

Fizikas valsts 64. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 11. klasei

11 – 1: Paātrinājums

1. (3 punkti)

Lācis izdomāja nopirkt automašīnu, taču pirms pirkšanas nolēma izpētīt, cik ātri varēs sasniegt ar to ātrumu 100 km/h, jo gribēja ar to palielināt brālēnam Vilkam. Viņa izvēlētajai automašīnai priekšējie riteņi bija velkošie, masa $m_2 = 1930$ kg, berzes koeficients starp riepām un asfaltu $\mu = 0.7$. Lāča masa $m_1 = 70$ kg. Brīvās krišanas paātrinājums $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Aprēķinos dažādus pretestības spēkus neņemam vērā.

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

- a. Cik liels ir automašīnas un Lāča kopējais smaguma spēks?

Atbilde: N

- b. Cik liels maksimālais miera berzes spēks var darboties uz automašīnu, Lācim tajā sēžot?

Atbilde: N

- c. Cik liels teorētiski ir maksimālais iespējamais paātrinājums? Automašīnas priekšējie riteņi ir velkošie. **Pieņemt**, ka uz priekšējo asi šajā gadījumā darbojas 60% no svara.

Atbilde: m/s^2

2. (3 punkti)

Vilks izvēlējās sev citu automašīnu. Viņš zināja, ka tā 100 km/h no miera stāvokļa sasniedz 7,6 sekundēs (praktiska testa laikā iegūtā vērtība). Automašīnas un Vilka kopējā masa $m = 2000$ kg, berzes koeficients starp riepām un asfaltu $\mu = 0,7$. Automašīnas priekšējie riteņi ir velkošie. **Pieņemt**, ka uz priekšējo asi šajā gadījumā darbojas 63% no svara.

- a. Cik liels teorētiski ir maksimālais iespējamais paātrinājums? Rezultātu noapaļo līdz desmitdaļām.

Atbilde: m/s^2

- b. Pieņemsim, ka teorētiski maksimālais iespējamais paātrinājums $a = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (**Šī vērtība atšķiras no iepriekšējā jautājumā iegūtās vērtības**). Cik ilgā laikā teorētiski automašīna sasniegtu ātrumu 100 km/h? Rezultātu noapaļo līdz desmitdaļām.

Atbilde: s

- c. Novērtē, cik liela ir laika starpība Δt , kurā automašīna testa braucienā sasniedz ātrumu 100 km/h un kurā automašīna teorētiski sasniegtu ātrumu 100 km/h, paātrinoties ar paātrinājumu $a = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Izvēlies vienu:

- $\Delta t < 0,1$ s
- $\Delta t > 1$ s
- $0,1 \text{ s} < \Delta t < 1 \text{ s}$

3. (4 punkti)

Automašīnas masa $m = 2000$ kg. Automašīnas rokasgrāmatā rakstīts, ka ieteicamais spiediens riepās ir 36 PSI (mārciņas uz kvadrātcollu).

- a. Izsakiet šo spiedienu tehniskajās atmosfērās (spēka kilogramos uz kvadrātcimetru)!
1 kg = 2,2 mārciņas, 1 colla = 2,54 cm, spēka kilograms ir smaguma spēks, kas darbojas uz 1 kg smagu ķermeņi.

Atbilde: kgf/cm²

- b. Automašīnai ir uzmontētas vienādas riepās. Uz katru riepu darbojas 25% no automašīnas kopējā svara. Sākumā visās četrās riepās ir vienāds spiediens $p_1 = 2$ atm. Pēkšņi vienu riepu caurdur nagla un tās spiediens samazinās līdz $p_2 = 1$ atm. Aprēķini saskares virsmas laukumu S_2 starp „nolaisto” riepu un zemi. 1 atm = 1×10^5 Pa.

Atbilde: cm²

- c. Lācis, nomainot sadurto riepu, ar automašīnu brauc pa apsildāmu autostāvvietu, kurā apkārtējā gaisa temperatūra 20 °C, un izbrauc ārā salā, kur apkārtējā gaisa temperatūra –30 °C. Pieņemsim, ka gaisa tilpums riepās praktiski nemainās. Kāds process norisinās riepās aplūkotajā situācijā?

