

8.3.2.1./16/I/002

NACIONĀLA UN STARPTAUTISKA MĒROGA PASĀKUMU ĪSTENOŠANA IZGLĪTOJAMO TALANTU ATTĪSTĪBĀI
Strūgu iela 4, Rīga, LV-1003, tālr. 67350966, e-pasts: info@832.visc.gov.lv

Fizikas valsts 73. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 11. klasei

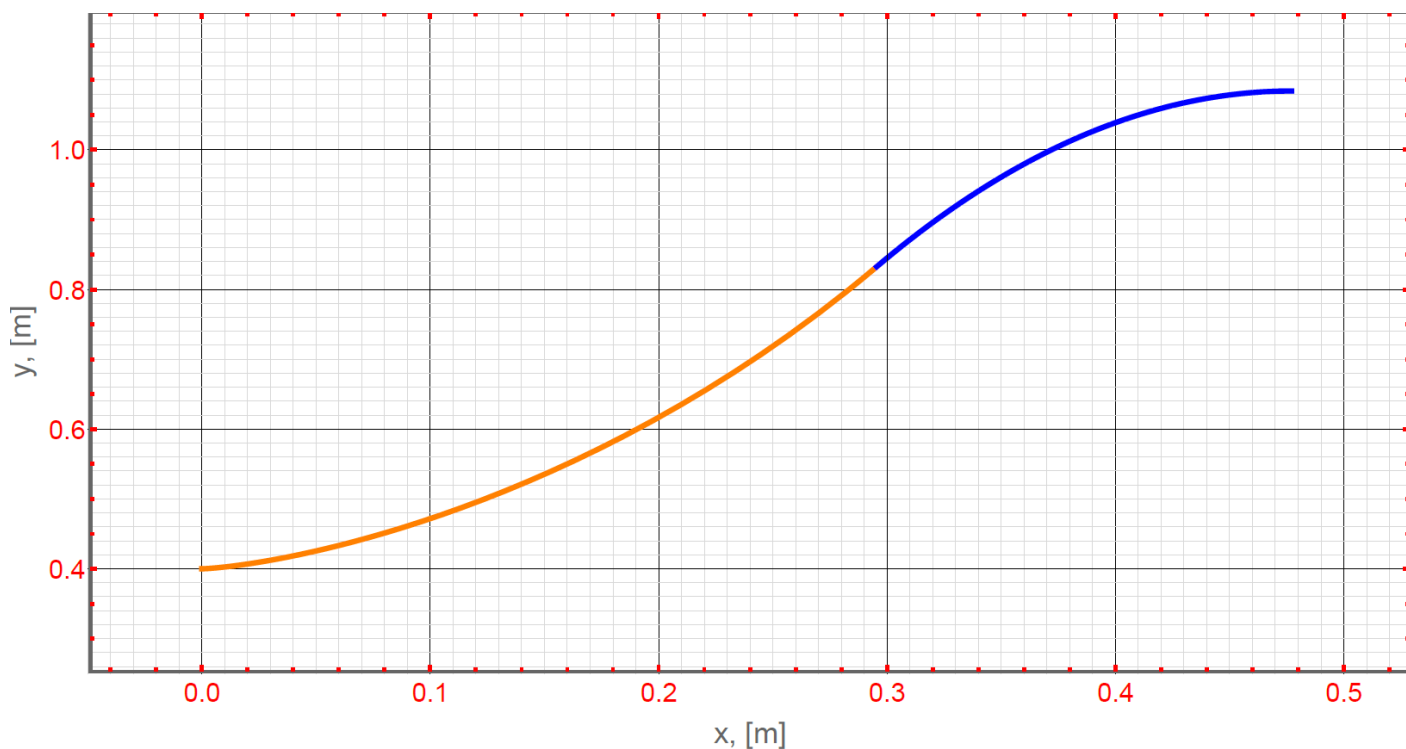
11 – 1 Homērs sporta zālē

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

Homērs ir nolēmis darbadienās vairs neēst virtuļus, bet tā vietā kolēģiem popularizēt veselīga dzīvesveida ieradumus. Atradis vecu, taču milēniumā (gadsimtu mijā) milzīgu popularitāti ieguvušu DVD ierakstu, viņš uzmanīgi vēro, kā fitnesa instruktore demonstrē lekšanas vingrinājumu uz kastes. Instruktore lēcieni uzsāk no miera stāvokļa tupus pozīcijā, atsperas no zemes un kastes virspusi arī sasniedz tupus. Pēc kāda laiciņa Homērs ir atkodis procesu un izmēģina to saviem spēkiem.

