Valsts izglītības satura centrs

Fizikas valsts 66. olimpiāde
Otrā posma uzdevumi 9. klasei

9 - 1 Marsa visurgājējs

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

2012. gada 6. augustā uz Marsa virsmas tika nosēdināts visurgājējs "Curiosity", kura misija ir pētīt Marsa iežus, lai noteiktu dzīvības iespējamību uz šīs planētas.

1. Nosēdinot visurgājēju uz Marsa, kopējā zondes masa bija m_Z = 3893 kg. Zondes masu veido visurgājēja masa m_v = 899 kg, zinātnisko aparātu masa m_a = 75 kg un zondes nolaišanās sistēmas masa m_{ns}.

A Cik liela ir zondes nolaišanās sistēmas masa? **[1 p]**
Atbilde: m_{ns} = ☐ kg

B Cik lielu daļu no kopējās zondes masas procentuāli aizņem visurgājēja un zinātniskās aparatūras masa? **[1 p]**
Atbilde: ☐ %

C Cik liels smaguma spēks darbojas uz visurgājēju kopā ar zinātnisko aparatūru, ja brīvās krišanas paātrinājums uz Marsa ir g = 3,8 m/s^2? **[0.5 p]**
Atbilde: F_{sm} = ☐ N

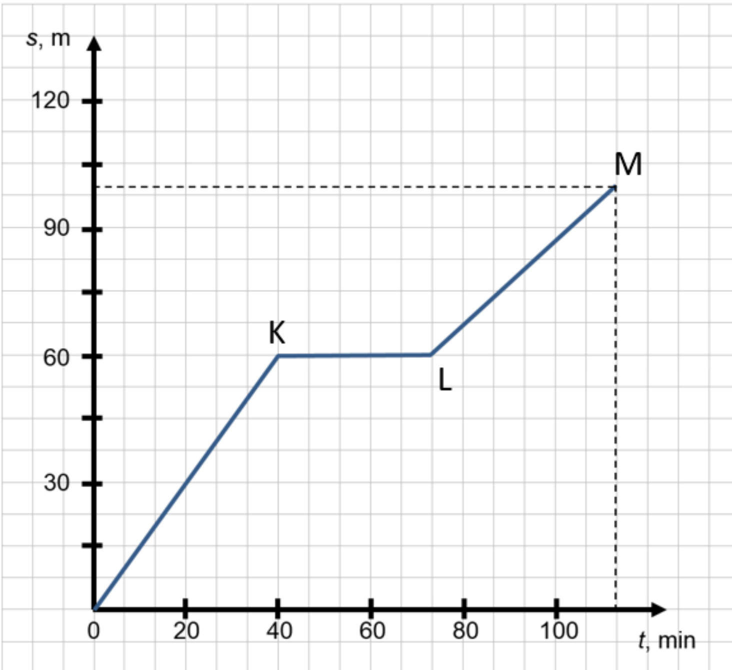
D Smaguma spēks uz Marsa, kas darbojas uz visurgājēju kopā ar zinātnisko aparatūru ir mazāks/tāds pats/lielāks salīdzinājumā ar smaguma spēku uz Zemes. **[0.5 p]**

2. Konstruējot visurgājēju, tika plānots, ka tas vidēji varētu pārvietoties ar ātrumu v_{vid} = 30 m/h, bet maksimāli ar ātrumu v_{max} = 90 m/h un spēs pārvarēt līdz H = 65 cm augstus šķēršļus. Plānots, ka tas iežu paraugus vāks 5 – 20 km rādiusā no nosēšanās vietas.

A Cik tālu pārvietotos visurgājējs Zemes diennakts laikā, ja tas pārvietotos taisnā virzienā ar plānoto vidējo ātrumu? **[1 p]**
Atbilde: s = ☐ m

B Pēc cik Zemes diennaktīm visurgājējs sasniegtu tālāko plānoto iežu vākšanas punktu, pieņemot, ka visurgājējs pārvietojas ar maksimālo ātrumu no nosēšanās vietas taisnā virzienā pa horizontālu virsmu? **[1 p] Rezultātu noapaļo līdz veselam skaitlim.**
Atbilde: t = ☐ diennaktis

C Visurgājēja ceļā uz plānoto iežu vākšanas vietu bija dažādi lielāki un mazāki šķēršļi, kas traucēja pārvietoties ar maksimālo ātrumu (skat. 1. att.).