Izvēlies vienu:

- Izobārisks
- Adiabātisks
- Izohorisks
- Izotermisks

- d. Aprēķini attiecību starp riepu saskarvirsmu laukumiem autostāvvietā un ārā salā, pieņemot, ka riepu temperatūra ir vienāda ar apkārtējā gaisa temperatūru.

Atbilde:

11 – 2: Voyager

Cilvēka radītā zonde Voyager 1 jau kopš 1977. gada lido kosmosā un šobrīd ir pametusi Saules sistēmu. Tā kā līdzī nēmamās degvielas daudzums ir ierobežots, tad zinātnieki pētīja iespējas, kā var ietaupīt degvielu, liekot planētu gravitācijas spēkam mainīt zondes orbītas trajektoriju un kustības ātruma maiņu. Šajā uzdevumā aplūkosim Voyager kustību gar Jupiteru, kas to novirza un dod papildus grūdienu Saturna virzienā. Gravitācijas konstante $G = 6,7 \times 10^{-11} \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2}$, Zemes masa $M_Z = 6 \times 10^{24}$ kg, Zemes rādiuss $R_Z = 6,4 \times 10^6$ m.

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

1. (2 punkti)

Otrais kosmiskais ātrums v_2 ir mazākais ātrums, kas nepieciešams, lai ķermenis pārvarētu planētas pievilkšanās spēku.

- a. Ja zondes sākotnējais ātrums ir vienāds vai lielāks par otro kosmisko ātrumu, tad, kā — attālinoties no planētas, neizmantojot dzinējus ātruma maiņai, mainās zondes ātrums?

Izvēlies vienu:

- Nemainās
- Samazinās
- Palielinās

- b. Otro kosmisko ātrumu var aprēķināt risinot apgrieztu uzdevumu — apskatot no bezgalības krītošā ķermeņa ātrumu pie planētas virsmas. Cik liels ir otrais kosmiskais ātrums uz Zemes virsmas? Rezultātu noapaļo līdz desmitdaļām.

Atbilde: km/s

2. (2 punkti)

Katra planēta Saules sistēmā kustas pa orbītu ar noteiktu ātrumu apkārt Saulei. Var pieņemt, ka visas orbītas ir riņķveida.

a. No kā ir atkarīgs planētas kustības ātrums pa orbītu Saules sistēmā? Iespējamās vairākas atbildes.

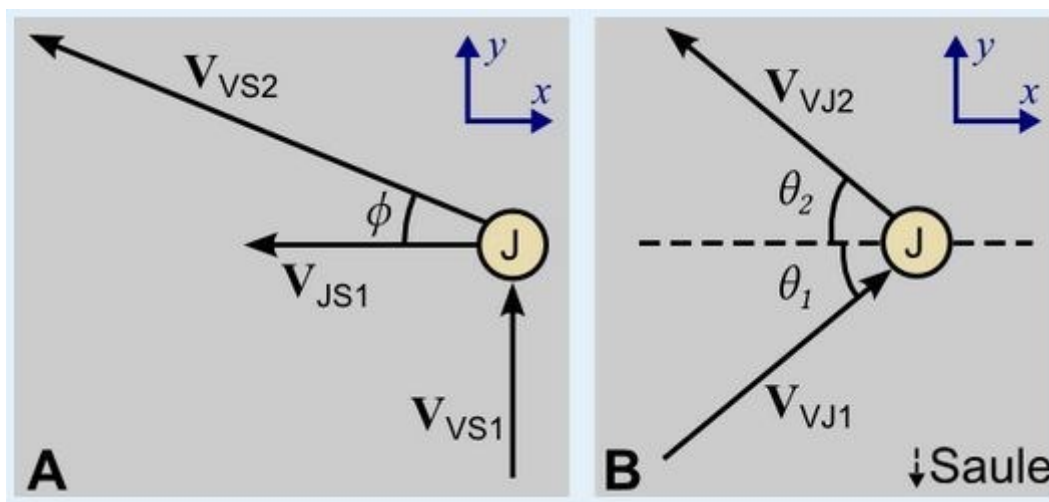
- | | | |
|---------------------------------------|--------------|-------------|
| • No Saules masas: | Nav atkarīgs | Ir atkarīgs |
| • No planētas masas: | Nav atkarīgs | Ir atkarīgs |
| • No otrā kosmiskā ātruma uz planētas | Nav atkarīgs | Ir atkarīgs |
| • No attāluma starp planētu un Sauli | Nav atkarīgs | Ir atkarīgs |

b. Saules masa ir $1,99 \times 10^{30}$ kg. Attālums no Jupitera līdz Saulei ir $7,8 \times 10^{11}$ m. Cik liels ir Jupitera orbitālais ātrums? Rezultātu noapaļo līdz desmitdaļām.