A daļa

Zemāk attēlā parādīta Homēra masas centra atrašanās vieta telpā gan atsperšanās brīdī (oranžā krāsā), gan lidojuma laikā (zilā krāsā). Brīvās krišanas paātrinājums ir $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.



1. Nosaki Homēra ātrumu vertikālajā virzienā brīdī, kad viņš atraujas no zemes! (1 p)

$v_y = \dots \text{ m/s}$

2. Aprēķini, uz cik augstas kastes Homērs lēca! (1 p)

$$h_{\text{kaste}} = \dots \text{ m}$$

3. Kādā leņķī bija vērsts Homēra ātrums lēciena uzsākšanas brīdī attiecībā pret x ass pozitīvo virzienu? (1 p)

$$\Theta = \dots ^\circ$$

4. Atzīmē pareizo apgalvojumu par Homēra paātrinājumu atsperšanās laikā! Homēram atsperoties, viņa abas kājas vēl atrodas saskarē ar zemi, bet viņš patērē savu enerģiju, lai grūstu savu masas centru augšup. (1 p)

- paātrinājums bija vērsts tikai y ass virzienā
- paātrinājums bija vērsts tikai y ass virzienā
- paātrinājuma absolūtā vērtība un virziens bija nemainīgs
- paātrinājuma virziens bija nemainīgs, bet absolūtā vērtība mainījās
- paātrinājuma virziens mainījās
- neviens no apgalvojumiem neatbilst patiesībai

5. Cik garš ir Homērs, ja pieņem, ka viņa masas centrs atrodas ķermeņa ģeometriskajā centrā? Vienkāršības labad pieņemsim, ka brīdī, kad Homērs atraujas no Zemes, viņa ķermenis ir pilnībā iztaisnojies un rokas ir novietotas pie sāniem (nav saliektas vai paceltas). (1 p)

$$h = \dots \text{ m}$$

6. Kāds spēks piešķīra Homēra ķermenim paātrinājumu horizontālajā virzienā, lai viņš spētu uzlēkt uz kastes? (1 p)

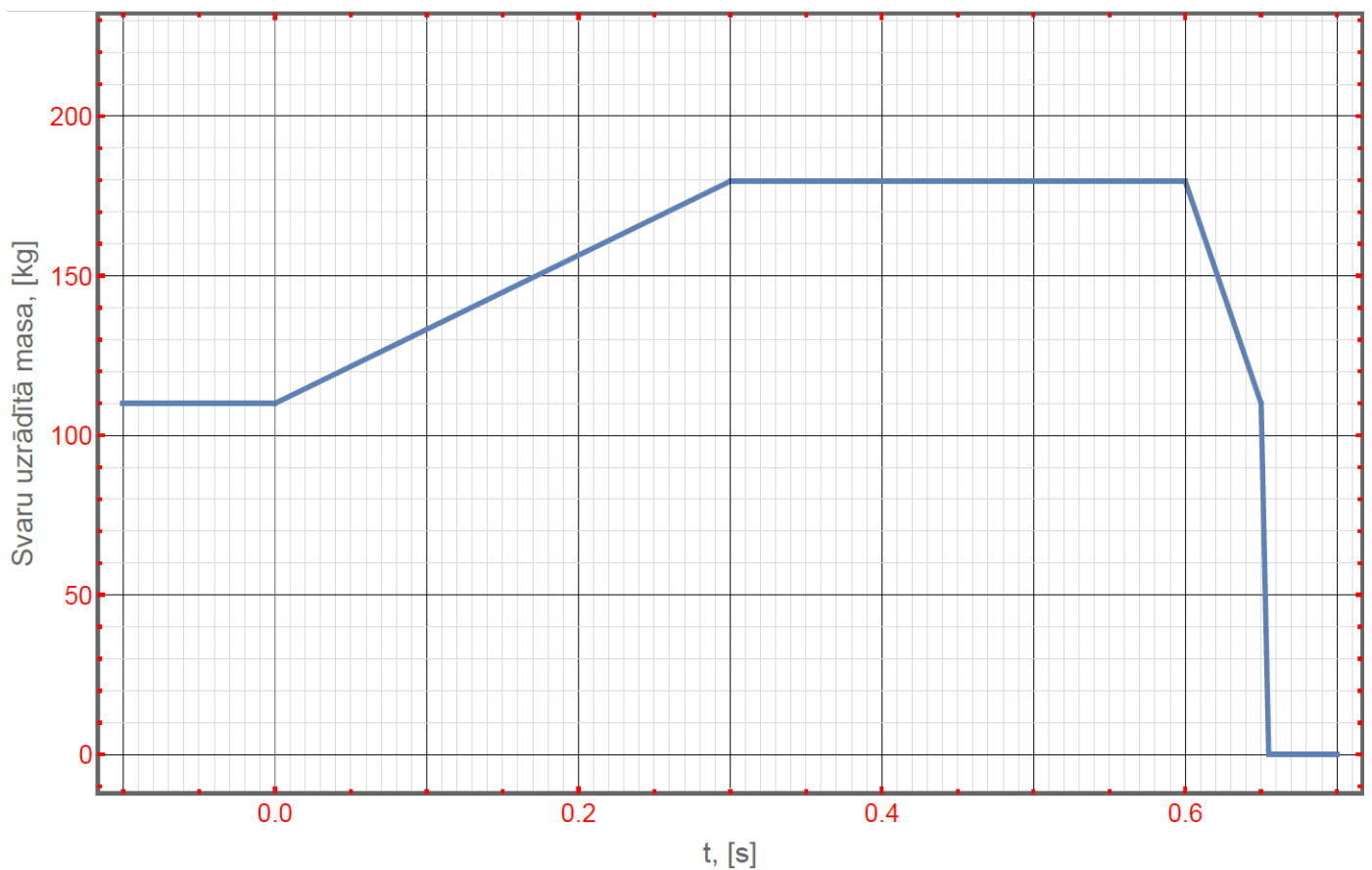
- vilcējspēks
- dzinējspēks
- berzes spēks
- gravitācijas spēks
- balsta reakcijas spēks
- Arhimēda spēks