1. att.

Izmantojot doto grafiku, atbildi uz jautājumiem **C** un **D**.

C Cik liels ir visurgājēja vidējais ātrums posmā OM? **[1 p]**
Atbilde: v_{vid} = ☐ m/h

D Kurā posmā visurgājēja vidējais ātrums bija viens un tas pats? **[1 p]**
- OL
- KM
- Abos posmos vidējais ātrums bija viens un tas pats.

3. Informācija uz Zemi no visurgājēja tiek nosūtīta ar radiosakaru palīdzību. Attālums starp Zemi un Marsu 2012. gada 6. augustā bija d_{ZM} = 248 000 000 km. Radioviļņi izplatās ar gaismas ātrumu c = 300 000 000 m/s. Attēlā iezīmēta visurgājēja nolaišanās vieta Gale krāterī - elipse, kuras platums vienā virzienā ir 25 km, bet otrā – 20 km. Nosēšanās vieta kopumā ir horizontāla, izņemot kreiso augšējo malu, kur sākās kalni (skat. 2. att.).


2. att.

A Cik ilgs laiks bija nepieciešams, lai saņemtu pirmo signālu uz Zemes no visurgājēja, pieņemot, ka signāls tika noraidīts uzreiz pēc visurgājēja nosēdināšanas uz Marsa? **[1 p]**
Atbilde: t = ☐ min

B Pieņemsim, ka pēc nosēdināšanas uz Marsa virsmas, visurgājējs sāk pārvietoties ar ātrumu v = 240 m diennaktī (**šī ātruma vērtība nesakrīt ar iepriekš aprēķināto**) taisni kalnu virzienā, noraidot uz Zemi informāciju par savām koordinātēm un kustības virzienu. Aprēķinos izmanto Zemes diennakti (24 h).

Cik liels ir mazākais attālums, kurā var atrasties visurgājējs no kalna malas, lai inženieri no Zemes paspēj noraidīt signālu un apstādināt visurgājēju pie kalnu malas, lai veiktu iežu paraugu ievākšanu pašā kalnu tuvumā? **[1 p]**
Atbilde: s = ☐ m

C Minimālais attālums starp Zemi un Marsu ir d_{ZM} = 55,76 miljoni km (Zemei atrodoties tieši starp Sauli un Marsu), maksimālais attālums $d_{ZM,\ max}$ = 401 miljons kilometru (Saulei atrodoties starp Zemi un Marsu). Cik ilgā laikā Saules gaisma nokļūst līdz Marsam, pieņemot, ka Zeme un Marss ap Sauli pārvietojas pa riņķveida orbītām? **[1 p]**

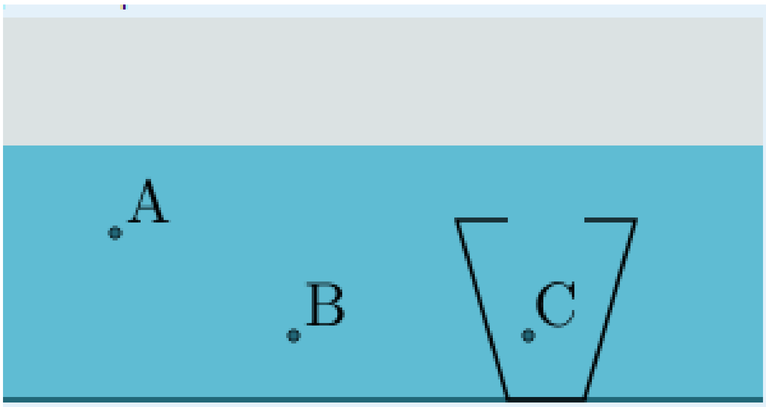
Atbilde: t = ☐ min

9 - 2 Nogrimušais kuģis

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

Zinātniski populārajā seriālā "Leģendu Mednieki" filmēšanas grupa mēģināja pārbaudīt mītu, ka kuģi, nogrimušu ezerā, var pacelt, aizpildot šo kuģi ar galda tenisa ("pingponga") bumbiņām. Izrādījās, ka tas ir iespējams. Šajā uzdevumā apskatīsim jautājumus par ķermeņu peldēšanu un pielietotās metodes fizikālo aprakstu.

