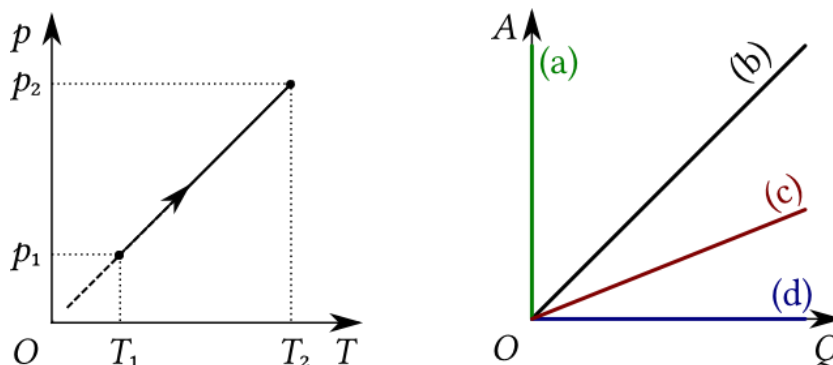


Fizikas valsts 63. olimpiāde

Otrā posma uzdevumi 11. klasei

11 – 1: Gāze

Šajā uzdevumā tiks apskatīta hēlija gāze, kas atrodas siltumizolētā traukā. Lai aprakstītu gāzi tiks lietots ideālās vienas atomu gāzes modelis.



He masa $m = 1 \text{ g}$, bet He atoma molmasa $M = 4 \text{ g/mol} = 0,004 \text{ kg/mol}$.

Universālā gāzu konstante $R = 8,314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$. Visos procesos, kas apskatīti šajā uzdevumā, gāzes masa m nemainās. Tiek pieņemts, ka siltuma zudumu nav.

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

1. (3 punkti) Lieko nosvītro

Attēlā parādīta ideālās vienas atomu gāzes stāvokļa maiņa. Temperatūra procesa sākumā $T_1 = 300 \text{ K}$ un procesa beigās $T_2 = 400 \text{ K}$. Gāzes spiediens procesa sākumā $p_1 = 102 \text{ kPa}$ un procesa beigās $p_2 = 136 \text{ kPa}$.

- Šis process ir izobārisks/izohorisks/izotermisks.
- Hēlija tilpums procesa sākumā ir $V_1 = \boxed{}$ l un procesa beigās $V_2 = \boxed{}$ l.
- Cik liels bija hēlija veiktais darbs un iekšējās enerģijas izmaiņa šajā procesā? Cik liels siltuma daudzums tika pievadīts hēlijam?

Atbilde: $A = \boxed{} \text{ J}$. $\Delta U = \boxed{} \text{ J}$. $Q = \boxed{} \text{ J}$.

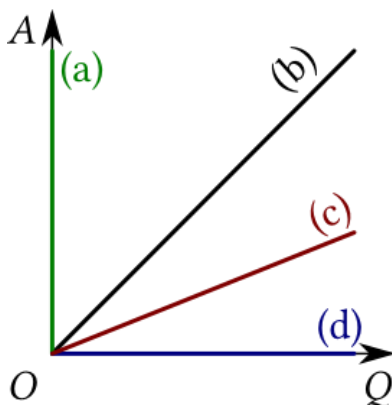
2. (2 punkti)

Adiabātisks process ir tāds process, kura laikā nenotiek siltumapmaiņa ar apkārtējo vidi. Kuri no apgalvojumiem **vienmēr** ir spēkā vienas atomu ideālajai gāzei adiabātiskā procesa laikā?

Izvēlieties vienu vai vairākas:

- $pV = \text{const}$
- $\Delta U = -A$
- $T = \text{const}$
- $pV = \frac{m}{M}RT$
- pieaug gan temperatūra, gan spiediens
- $\Delta U = \frac{3m}{2M}R\Delta T$
- $A = p\Delta V$

3. (2 punkti) Lieko nosvītro



Vienai un tai pašai vienatomu gāzei pievadīja siltuma daudzumu un mērija gāzes veikto darbu dažādos procesos – izotermiskā, izobāriskā, izohoriskā un adiabatiskā. Gāzes veiktais darbs atkarībā no pievadītā siltuma daudzuma ir attēlots grafikā. Mērogs, kādā atliktas lielumu vērtības, uz katras no asīm neatšķiras.