7. Cik liels bija Homēra vidējais paātrinājums y ass virzienā atsperšanās laikā? (1 p)

$$a_{\text{vid}} = \dots \text{ m/s}^2$$

B daļa

Mazliet patrenējies lēkšanā uz kastes, Homērs sajuta vēlmi noskaidrot, kāds ir maksimālais augstums, kurā spēj uzlēkt. Mājās gan nebija mērlentes, lai to paveiktu. Tā vietā Homērs izdomāja atjautīgu veidu, kā to noskaidrot, izmantojot elektroniskos svarus. Attēlā redzama svaru uzrādītā masa Homēra atspēriena laikā. Homērs lēca vertikāli uz augšu.



8. Kāds ir maksimālais lēciena augstums Homēram, kas mērīts no ķermeņa masas centra viņa pacelšanās brīdī līdz masas centram lēciena augstākajā punktā? (1 p)

$H = \dots$ m

9. Cik lielu maksimālo paātrinājumu Homērs izjuta lēciena laikā – no atspēriena sākuma līdz piezemēšanās brīdim? (1 p)

$a = \dots$ m/s²

10. Pēc kārtīgas treniņa sesijas Homērs nolēma atveldzēties baseinā, bet konstatēja, ka grimst ūdenī. Zinot, ka 30% viņa ķermeņa masas sastāda tauki, cik liela ir minimālā tauku masa, kas Homēram būtu jāuzaudzē, lai ūdenī viņa ķermenis peldētu?

Zināms, ka tauku blīvums ir 900 kg/m³, beztauku masas blīvums ir 1100 kg/m³. Tāpat pieņemsim, ka uzbarošanās laikā Homēram palielinās tikai tauku masa. (1 p)