Atbilde: km/s

3. (6 punkti)

Kosmiskās zondes Voyager gravitācijas manevru Jupitera tuvumā var tuvināti apskatīt kā divu punktteida daļiņu elastīgu sadursmi. Aplūkosim šo manevru divās atskaites sistēmās: (1) ar Sauli saistītajā atskaites sistēmā (att. A) un (2) ar Jupiteru saistītajā atskaites sistēmā (att. B).



Zīmējumos izmantotie indeksi ātrumu apzīmēšanai:

Pirmais indekss apzīmē objektu: J — Jupiters, V — Voyager;

Otrais indekss apzīmē atskaites sistēmu: S — ar Sauli saistītā atskaites sistēma, J — ar Jupiteru saistītā atskaites sistēma;

Trešais indekss apzīmē stāvokli: 1 — sākuma stāvoklis, 2 — beigu stāvoklis.

Sākuma un beigu stāvokļos kosmiskā zonde Voyager atrodas pietiekami tālu no Jupitera.

a. Aplūkosim, kas notiek kosmiskās zondes gravitācijas manevra ap Jupiteru rezultātā ar Sauli saistītajā atskaites sistēmā (att. A). Voyager masa $m = 825$ kg, Jupitera masa $M_J = 1,9 \times 10^{27}$ kg. Kurš no apgalvojumiem apraksta reālo situāciju?

Izvēlies vienu:

- Jupitera un kosmiskās zondes impulsa izmaiņas ir vienādas. Jupitera ātruma absolūtā vērtība praktiski nemainās.
- Jupitera un kosmiskās zondes impulsa izmaiņas ir vienādas. Kosmiskās zondes ātruma absolūtā vērtība praktiski nemainās.
- Jupitera un kosmiskās zondes impulsa izmaiņas ir pretējas. Jupitera ātruma absolūtā vērtība praktiski nemainās.
- Jupitera un kosmiskās zondes impulsa izmaiņas ir pretējas. Kosmiskās zondes ātruma absolūtā vērtība praktiski nemainās.

- b. Voyager ar Sauli saistītajā atskaites sistēmā (att. A) tuvojas Jupiteram ar ātrumu $v_{VS1} = 10 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ y ass virzienā, bet Jupitera ātrums $v_{JS1} = 15 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ vērsts pretēji x ass virzienam. Nosaki kosmiskās zondes Voyager ātruma komponentes v_{VJ1x} , v_{VJ1y} un leņķi Θ_1 sākuma stāvoklī ar Jupiteru saistītajā atskaites sistēmā (att. B).

Atbilde: $v_{VJ1x} =$ km/s;

Atbilde: $v_{VJ1y} =$ km/s;

Atbilde: $\Theta_1 =$ °

- c. Pieņemsim, ka ar Jupiteru saistītajā atskaites sistēmā (att. B) $\Theta_1 = \Theta_2$ un kosmiskās zondes ātruma modulis sākuma stāvoklī ir vienāds ar ātruma moduli beigu stāvoklī: $v_{VJ1} = v_{VJ2}$. Jupitera ātrums $v_{JS1} = 15 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ar Sauli saistītajā atskaites sistēmā (att. A). Nosaki kosmiskās zondes Voyager ātruma komponentes v_{VS2x} , v_{VS2y} , ātruma moduli v_{VS2} un leņķi ϕ sākuma stāvoklī ar Jupiteru saistītajā atskaites sistēmā (att. A).

Atbilde: $v_{VS2x} =$ km/s;

Atbilde: $v_{VS2y} =$ km/s;

Atbilde: $v_{VS2} =$ km/s;

Atbilde: $\phi =$ °

11 – 3: Kola

Zemes atmosfēru veido slāpekļis ($\varphi_{N_2} = 78,08\%$), skābeklis ($\varphi_{O_2} = 20,95\%$), argons ($\varphi_{Ar} = 0,93\%$) un ogļskābā gāze ($\varphi_{CO_2} = 0,04\%$). Atmosfēras spiediens $p_{\text{atm}} = 100$ kPa. φ **apzīmē vienas no maisījuma komponentēm aizņemtā tilpuma attiecību pret maisījuma pilno tilpumu, izteiktu procentos.**

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem. Risinājumam nepieciešamā papildus informācija ir dota uzdevuma tekstā.

