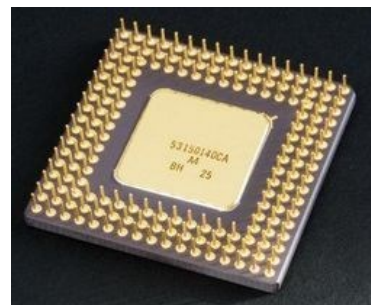


## Fizikas valsts 64. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 12. klasei

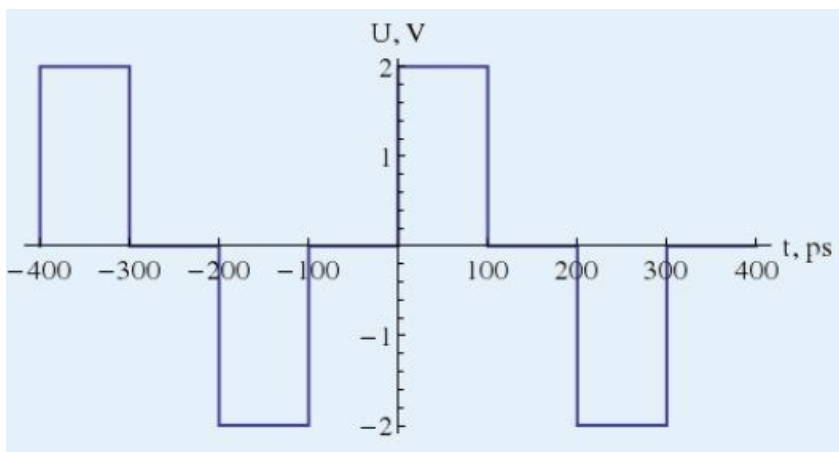
### 12 – 1: Svārstības

Centrālais procesors (no angļu valodas CPU — Central Processing Unit) ir datora komponente, kas izpilda dažādas aritmētiskas un loģiskas komandas, ko uzdod datorprogramma. Attēlā redzams procesors Intel 80486. Izpildot algoritmus, procesors veic milzīgu skaitu vienkāršo soļu, kurus sauc par taktīm. Soļu skaitu, ko procesors spēj izpildīt vienā sekundē, sauc par procesora takts frekvenci. Procesora darbības frekvenci nosaka svārstību kristāla frekvence, kas ir iebūvēts procesorā.



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

#### 1. (3 punkti)



Parasta procesora svārstību līkne ir impulsveida, lai skaidri varētu atšķirt loģisko nulli un loģisko vieninieku (katrai loģiskajai vērtībai 0 vai 1 iestāda kādu spriegumu diapazonu). Anna izdomāja, ka varētu uzzīmēt sava datora procesora svārstību līkni, nosakot, ka „loģiskajai nullei“ atbilst sprieguma diapazons no  $-2\text{ V}$  līdz  $0\text{ V}$ , bet „loģiskajam vieniniekam“ no  $0\text{ V}$  līdz  $+2\text{ V}$ .

- Cik liela ir procesora svārstību amplitūda? **Atbilde:**  V
- Cik liels ir procesora svārstību periods? **Atbilde:**  s
- Cik liela ir procesora takts frekvence? **Atbilde:**  GHz

#### 2. (1 punkts)

Annas zīmējuma iedvesmots, viņas brālis Jānis nolēma izpētīt sava vecā datora procesoru. Viņš zināja, ka veicot vienu darbību jeb takti, procesors izdala noteiktu siltuma daudzumu  $Q_0 = 1,25 \times 10^{-7}\text{ J}$ . Jāņa datora procesora takts frekvence ir  $2\text{ GHz}$  (**šī frekvence atšķiras no Annas datora procesora takts frekvences**). Cik liels siltuma daudzums izdalās procesora darbības laikā, ja procesors strādā 1 stundu?

Aprēķini siltuma daudzumu džoulos un izsaki to kilovatstundās.

**Atbilde:**  J =  kWh

### 3. (4 punkti)

Jānis nolēma palielināt procesora darbības ātrumu virs ražotāja noteiktā (2 GHz) darbības ātruma (datorspeciālisti šo darbību sauc par virstaktēšanu). Jānis atrada sava datora procesora iepakojumu, uz kura bija rakstīts, ka procesora jauda darba režīmā  $P_0 = 260 \text{ W}$ . Viņš izdomāja, ka procesora darbības ātrumu var palielināt, dzesējot to ar ūdeni istabas temperatūrā ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) tā, lai ūdenim nonākot uz procesora, ūdens viss iztvaikotu. Procesora jauda pēc tā darbības ātruma palielināšanas jeb virstaktēšanas sasniedza  $300 \text{ W}$ .