$\Delta m = \dots$ kg

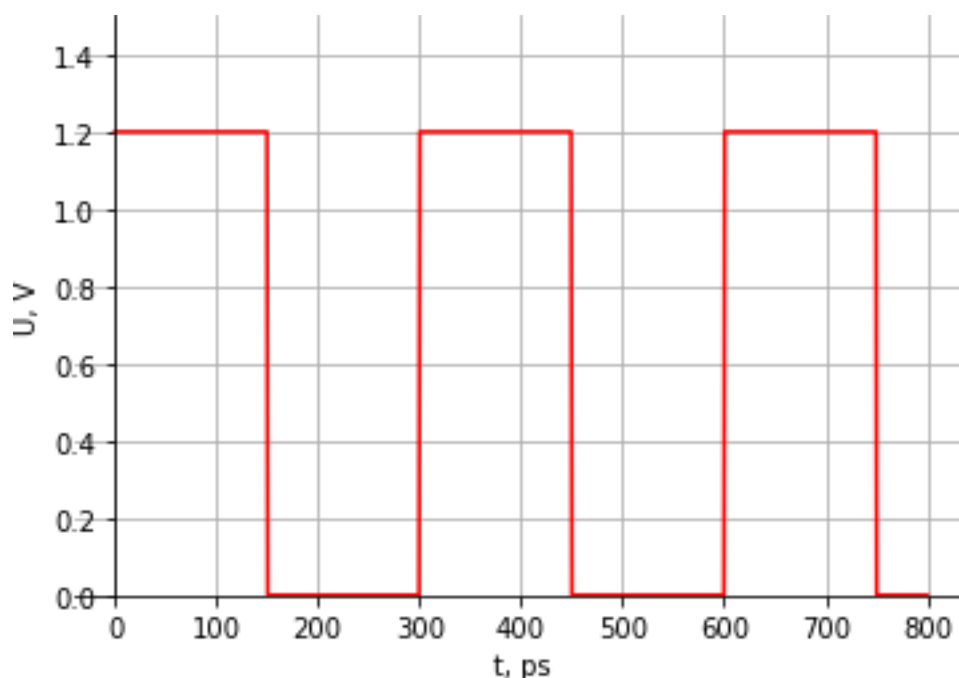
11 – 2 Dzesēšana

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

Mēs ikdienā nepārtraukti sastopamies ar dažādām elektriskām ierīcēm, kuras darbina elektriskās shēmas. To darbības rezultātā izdalās siltums un tipiski tas ir nevēlams efekts. Lai mazinātu iekārtu silšanu, to mēdz risināt dažādos veidos. Viens variants ir samazināt iekārtu jaudu un ļaut siltumam pasīvi aizplūst apkārtējā vidē. Cits variants ir aktīvi nodrošināt iekārtu dzesēšanu, izmantojot ventilatorus vai ūdens dzesēšanas sistēmas. Uzdevuma gaitā izpētīsim iekārtu silšanu, aktīvās dzesēšanas sistēmas un novērtēsim to ietekmi siltuma aizvadīšanā.

A daļa

Tranzistora svārstību līkne ir impulsveidīga, lai varētu atšķirt loģisko vieninieku un nulli. Zemāk redzamajā grafikā +1.2 V atbilst loģiskajam vieniniekam un 0 V atbilst loģiskajai nullei. Visi tranzistori procesorā darbojas sinhroni un svārstās ar takts frekvenci.



1. Cik liels ir svārstību periods T tranzistorā? (1 p)

$$T = \dots \text{ ps}$$

2. Cik liela būs procesora takts frekvence f ? (1 p)

$$f = \dots \text{ GHz}$$

3. Procesors ar takts frekvenci $f = 4 \text{ GHz}$ (atšķiras no iepriekš noteiktās vērtības), veicot katru darbību jeb takti izdala siltuma daudzumu $Q_0 = 1.625 \cdot 10^{-8} \text{ J}$. Cik liels siltuma daudzums izdalīsies procesora darbības laikā, ja tas darbosies **piecas stundas**? (1 p)

$$Q = \dots \text{ kWh}$$

B daļa

Tālāk apskatīsim datoru komponentu dzesēšanu. It īpaši tā ir nepieciešama procesora dzesēšanai, lai tas nepārkarstu, kas var radīt darbības traucējumus un bojājumus. Uzdevumā vienkāršoti aplūkosim, kas notiek, ja procesoru nedzesē, kā arī dažas procesoru dzesēšanas iespējas.

Kādā brīdī iestāsies līdzsvars starp metāla saņemto siltumu no procesora un atdoto siltumu apkārtējai videi. Metāla atdotais siltums laikā būs tieši proporcionāls tā laukumam S un temperatūras starpībai starp metālu un apkārtējo vidi.