- (a) ir izohorisks process/izotermisks process/adiabatisks process/izobārisks process
- (b) ir izohorisks process/izotermisks process/adiabatisks process/izobārisks process
- (c) ir izohorisks process/izotermisks process/adiabatisks process/izobārisks process
- (d) ir izohorisks process/izotermisks process/adiabatisks process/izobārisks process

4. (3 punkti)

Gāzes molārā siltumietilpība C noteiktā procesā ir vienāda ar siltuma daudzumu, kas nepieciešams, lai palielinātu šīs gāzes viena mola temperatūru par vienu grādu.

Uzmanību! Skaitlis atbildē jāieraksta kā **decimāldaļa**: piemēram, 0,3 ir pareizi; 1/3 ir nepareizi.

Nosaki gāzes molāro siltumietilpību zemāk minētajos procesos:

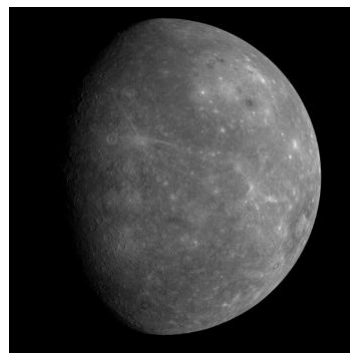
- izohoriskā procesā $C = \boxed{} R$
- adiabatiskā procesā $C = \boxed{} R$
- izobāriskā procesā $C = \boxed{} R$

11 – 2: Merkurs

Šis uzdevums ir par Merkuru – Saulei tuvāko planētu. 2012. gadā kosmiskās zondes *MESSENGER* veiktie mērījumi apstiprināja ūdens klātbūtni ledus veidā krāteros Merkura polārajos apgabalos. Merkura rotācijas ass ir perpendikulāra tā orbītas plaknei, tādēļ Saule krāterus neapspīd.

Attēlā ir redzams 2008. gadā *MESSENGER* uzņemtais Merkura līdz tam tuvumā neredzētās puses attēls.

Gravitācijas konstante $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \times \text{s}^2)$, brīvās krišanas paātrinājums Zemes virsmas tuvumā $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, Merkura masa $M = 3,30 \times 10^{23} \text{ kg}$, Merkura rādiuss $R = 2,44 \times 10^6 \text{ m}$.



Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Gandrīz visus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no iepriekšējiem.

1. (1 punkts)

Zinot Merkura masu un rādiusu, aprēķini, cik liels ir brīvās krišanas paātrinājums uz Merkura virsmas!

Atbilde: m/s²

2. (1 punkts)

Polārajos krāteros atrastā ledus masas novērtējums ir 100 miljardu tonnu. Uz Zemes šāds ledus daudzums sver N, bet uz Merkura – N.

Lai ievadītu lielu skaitli, piemēram $1,23 \times 10^6$, atbilžu lodziņā jāraksta: 1,23e6.

3. (1 punkts)

Šobrīd uz Merkura praktiski nav atmosfēras. Pieņemsim, ka kopējais ledus svars uz Merkura virsmas (ieskaitot vēl neizpētītos krāterus) ir $2,0 \times 10^{15}$ N. Ja visu šo ledu pārceltu uz ekvatoru un ļautu pilnībā iztvaikot, cik lielu spiedienu uz Merkura virsmas spētu radīt šī atjaunotā atmosfēra?

Atbilde: Pa

4. (1 punkts)

Viens no iemesliem, kādēļ planētas pakāpeniski zaudē savu atmosfēru, ir molekulu siltumkustība ārējos atmosfēras slāņos. Gāzu maisījumā visātrākās molekulas var pārsniegt kosmisko ātrumu, un, pārvarot planētas pievilkšanās spēku, atstāt atmosfēru.

Kura gāze visātrāk pazūd no planētu atmosfēras minētā fizikālā efekta dēļ?

Izvēlieties vienu:

- ūdeņradis
- hēlijs
- oglekļa dioksīds
- ūdens tvaiks
- skābeklis

5. (1 punkts)

Pretstatā poliēm, Merkura ekvatoriālajos apgabalos ir novērojamas lielas temperatūras svārstības starp dienu un nakti. Merkura rotācijas periods ap savu asi attiecas pret tā apriņķošanas periodu ap Sauli kā 2:3. Cik reizi Merkurs apriņķo Sauli, kamēr uz Merkura virsmas pāiet viena diennakts?

Atbilde: reizes.