1. Punkti A, B, C atrodas ezerā zem ūdens (skat. 1. att.): punkti A un B atrodas ārpus kuģa korpusa, punkts C – nogrimušā kuģa iekšienē. Kuģa tilpums ir aizpildīts ar ūdeni. Sarindojiet spiedienu dažādos punktos pēc tā lieluma.



1. att.

Atbilde: **[0.75 p]**

- $p_A < p_B = p_C$
- $p_A < p_B < p_C$
- $p_A < p_C < p_B$
- $p_C < p_A < p_B$
- $p_C = p_B < p_A$

2. Lai kuģi paceltu, to aizpilda ar galda tenisa bumbiņām. Pēc uzpeldēšanas kuģis peld ūdenī tā, ka ¾ kuģa tilpuma ir zem ūdens. Cik liela ir kuģa, kas aizpildīts ar bumbiņām, tilpuma kopējā vidējā blīvuma attiecība pret ūdens blīvumu? **[1 p]**

Atbilde:

- 1/4
- 1/3
- 4/3
- 3/4
- 2/1

3. Tika plānots realizēt šādu pašu kuģa pacelšanas procesu Nāves jūrā, kuras ūdens blīvums ir ρ_1 = 1,25 g/cm^3 lielā izšķīdināta sāļu daudzuma dēļ. Kas notiks ar kuģi eksperimenta laikā? **[0.75 p]**

Atbilde:
- tas peldēs tāpat kā iepriekš ezerā (¾ kuģa tilpuma zem ūdens)
- tas peldēs, bet augstāk nekā iepriekš ezerā
- tas peldēs, bet zemāk nekā iepriekš ezerā
- tas noslīks.

4. Kas notiks ar ūdens līmeni ezerā, ja pēc kuģa uzpeldēšanās no kuģa augšējā klāja ezerā iemet dzelzs enkuru? **[0.75 p]**

Atbilde:
- ūdens līmenis ezerā nedaudz pacelsies
- ūdens līmenis ezerā nedaudz samazināsies
- ūdens līmenis ezerā nemainīsies

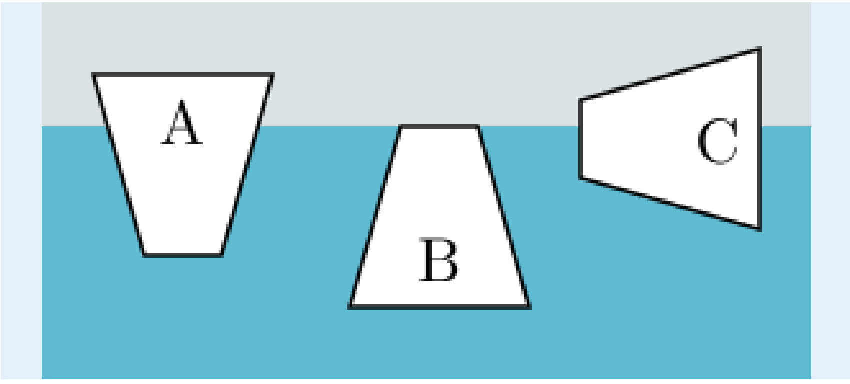
5. Lai paceltu kuģi no ezera, tika izmantotas N = 250 000 galda tenisa bumbiņas. Kad kuģa tilpumu, ko bija aizņēmis ūdens, aizpildīja ar šīm bumbiņām, sākās uzpeldēšanas process. Apskatīsim vienkāršotu modeli, pieņemot, ka kuģa korpusā vairs neatrodas ne ūdens, ne gaiss, bet to aizpilda tikai bumbiņas. Ezera ūdens blīvums ir ρ_o = 1000 kg/m^3. Bumbiņas diametrs ir vienāds ar d = 40 mm, masa ir vienāda ar m_{ob} = 2,7 g.

A Cik liels ir vienas bumbiņas vidējais blīvums? **[1 p]**
Atbilde: ρ_o = ☐ g/cm^3

B Cik liels ir galda tenisa bumbiņu kopējais tilpums, kas nodrošināja kuģa uzpeldēšanu? [**0.75 p]**
Atbilde: V_b = ☐ m^3

C Cik liela ir kuģa masa, ja kuģa korpuss ir izgatavots no tērauda ar blīvumu ρ_k = 7800 kg/m^3?
[1.5 p]
Atbilde: m_k = ☐ kg

D Kuģa pacelšana sāksies, kad kuģa iekšienē būs N = 250 000 bumbiņu. Kurā situācijā parādīts, kā peldēs kuģis pēc pacelšanas (skat. 2. att.)? **[1 p]**



2. att.