- a. Ja pieņem, ka procesora takts frekvence ir tieši proporcionāla tā jaudai, nosaki, cik reizes procesora takts frekvence palielināsies pēc procesora virstaktēšanas?

Atbilde:  reizes

Cik liela ir procesora takts frekvence pēc virstaktēšanas?

Atbilde:  GHz

- b. Veicot virstaktēšanu ir svarīgi, lai ūdens, nokļūstot uz procesora virsmas, uzreiz iztvaikotu un nenotecētu uz citām datora sastāvdaļām. Ūdens īpatnējā siltumietilpība  $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ , ūdens iztvaikošanas siltums  $L = 2,256 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , ūdens blīvums  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Kura no izteiksmēm apraksta augstāk minēto procesu?

Izvēlies vienu:

- $mL = cm(T_2 - T_1)$
- $mL = Pt + cm(T_2 - T_1)$
- $Pt = cm(T_2 - T_1) + mL$
- $cm(T_2 - T_1) = Pt + mL$
- $Pt = cm(T_2 - T_1)$
- $Pt = mL$

Kādam ir jābūt mazākajam ūdens tecēšanas ātrumam (ml/s) uz procesora, lai tas nokļūstot uz procesora virsmas uzreiz iztvaikotu un nenotecētu uz citām datora sastāvdaļām? Rezultātu noapaļo līdz simtdaļām.

Atbilde:  ml/s

Cik lielu ūdens daudzumu šāda dzesēšanas sistēma patērēs 24 h laikā, ja ūdens tecēšanas ātrums ir  $0,2 \frac{\text{ml}}{\text{s}}$ ? (Šī ātruma vērtība atšķiras no iepriekšējā jautājumā aprēķinātās vērtības).

Atbilde:   $\text{m}^3$

Cik daudz Jāņa ģimenei ir jāmaksā par šajā dzesēšanas sistēmā patērēto ūdeni 24 stundu laikā, ja  $1 \text{ m}^3$  ūdens maksā  $0.437 \text{ Ls}$ ?

Atbilde:  santīmi

### 4. (2 punkti)

Pēteris nolēma uzlabot Jāņa piedāvāto sistēmu šī paša (2 GHz, 300 W) procesora dzesēšanai. Viņš nolēma pilināt ūdeni uz procesora pa pilienam nevis nepārtraukti liet ūdeni uz procesora. Taču Pēteris nebija ņēmis vērā faktu, ka katru reizi pilienam atdzesējot procesoru, procesora korpuss saraujas, kā rezultātā pēc  $N = 1\,000\,000$  saraušanās-izplešanās reizēm procesors sabruks. Katra piliena tilpums  $V_0 = 0,01 \text{ ml}$ .

Ūdens īpatnējā siltumietilpība  $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ , ūdens iztvaikošanas siltums  $L = 2,256 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , ūdens blīvums  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Pēc cik ilga laika, Pēterim izmantojot savu dzesēšanas sistēmu, procesors sabruks? Dzesēšana notiek ar ūdeni istabas temperatūrā (20 °C).

Atbilde:  h

Pēteris apgalvoja, ka abas dzesēšanas sistēmas patērē vienādu ūdens daudzumu procesora dzesēšanas laikā, tomēr Jānis tam nepiekrita, sakot, ka, lejot ūdeni nepārtraukti ūdeni var ietaupīt. Kuram no zēniem bija taisnība?

Izvēlies vienu:

- Jānim
- Pēterim

## 12 – 2: Slapjās izpriecās



Ūdens reaktīvā dzinēja mugursoma (attēlā) ir relatīvi jauns ūdens izpriecu veids. Mugursoma ir savienota ar ūdens motocikla motoru, kas spiež ūdeni augšā pa resnu cauruli. Ūdens tiek sūknēts no ūdenstilpes, virs kuras pasažieris („pilots“) var lidināties gaisā. Tātad sūknis neatrodas pašā mugursomā. Šajā uzdevumā apskatīsim ūdens reaktīvā dzinēja mugursomas darbību no fizikāla skatu punkta. Turpmāk uzdevumā vari pieņemt, ka brīvās krišanas paātrinājums  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  un ūdens blīvums  $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

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

### 1. (2 punkti)

#### Cik daudz un cik ātri

Lai noturētu pasažieri gaisā, nepieciešams izšaut ūdeni pa **divām** sānu caurulēm ar noteiktu ātrumu. Pasažiera masa  $m_p = 80$  kg un iekārtas masa  $m_i = 15$  kg. Ūdens plūsma jeb ūdens tilpums, kas tiek izšauts pa sānu caurulēm ik sekundi  $\Phi_0 = 0,03 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$  ir.

a. Cik lielu ūdens masu izšauj pa sānu caurulēm ik sekundi?