$$P = c \cdot S \cdot (T - T_0)$$

4. Noteikt kādas pakāpes ir proporcionalitātes koeficienta c mērvienībām. (1 p)

$$[k] = \text{kg}^\alpha \cdot \text{s}^\beta \cdot \text{m}^\gamma \cdot \text{K}^\delta$$

$$\alpha = \dots$$

$$\beta = \dots$$

$$\gamma = \dots$$

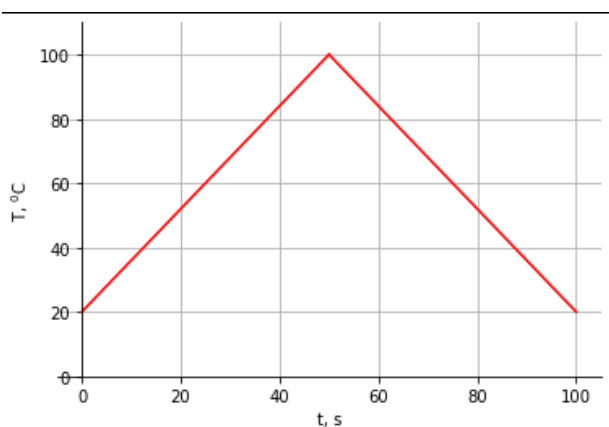
$$\delta = \dots$$

5. Bez papildus dzesēšanas miera režīmā datora procesors patērē $P_m = 8 \text{ W}$ lielu jaudu un tā temperatūra ir $T_m = 55^\circ\text{C}$. Veicot intensīvākus aprēķinus, tas patērē $P = 50 \text{ W}$ lielu jaudu. Cik liela būs procesora temperatūra, iestājoties temperatūras līdzsvaram? Pieņemt, ka apkārtējās vides temperatūra ir nemainīga un tās vērtība $T_0 = 20^\circ\text{C}$. (1 p)

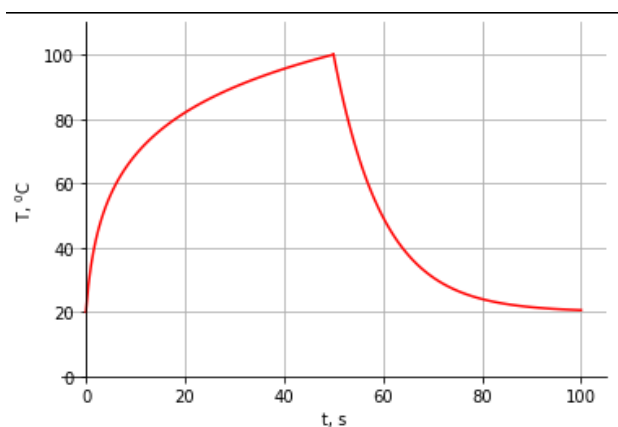
$$T = \dots \text{ }^\circ\text{C}$$

6. Darbinot datoru, tā procesors uzsilst, līdz sasniedz temperatūru $T_{\max} = 100^\circ\text{C}$, kad, lai procesoram netiktu nodarīti neatgriezeniski bojājumi, dators automātiski izslēdzas un procesors atdziest. Zemāk redzami vairāki grafiki, kas attēlo temperatūras maiņu laikā. Kurš no grafikiem atbilst augstāk aprakstītajam procesam? (1 p)