Atbilde:
- A
- B
- C

6. Iepriekš apskatītajā vienkāršotajā modelī pieņēmām, ka bumbiņas pilnībā aizņem visu kuģa tilpumu, neatstājot kuģa korpusā ne gaisu, ne ūdeni starp bumbiņām. Reāli blīvi saliekot lodītes kuģa korpusā, tās aizņem tikai 74% no aizpildītā tilpuma, starp tām paliek gaiss, jo bumbiņām ir lodveida forma nevis kuba forma.

Kuģis, kura pašmasa ir m_k = 6000 kg un kuģa kravas nodalījuma tilpums ir V_{nod} = 15 m^3, pārved bumbiņas. Kuģis ir izgatavots no tērauda, kura blīvums ρ_k = 7800 kg/m^3. Bumbiņas blīvi aizpilda kravas nodalījumu līdz augšai, bet, ņemot vērā, ka starp bumbiņām veidojas spraugas, tās aizņem φ = 74% no kravas nodalījuma tilpuma (starp bumbiņām paliek gaiss).

Kuģa korpusā izveidojas caurums pie kravas nodalījuma un tukšās vietas starp bumbiņām pakāpeniski aizpilda ūdens. Vienas bumbiņas masa ir m_{ob} = 20 g, bumbiņas diametrs d = 40 mm.

A Cik liela ir kuģa kravas nodalījumā ievietoto bumbiņu kopējā masa? **[1 p]**

Atbilde: m_b = ☐ kg

B Cik lielu daļu maksimāli no kopējā kravas nodalījuma tilpuma (procentos) var aizpildīt ūdens, lai kuģi nenogremdētu? **[1.5 p]**

Atbilde: $\frac{V_ū}{V_{nod}} =$ ☐ %

9 - 3 Enerģijas taupīšana

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

Latvijā vidējais dzīvokļa siltumenerģijas patēriņš ir robežās no 11 000 līdz 16 000 kWh (apkures sezonā). Vai tas ir daudz? Ar šo enerģiju varētu nodrošināt, ka, piemēram, elektroautomobīlis *Chevrolet Volt* varētu nobraukt ap 80 000 km jeb divas reizes apkārt Zemeslodei. Tādēļ ir ļoti saprotama cilvēku vēlme samazināt enerģijas patēriņu, kas lietots sildīšanai un apkurei. Viena no metodēm, kā to izdarīt, ir apskatīta šajā uzdevumā, izmantojot vienkāršotu piemēru.

1. Pavāram nepieciešami V = 10 l vārīta ūdens. Ūdens sākuma temperatūra ir t_o = 20 °C. Ūdens īpatnējā siltumietilpība ir c = 4200 J/(kg·^{0}C). Ūdens blīvums ir 1000 kg/m^3. Siltuma zudumus var neievērot.

A Cik liela ir nepieciešamā ūdens masa m = ☐ kg **[0.5 p]**.

B Cik liels siltuma daudzums tiks patērēts ūdens sasildīšanai līdz vārīšanās temperatūrai, ja visu ūdens daudzumu silda vienlaicīgi? *Piezīme: 1 kilokalorija (kcal) ir siltuma daudzums, kas vajadzīgs, lai 1 kg ūdens uzsildītu par 1 °C.*

Atbilde: Q = ☐ J **[1 p]** = ☐ kcal **[0.5 p].**

2. Pavāram ir iespēja samazināt siltuma enerģiju, kas nepieciešama V = 10 l vārīta ūdens iegūšanai. Ūdens sākuma temperatūra ir t_o = 20 ^{o}C. Metodes ideja ir sekojoša:

A Sadala ūdeni divās vienādās daļās un vienu ūdens daļu uzsilda līdz t = 100 ^{0}C, patērējot Q_1 = ☐ J lielu siltuma daudzumu. **[1 p]**

