušanas siltums ir 334 kJ/kg. **[1 p]**

Atbilde: $A =$ J

2. Apskatīsim, kāpēc, lai ienirtu lielākos dziļumos, nepietiek ar garu snorkelēšanas caurulīti un nirējam ir nepieciešams akvalangs.

A Pieņemsim, ka ieelpojot gaisu, plaušu tilpums palielinās par 8% un, pirms ieelpas veikšanas, gaisa spiediens tajās ir vienāds ar apkārtējā ūdens spiedienu. Cik liels būs lielākais dziļums zem ūdens, kurā cilvēks spēs ieelpot atmosfēras gaisu? **[1 p]**

Atbilde: $h_{\max} =$ m

B Lai nodrošinātu nepieciešamo gaisa spiedienu dziļūdens niršanā bez akvalanga, tiek lietota gara caurule, kur pareizu spiedienu caurulē nodrošina uz ūdens virsmas caurulei pievienots kompresors, kas sūknē gaisu caurulē iekšā. Cik lielai jābūt kompresora jaudai, lai tas piegādātu 10 l gaisa minūtē nirējam, kas ieniris 10 m dziļumā (dziļumam atbilstošā spiedienā)? Pieņemsim, ka, gāzi saspiežot, tās temperatūra nemainās un caurulē esošā gaisa tilpums ir ļoti liels. **[1 p]**

Atbilde: $P =$ W