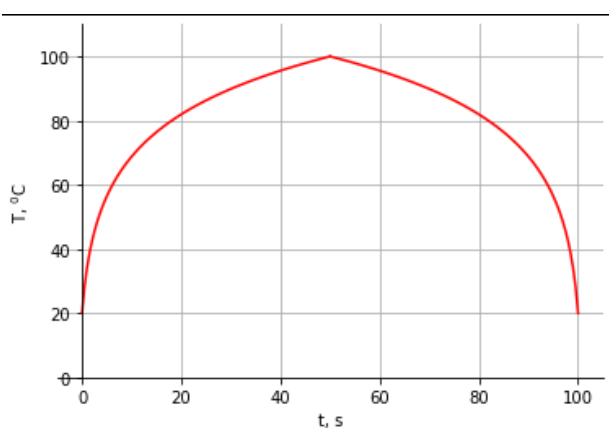
A



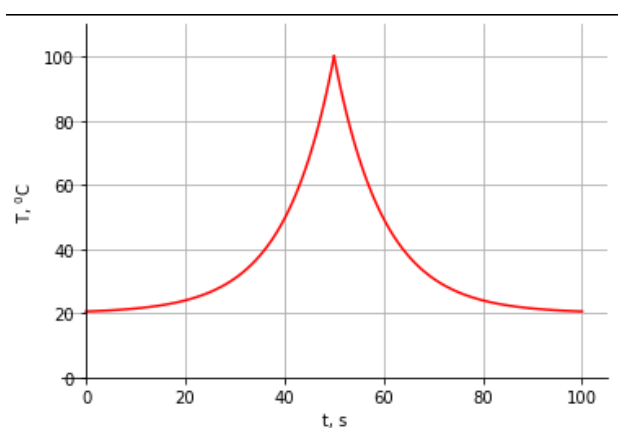
B

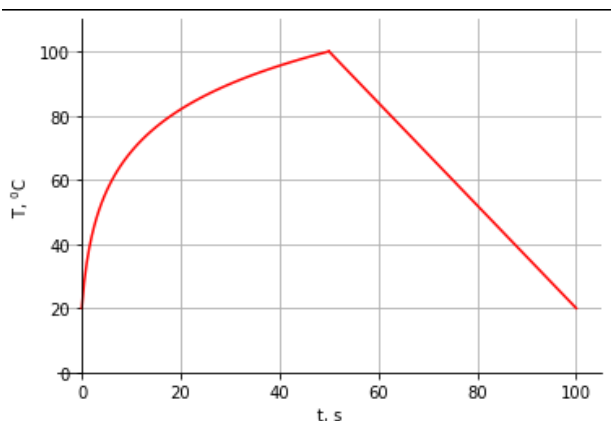
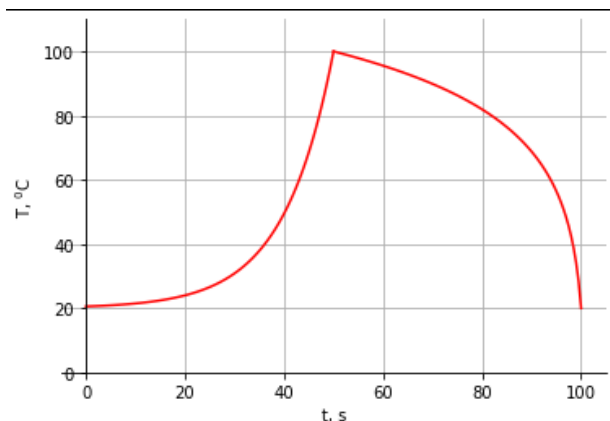


C

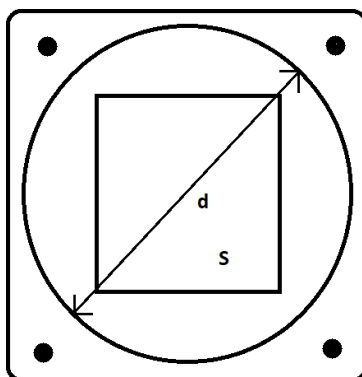


D



E**F**

7. Aplūkosim situāciju, kur uz kvadrāta formas procesora ir novietots ventilators ar diametru $d = 6 \text{ cm}$, kā redzams attēlā, kas nodrošina homogēnu gaisa plūsmu $V = 1.1 \text{ m}^3/\text{min}$ caur ventilatora šķērsriezuma laukumu. Cik gaisa molekulu vienā sekundē atsīfīsies pret procesoru ar laukumu $S = 16 \text{ cm}^2$? Pieņemsim, ka šeit un tālāk gāze ir ideāla. Gaisa blīvums istabas temperatūrā $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$, gaisa molmasa ir 29 g/mol . **(1 p)**



$N = \dots$ gaisa molekulas

8. Pret procesoru, kas darbojas ar jaudu $P = 50 \text{ W}$ vienā sekundē atsitās $N = 6 \cdot 10^{22}$ molekulas (vērtība var atšķirties no iepriekš iegūtās). Kāda būs procesora temperatūra pēc siltuma līdzsvara iestāšanās, ja istabas temperatūra ir $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, pieņemot, ka pēc sadursmes molekulu kūļa temperatūra kļūst vienāda ar procesora temperatūru? Bolcmaņa konstante $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$. **(1 p)**
 $T = \dots \text{ }^\circ\text{C}$

9. Kas notiks ar procesora temperatūru, ja dators tiks ievietots laboratorijā, kas pildīta ar argonu? Abos gadījumos gāzes tilpums, kas iziet cauri ventilatoram laika vienībā, ir vienāds. Argona molmasa ir $M_{\text{Ar}} = 40 \text{ g/mol}$, gaisam $M = 29 \text{ g/mol}$. **(1 p)**

Procesora temperatūra

- Palielināsies
- Samazināsies
- Nemainīsies

10. Datorā vislielāko siltumu rada procesors un videokarte. Lai šīs abas komponentes dzesētu, tām ir pielikta viena un tā pati caurule, caur kuru plūst ūdens.