Atbilde:  kg/s

b. Ar cik lielu ātrumu nepieciešams izšaut ūdeni, lai reaktīvais dzinējs kompensētu pasažiera un iekārtas smaguma spēku? **Aprēķinos neņem vērā resnākajā caurulē plūstošo ūdeni.**

Atbilde:  m/s

## 2. (1 punkts)

### Plūsma

Kā redzams attēlā, ūdens reaktīvā dzinēja mugursomu veido trīs caurules. Pa resnāko cauruli, kuras iekšējais diametrs  $d_1 = 20$  cm, ūdens plūsma no ūdenstilpnes mugursomā ir  $\Phi_1 = 0,05 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ .



Ja katrai no **divām** mazākajām caurulēm, pa kurām ūdens tiek izšauts, iekšējais diametrs ir  $d_2 = 5$  cm, cik liela ūdens plūsma iziet cauri **katrai** no mazākajām caurulēm ik sekundi?

Atbilde:   $\text{m}^3/\text{s}$

## 3. (3 punkti)

### Enerģija un jauda

Lielākās caurules iekšējais diametrs  $d_1 = 20$  cm un mugursomas augstums virs jūras līmeņa  $h = 9$  m.

a. Cik liela potenciālā enerģija jāpiešķir 1 kg ūdens, lai to paceltu no ūdenstilpes virsmas līdz caurules augšai?

Atbilde:  J

b. Ņemot vērā, ka plūsma šajā caurulē  $\Phi_1 = 0,05 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ , cik liela lietderīgā jauda jāattīsta sūknim, lai paceltu ūdeni iepriekš minētajā augstumā?

Atbilde:  W

c. Neatkarīgi no iepriekšējiem jautājumiem, **pieņemsim**, ka ūdens tiek izšauts pa sānu caurulēm ( $d_2 = 5$  cm) ar ātrumu  $v = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . **Pieņemsim arī**, ka ūdens plūsma katrā no mazākajām caurulēm  $\Phi_2 = 0,03 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ . Cik liela lietderīgā jauda jāattīsta sūknim, lai piešķirtu ūdenim nepieciešamo kinētisko enerģiju?

Atbilde:  W

## 4. (3 punkti)

Šajā jautājumā apskatīsim iekārtas un pasažiera kustību, kad izšautās ūdens strūkļas nav perpendikulāras ūdenstilpes virsmai, t.i., lai kustētos uz priekšu strūklai jābūt vērstai slīpi pret horizontu. Leņķis starp horizontu un ūdens strūkļu  $\alpha = 60^\circ$ . Plūsma *katrā no mazākajām caurulēm*  $\Phi_2 = 0,03 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ , un ūdens tiek izšauts ar ātrumu  $v = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Pasažiera masa  $m_p = 80$  kg un iekārtas masa  $m_i = 15$  kg.

a. Cik liels būs pasažiera un iekārtas paātrinājums horizontālā virzienā (paralēli ūdenstilpes virsmai)?

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

b. Cik liels ir pasažiera un iekārtas paātrinājums vertikālajā virzienā (pieņemot, ka pozitīvais virziens ir uz augšu)? Norādi pareizu paātrinājuma zīmi! Rezultātu noapaļo līdz desmitdaļām.

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

c. Cik liels ir pasažiera kustības paātrinājuma modulis?

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

## 5. (1 punkts)

Cik liels ir maksimālais augstums, kurā sūknis spēj pacelt ūdeni, ja atmosfēras spiediens ir  $p = 100$  kPa?