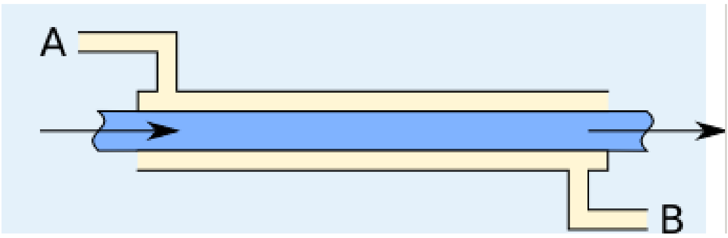
B Ielej uzsildīto ūdeni atsevišķā traukā. Šo trauku novieto tā, lai starp jau uzsildīto ūdens daļu un vēl neuzsildīto daļu notiktu brīva siltuma apmaiņa. Siltuma zudumus ar apkārtējo vidi, kā arī siltumietilpības atkarību no temperatūras, var neievērot. Siltumapmaiņas rezultātā ūdens abos traukos sasniegs līdzsvara temperatūru t_1= ☐ °C. **[1 p]**

C Uzvāra atlikušo (neuzvārīto) ūdens daļu, patērējot Q_2 = ☐ J lielu siltuma daudzumu. **[1 p]**

D Enerģijas ietaupījums šajā procesā ir ΔQ = ☐ J **[0.5 p]** jeb ☐ % **[0.5 p]** no siltuma daudzuma, kas patērēts visa ūdens vienlaicīgai uzsildīšanai.

3. Pavārs sadala ūdeni, kura sākuma temperatūra ir t_0 = 20 ^{o}C, trijās vienādās daļās un pielieto tādu pašu shēmu, kā iepriekš: sākumā uzsilda trešdaļu ūdens līdz t = 100 °C, tad ļauj notikt siltuma apmaiņai starp pirmo un otro trešdaļu, tad uzsilda otru trešdaļu līdz t = 100 °C, tad ļauj notikt siltuma apmaiņai starp otro un trešo trešdaļu un beidzot uzsilda trešo trešdaļu līdz t = 100 °C. Šajā procesā kopumā tiek patērēts Q_4 = ☐ J **[1 p]**, kas dod enerģijas ietaupījumu ☐% **[1 p]** apmērā, salīdzinot ar visa ūdens vienlaicīgu uzsildīšanu.

4. Tādās ierīcēs kā ledusskapji, gaisa kondicionieri, siltuma sūkņi, apkures sistēmas ir ļoti svarīgi nodrošināt efektīvu siltuma apmaiņu. Siltuma apmaiņas elementiem iespējamas vairākas konfigurācijas, viena no tām ir parādīta 1. att.



1. att.

Pa iekšējo cauruli plūst dzesēšanas šķidrums virzienā no kreisās puses uz labo (parādīts attēlā ar bultiņām). Kurā virzienā jāpalaiž dzesējamā šķidruma plūsma ārējā caurulē, lai dzesēšana notiktu visefektīvāk t.i., lai dzesējamā šķidruma temperatūra siltuma apmaiņas elementa izejā jeb beigu temperatūra būtu viszemākā)? **[1 p]**

Abu šķidruma plūsmu ātruma moduļi un cauruļu šķērsgriezuma laukumi ir vienādi abās caurulēs (tātad, vienādos laika posmos caur abām caurulēm iziet vienāds šķidruma daudzums).

Atbilde:
- No A uz B
- No B uz A
- Dzesēšanas efektivitāte nav atkarīga no virziena
- Visefektīvākais virziens ir atkarīgs no šķidrumu siltumietilpībām

5. Dzesējamais šķidrums tiek palaists pareizajā virzienā. Ja dzesēšanas šķidruma sākuma temperatūra ir t_{01} = 5 °C, beigu temperatūra t_1 = 10 °C un īpatnējā siltumietilpība c_1 = 2000 J/(kg·^{o}C), tad līdz kādai beigu temperatūrai atdziest dzesējamais šķidrums ar īpatnējo siltumietilpību c_2 = 1000 J/(kg·^{o}C), ja tā sākuma temperatūra ir t_{02} = 25 °C? **[1 p]**

Siltuma zudumus neievēro, plūsmu ātrumu moduļi un cauruļu šķērsgriezuma laukumi ir vienādi abās caurulēs.

Atbilde:
- 22,5 °C
- 20 °C
- 15 °C
- 12,5 °C
- 10 °C
- atkarīgs no plūsmas ātruma