1. (1 punkts)

Cik liels ir ogļskābās gāzes parciāls spiediens p_{CO_2} atmosfērā?

Atbilde: Pa

2. (2 punkti)

Gāzu šķīdību šķidrums apraksta Henrija likums: $C = K p_{\text{parc}}$, kur C ir izšķīdušās gāzes koncentrācija šķīdumā, bet p_{parc} – šīs gāzes parciālais spiediens virs šķīduma. Aizskrūvētā kolas pudelē ogļskābās gāzes parciāls spiediens ir 400 kPa.

Aprēķiniet, par cik izmainījās izšķīdušās gāzes koncentrācija dzērienā, ja atskrūvētu kolas pudeli atstāj uz galda uz ilgu laiku. Henrija konstantes K vērtība ogļskābās gāzes šķīdumam kolā ir $0,034 \frac{\text{mol}}{\text{l}\cdot\text{atm}}$.

Izšķīdušās gāzes koncentrācija

Izvēlies vienu

- nemainījās
- samazinājās
- palielinājās

par mol/l.

3. (1 punkts)

Cik liela ogļskābās gāzes masa ir izdalījusies šajā ļoti lēnajā procesā, ja kolas tilpums ir 2 litri?

Atbilde: g

4. (1 punkts)

Cik liels būs šīs gāzes tilpums normālos apstākļos ($p = p_{\text{atm}}$, $T = 300 \text{ K}$)?

Atbilde: l

5. (1 punkts)

Henrija konstante K diezgan būtiski palielinās, palielinoties temperatūrai. Tas nozīmē, ka pieaugot temperatūrai, ogļskābās gāzes šķīdība

Izvēlies vienu

- samazinās
- nemainās
- palielinās

un, atskrūvējot vāciņu pudelei ar uzsildītu kolu izdalīsies

Izvēlies vienu

- vairāk
- tāds pats daudzums
- mazāk

ogļskābās gāzes.

6. (1 punkts)

Ja kola netiek sakratīta, gāzes izdalīšanās notiks ļoti lēni, jo, lai veidotos gāzes burbulīši, nepieciešama papildu enerģija — ir izveidojies pārsātināts šķīdums. Kolā tagad iemet *Mentos* ledeni. Ledenes virsma ir ļoti nelīdzena, un šie nelīdzenumi tiek izmantoti kā aizmetņi gāzes burbulīšu rašanās procesā. Līdz ar to gāze izdalās gandrīz vienā acumirkli, bez siltumapmaiņas ar apkārtējo vidi, izplešoties veicot darbu uz iekšējās enerģijas rēķina.

Par cik kelviniem samazinās gāzes temperatūra šādos idealizētos apstākļos, pieņemot, ka spiediens neizskrūvētā pudelē būtiski nemainās un sākuma temperatūra $T = 300 \text{ K}$? Aprēķinos var pieņemt, ka ogļskābai gāzei kā daudzatomu gāzei molārā siltumietilpība pie konstanta tilpuma $c_V = 3R \left[\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right]$, kur R – universālā gāzu konstante.

Atbilde: K

7. (1 punkts)

Pieņemsim, ka kolas vietā eksperimentā izmantojam citu (līdzīgu) gāzētu dzērienu: tādu, ka no tā var izdalīties $\nu_{\text{CO}_2} = 0,15 \text{ mol}$ gāzes. Cik liels ogļskābās gāzes tilpums būs pēc *Mentos* ledenes iemešanas un tai sekojošas gāzes straujās izplešanās? Rezultātu noapaļo līdz simtdaļai.

Atbilde: l

8. (1 punkts)

Cik lielā augstumā tiks uzņemts kolas masas centrs, ja viss gāzes veiktais darbs tiek patērēts kolas pārvietošanai un kolas tilpums ir 2 l?

Atbilde: m

9. (1 punkts)

Ja eksperimentam izmantosim pudeli, kas satur divas reizes lielāku dzēriena tilpumu, tad kolas masas centrs tiks uzņemts

Izvēlies vienu

- mazākā
- tādā pašā
- lielākā

augstumā.