Atbilde:  m

## 12 – 3: Satelīts

Lai risinātu elektrības apgādes problēmas satelītiem, 20. gadsimta septiņdesmitajos gados *Italian Space Agency* piedāvāja izmantot satelīta kustības jeb kinētisko enerģiju. Satelītam tiek piestiprināts 20 km garš vara vads, kas, kustoties Zemes magnētiskajā laukā, kura indukcija  $B = 29,8 \mu\text{T}$ , ar ātrumu  $v = 7,73 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ , inducē elektrodzinējspēku. Lai to varētu izmantot satelīta aparatūrā, jābūt noslēgtai ķēdei, ko nodrošina Zemes jonosfērā esošie pozitīvi lādētie atomu joni. Rēķinot uzdevumu, pieņemsim, ka Zemes magnētiskais lauks kustas kopā ar Zemes virsmu, veicot vienu apriņķojumu diennaktī, bet satelīts kustas pretēji Zemes rotācijas virzienam.

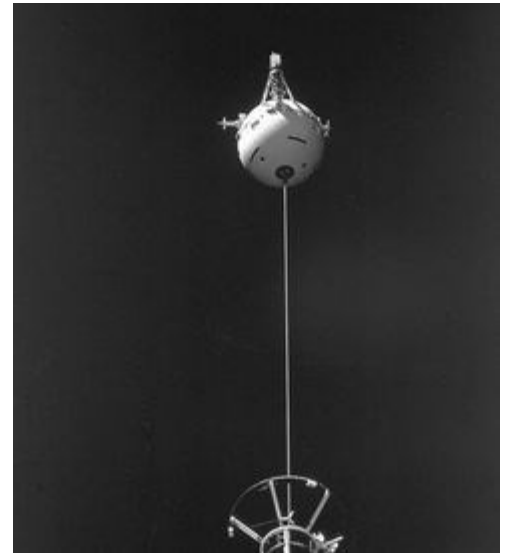
Gravitācijas konstante  $G = 6,7 \times 10^{-11} \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2}$ .

Zemes rādiuss  $R = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$ .

Zemes masa  $M_Z = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

Elektrona lādiņš  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

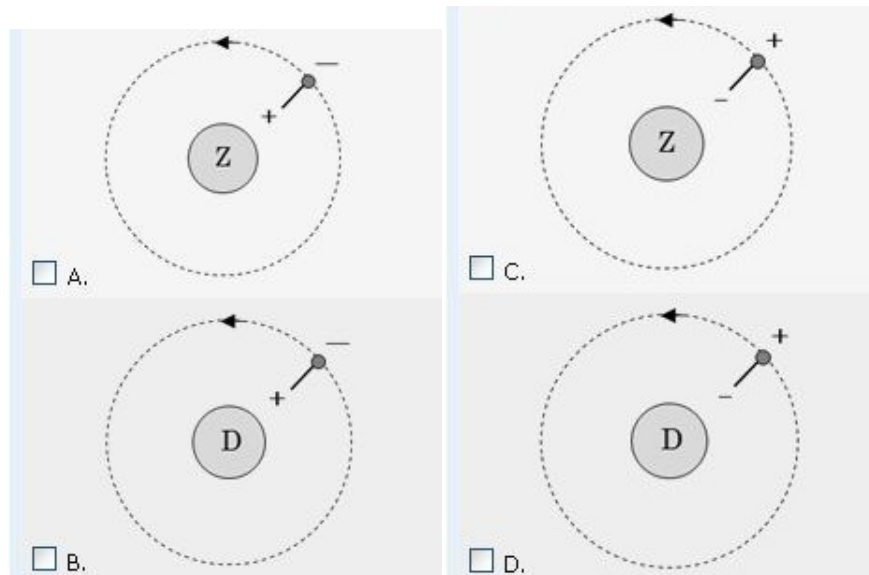
Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.



### 1. (2 punkti)

Attēlos skatā no augšas ir attēlota Zemeslode, kur ar Z un D ir apzīmēti attiecīgi Zemes ziemeļpols un dienvidpols. Satelīts kustas apkārt Zemei pretēji pulksteņrādītāja virzienam. Nosaki, kuri no attēliem ilustrē, kā ir sadalījušies lādiņi vara vadā satelīta kustības laikā.

Izvēlieties vienu vai vairākas:



### 2. (1 punkts)

Cik augstu virs Zemes atrodas satelīts?

Atbilde:  km

### 3. (1 punkts)

Kurš no apgalvojumiem par satelīta kustību gravitācijas laukā noteiktā augstumā virs Zemes ir patiess?