6. (1,5 punkts)

2011. gada 18. martā zonde *MESSENGER* veica 15 minūšu ilgu manevru – ieiešanu orbītā ap Merkuru. *MESSENGER* orbīta ap Merkuru ir eliptiska, tātad zondes attālums līdz Merkuram laika gaitā mainās. Lai novērtētu *MESSENGER* tipisko ātrumu orbītā ap Merkuru, izmantosim tā vidējo attālumu līdz Merkura virsmai, kas ir aptuveni $r = 8000$ km.

Aprēķini, ar cik lielu ātrumu pārvietotos ķermenis, kas ir **riņķveida** orbītā ap Merkuru augstumā $r = 8000$ km no Merkura **virsmas**!

Atbilde: km/s

7. (0,5 punkti) Lieko nosvītro

Attēlā redzama *MESSENGER* elipsveida orbīta ap Merkuru.

Attēlā atzīmēts orbītas **pericentrs** – punkts, kurā *MESSENGER* atrodas vistuvāk Merkuru, – un **apocentrs** – punkts, kurā *MESSENGER* atrodas vistālāk no Merkura.

Zondes ātrums apocentrā ir tāds pats kā/mazāks nekā/lielāks nekā tās ātrums pericentrā.

8. (0,5 punkti)

Kādu leņķi savā starpā veido *MESSENGER* ātruma un paātrinājuma vektori, kad *MESSENGER* atrodas pericentrā?

Izvēlieties vienu:

- 0° leņķi
- 90° leņķi
- 180° leņķi
- Leņķi, kas lielāks par 0° , bet mazāks par 90°
- Leņķi, kas lielāks par 90° , bet mazāks par 180°

9. (2,5 punkti) Lieko nosvītro

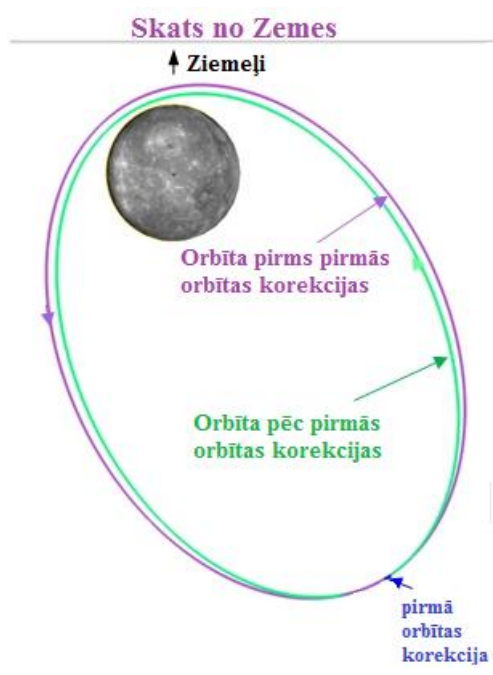
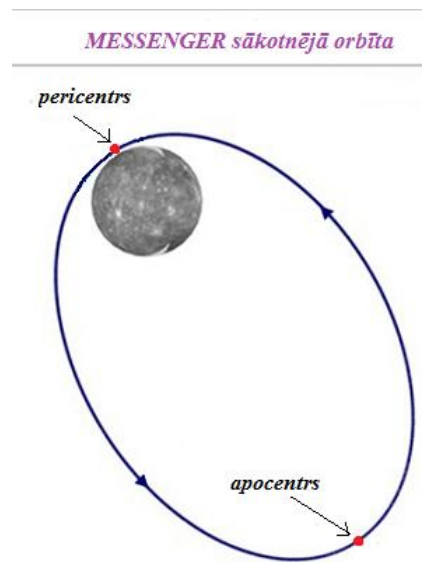
Pēc *MESSENGER* ieiešanas elipsveida orbītā ap Merkuru tā mazākais attālums līdz Merkura virsmai bija 200 km, taču apkārtējo spēku iedarbībā (piemēram, Saules gravitācijas dēļ) *MESSENGER* orbīta pakāpeniski mainās, tādēļ tā laiku pa laikam ir jākorģē. Orbītas korekciju veic tad, kad zonde iet cauri apocentram, uz neilgu laiku ieslēdzot raķešu dzinēju. Dzinēja piešķirtais paātrinājums ir kolineārs ar ātruma vektoru.

Pirms pirmās orbītas korekcijas 2011. gada 15. jūnijā *MESSENGER* minimālais attālums līdz Merkura virsmai bija sasniedzis 505 km. Lai varētu veikt plānoto Merkura virsmas izpēti, šis attālums tika samazināts līdz 200 km.