Ja komponentu siltuma radītā jauda ir $P_1 = 500 \text{ W}$, tad dzesēšanai ūdens plūsma caurulē tiek uzturēta vienāda ar $\mu_1 = 40 \text{ kg/h}$. Pie komponentu siltuma radītās jaudas $P_2 = 150 \text{ W}$, tādu pašu ūdens temperatūra dzesētāja izejā var nodrošināt, ja ūdens plūsma būs $\mu_2 = 10 \text{ kg/h}$.

Cik liela būs temperatūra dzesētāja izejā, pieņemot, ka abos gadījumos siltuma zudumi apkārtējā vidē (t.i., nesasildot ūdeni), ir vienādi? Ūdens sākotnējā temperatūra ir $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, ūdens īpatnējā siltumietilpība $c = 4200 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$. (1 p)

$T = \dots \text{ }^\circ\text{C}$

11 – 3 Ideāli un neideāli kondensatori

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

Parasti tiek aplūkoti idealizēti kondensatori, taču dzīvē viss nav tik skaisti. Reāli kondensatori, ja pievienoti pie pārāk liela sprieguma, sāk sabrukt - notiek caursite. Tas ir tāpēc, ka reāli materiāli nav ideāli izolatori - pie pietiekami stipra elektriskā lauka arī izolatori var sākt vadīt strāvu. Spriegumu, pie kā tas notiek, sauc par caursites spriegumu (angliski: breakdown voltage), to parasti ražotājs norāda katram kondensatoram datu lapās.

Ja kondensatorus slēdz virknē vai paralēli, tad to kopējo kapacitāti var aprēķināt:

Paralēlslēgumā: $C = C_1 + C_2$

Virknē slēgumā: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

A Ideālie kondensatori

Fizikas stundā skolotājs ar skolēniem izveidoja plakņu kondensatoru, vēloties praktiski demonstrēt kondensatoru īpašības. Skolotājs uzlādēja kondensatoru līdz spriegumam U , atslēdza no sprieguma avota un uzdeva jautājumu klasei.

1. Kā mainīsies mijiedarbības spēks starp plāksnēm, satuvinot tās vienu otrai? (1 p)

- Starp plāksnēm mijiedarbības spēks nepastāv un, satuvinot plāksnes, tas nemainīsies
- Starp plāksnēm pastāv pievilkšanās spēks, kas palielinās, plāksnes satuvinot
- Starp plāksnēm pastāv pievilkšanās spēks, kas samazinās, plāksnes satuvinot
- Starp plāksnēm pastāv pievilkšanās spēks, kas nemainās, plāksnes satuvinot
- Starp plāksnēm pastāv atgrūšanās spēks, kas palielinās, plāksnes satuvinot
- Starp plāksnēm pastāv atgrūšanās spēks, kas samazinās, plāksnes satuvinot
- Starp plāksnēm pastāv atgrūšanās spēks, kas nemainās, plāksnes satuvinot

2. Pēc tam skolotājs atkal pieslēdza kondensatoru pie sprieguma un uzdeva tādu pašu jautājumu. Kā tagad mainīsies mijiedarbības spēks starp plāksnēm, satuvinot tās vienu otrai? (1 p)

- Starp plāksnēm mijiedarbības spēks nepastāv un, satuvinot plāksnes, tas nemainīsies
- Starp plāksnēm pastāv pievilkšanās spēks, kas palielinās, plāksnes satuvinot

- c. Starp plāksnēm pastāv pievilkšanās spēks, kas samazinās, plāksnes satuvinot
- d. Starp plāksnēm pastāv pievilkšanās spēks, kas nemainās, plāksnes satuvinot
- e. Starp plāksnēm pastāv atgrūšanās spēks, kas palielinās, plāksnes satuvinot
- f. Starp plāksnēm pastāv atgrūšanās spēks, kas samazinās, plāksnes satuvinot
- g. Starp plāksnēm pastāv atgrūšanās spēks, kas nemainās, plāksnes satuvinot

3. Tad kondensators atkal tiek uzlādēts līdz noteiktam spriegumam un atvienots no sprieguma avota. Tad skolotājs starp kondensatora plāksnēm ievietoja tāda paša izmēra, plānu metāla plāksni (tā, ka tā nepieskaras nevienai kondensatora plaknei). Cik reižu ir mainījusies jaunās sistēmas kapacitāte attiecībā pret sākotnējo kondensatora kapacitāti? (1 p)

$$\frac{C}{C_0} = \dots$$

4. Pēc tam skolotājs atkal izvilka plāno plāksni ārā un paņēma tāda paša izmēra, bet biezu metāla plāksni ar biezumu $d/2$ un atkal ievietoja kondensatorā tā, ka tā nepieskarās kondensatora plāksnēm (attālums starp kondensatora plāksnēm ir d). Cik reižu ir mainījusies jaunās sistēmas kapacitāte attiecībā pret sākotnējo kondensatora kapacitāti? (1 p)

$$\frac{C}{C_0} = \dots$$

B Neideālie kondensatori

Tālāk uzdevumā tiks apskatīti neideāli kondensatori un to ierobežojumi.