Izvēlieties vienu:

- Jo tuvāk Zemei satelīts riņķo, jo mazāks gravitācijas spēks uz to darbojas.
- Jo lielāka ir satelīta masa, jo lielāks ir satelīta ātrums orbītā.
- Satelīta kustības ātrums orbītā nav atkarīgs no satelīta orbītas rādiusa.
- Jo tuvāk Zemei satelīts kustas, jo lielākam jābūt satelīta ātrumam, lai tas noturētos orbītā.

4. (4 punkti)

Turpmākajos aprēķinos **pieņemsim**, ka satelīta orbītas rādiuss ir vienāds ar Zemes rādiusu un satelīts pa orbītu kustas ar ātrumu 7.9 km/s.

- a. Ar cik lielu ātrumu satelīts kustas attiecībā pret Zemes virsmu?

Atbilde:  km/s

- b. Cik liels spēks darbojas uz elektronu vara vadā satelīta kustības laikā, ja elektrona ātrums vadā ir 10 km/s?

Ja atbildē ir jāievada ļoti lieli vai ļoti mazi skaitļi, izmanto sekojošu pierakstu: piemēram,  $0,0000124 = 1,24 \times 10^{-5}$  pieraksta atbildē kā **1,24e-5** vai  $3000000000 = 3 \times 10^9$  pieraksta atbildē kā **3e9** (šīs vērtības nesakrīt ar šī uzdevuma atbildēm).

Atbilde:  N

- c. Cik lielu spriegumu rādīs voltmetrs, kas ieslēgts starp trosi un lādēto daļiņu savācēju? Spēks, kas darbojas uz elektronu ir  $3,91 \times 10^{-20}$  N (šī vērtība nesakrīt ar iepriekšējā uzdevumā aprēķināto). Vara vada garums ir 20 km.

Atbilde:  V

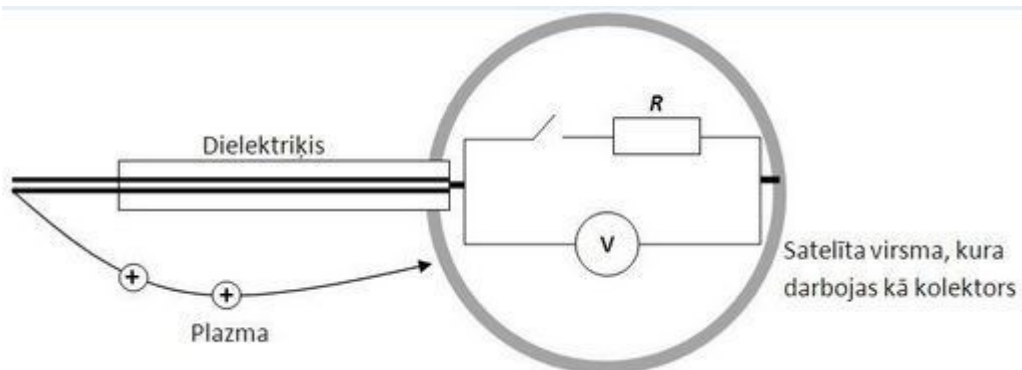
- d. Cik lielu ātrumu iegūst ūdeņraža kodols, no vada pozitīvā gala nonākot pie vada negatīvā galā? Pieņemsim, ka spriegums uz vada galiem ir 5000 V (šī vērtība nesakrīt ar iepriekšējā uzdevumā iegūto sprieguma vērtību). Protona masa  $1,7 \times 10^{-27}$  kg.

Atbilde:  km/s

5. (2 punkti)

Ja caur vara vadu plūst elektriskā strāva, tad uz to iedarbojas magnētiskā lauka spēks jeb Lorenca spēks.

Ja elektriskā strāva caur patērētāju neplūst, tad spriegums ir  $\mathcal{E} = 5000$  V, bet, ja caur patērētāju plūst strāva, kuras stiprums  $I = 625$  mA, tad  $U = 4446$  V. Veicot aprēķinus, **uzskatīt**, ka plazma, kas ir ārpus satelīta, izturas tāpat kā joni baterijā starp anodu un katodu (skat. zīmējumu). Zemes magnētiskā lauka indukcija  $B = 29,8 \mu\text{T}$ . **Pieņemt**, ka satelīta kustības ātrums attiecībā pret magnētisko lauku ir  $v = 8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ .



- a. Cik liels ir magnētiskā lauka spēka pastrādātais darbs vienā stundā?

Atbilde:  MJ

- b. Cik liela ir plazmas pretestība?

Atbilde:   $\Omega$