Zemāk esošajā attēlā ir redzama *MESSENGER* orbītas trajektorija pirms (violetā krāsā) un pēc (zaļā krāsā) orbītas korekcijas manevra.

Manevra laikā, lai izmainītu *MESSENGER* trajektoriju, tā orbītas apocentrā ar dzinēju palīdzību zondes ātrumu palielināja/samazināja/pavērsa pretējā virzienā. *MESSENGER* masa ir $m_M = 570$ kg, un manevra laikā tā ātrums tika izmainīts par $\Delta v = 27,9$ m/s. Cik lielu masu degvielas bija nepieciešams sadedzināt šādai zondes ātruma izmaiņas veikšanai, ja izplūdes gāzu ātrums attiecībā pret zondi ir $v_g = 2552$ m/s? Zondes masas izmaiņu manevra laikā var neņemt vērā.

Atbilde: kg



11 – 3: Vilciens

Šajā uzdevumā izpētīsim nākotnes transporta līdzekļa kustību. Šanhaja un Buenosairesa atrodas aptuveni pretējās pasaules malās (t.i., Zemeslodes diametra pretējos galos). Iedomāsimies, ka inženieri savieno šīs pilsētas, izrokot taisnu tuneli caur Zemes centru. Šanhajā tunelī tiek novietots 1 t smags vagonis bez dzinēja.

Zemes masa $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg, Zemes rādiuss $R = 6400$ km, gravitācijas konstante $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ (N·m²)/kg². Zemes rotācijas ietekmi neņem vērā.

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

1. (1 punkts)

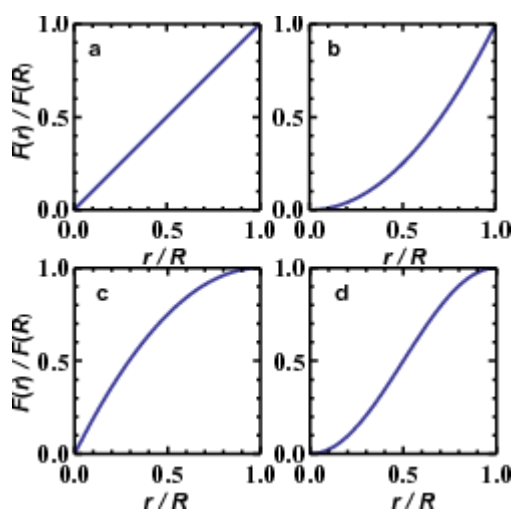
Zemes radītais gravitācijas spēks, kas darbojas uz vagonu ir N.

2. (1 punkts)

Zemes vidējais blīvums ir kg/m³.

3. (2 punkti)

Vagons uzsāk kustību un brīvi brauc (krīt) cauri tunelim. Pieņemot, ka r ir vagona attālums līdz Zemes centram kādā kustības momentā t un Zeme ir homogēna lode, var pierādīt, ka visu to Zemes slāņu, kas atrodas tālāk par r no Zemes centra, kopējais radītais gravitācijas spēks būs vienāds ar 0. Šādā gadījumā spēka F , kas darbojas uz vagonu, atkarība no attāluma līdz Zemes centram r visprecīzāk ir parādīta attēlā



Izvēlieties vienu:

- a
- b
- c
- d

4. (1 punkts)

Vislielākais ātrums vilcienam būtu attālumā $r =$ km no Zemes centra.

5. (1 punkts)

Vislielākais paātrinājums vilcienam būtu attālumā $r =$ km no Zemes centra.

6. (2 punkti)

Buenosairesā vilciens pienāks pēc stundām.

7. (1 punkts)

Kā mainīsies ceļojumam no Šanhajas līdz Buenosairesai nepieciešamais laiks, ja vilciena masa palielināsies, pasažieriem tajā iekāpjot?

Izvēlieties vienu:

- Nemainīsies.
- Palielināsies.
- Samazināsies.

8. (1 punkts)

Kā ceļojuma laikā no Šanhajas līdz Buenosairesai, mainīsies vilcienā braucošo pasažieru svars?

Izvēlieties vienu:

- Pusi ceļa no kustības sākuma pieaugs, tad samazināsies.
- Pusi ceļa no kustības sākuma samazināsies, tad pieaugs.
- Nemainīsies.