5. Viens no materiāliem, kas tiek izmantots kondensatoros par dielektriķi, ir polipropilēns. Aprēķini, cik liels ir maksimālais pieļaujamais darbības spriegums kondensatoram, kas izmanto šo dielektriķi, ja attālums starp klājumiem jeb dielektriķa biezums ir $0.8 \mu\text{m}$, bet elektriskā lauka intensitāte, pie kura polipropilēnā sākas caursite, ir 240 kV/cm . (1 p)

6. Cik liela var būt maksimālā kondensatorā uzkrātā enerģija, ja to klājumu laukums ir 2 cm^2 un dielektriķa biezums ir 0.5 mm , un par dielektriķi ir izmantota vizla, kurai relatīvā dielektriskā caurlaidība ir 5 , bet elektriskā lauka intensitāte, pie kuras tai sākas caursite, ir 20 kV/cm ?

Elektriskā konstante $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ (1 p)

$$W = \dots \mu\text{J}$$

7. Kondensators ir pievienots pie konstanta sprieguma un ir uzlādēts.

A Kā mainīsies caursites spriegums, ja attālumu starp kondensatora klājumiem palielinās 2 reizes? (1 p)

- Samazināsies 4 reizes
- Samazināsies 2 reizes
- Nemainīsies
- Palielināsies 2 reizes
- Palielināsies 4 reizes

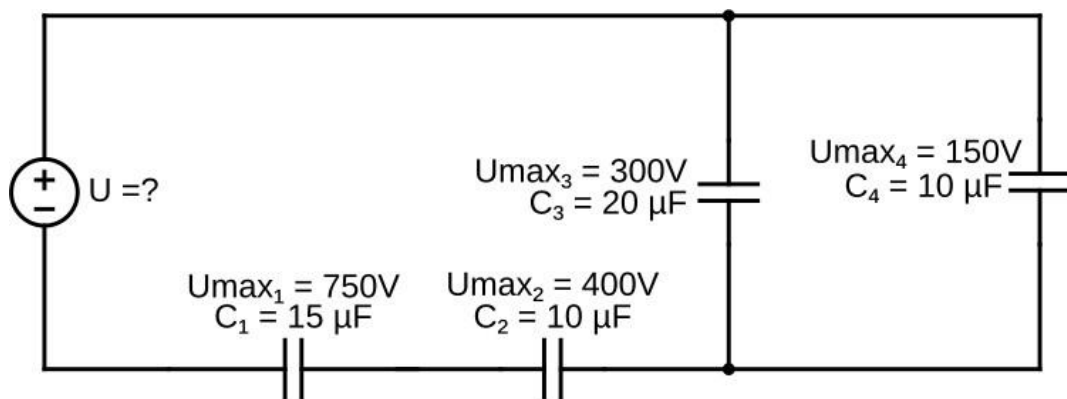
B Kā izmainīsies kondensatora lādiņš, ja attālumu starp kondensatora klājumiem palielinās 2 reizes? (1 p)

- Samazināsies 4 reizes
- Samazināsies 2 reizes
- Nemainīsies
- Palielināsies 2 reizes
- Palielināsies 4 reizes

8. Pēc kondensatora maksimālā sprieguma pārsniegšanas, notika caursīte un tā iekšpusē veidojās īssavienojums. Aprēķini īssavienojuma brīdī izdalīto siltuma jaudu, ja baterijas EDS ir **24 V**, bet iekšējā pretestība ir **0.2 Ω**. (1 p)

$$P = \dots \text{ W}$$

9.



Vairāki dažādi kondensatori ir saslēgti vienā ķēdē, katram ir arī norādīts ražotāja dotais maksimālais pieļaujamais spriegums. Nosaki, cik liels ir maksimālais sprieguma avota spriegums, ko drīkst izmantot šajā ķēdē. (1 p)

$$U = \dots \text{ V}$$