



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

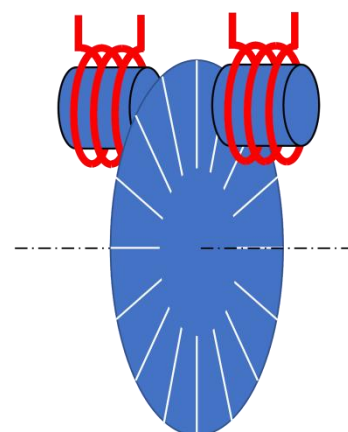
Fizikas valsts 70. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 12. klasei

12 – 1 Radioviļņi

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

Šajā uzdevumā apskatīsim radio pirmssākumus - vienu no veidiem kā tika pārraidīti un uztverti radioviļņi.

Aleksandersona ģenerators bija viena no ierīcēm, ar kuru tika iegūti raidītāji ar precīzu frekvenci. Vienkāršota ģenerators shēma redzama attēlā. Tas sastāv no divām spolēm un rotējoša dzelzs diska, kurā ir izgrieztas spraugas. Vienā no spolēm plūst līdzstrāva, diska rotācijas dēļ mainās magnētiskā lauka indukcija otrajā spolē un tajā tiek inducēts EDS. Katru reizi, kad starp abām spolēm nonāk sprauga, magnētiskā lauka indukcija samazinās, bet, kad nonāk dzelzs disks – magnētiskā lauka indukcija palielinās.



1.

A Diskā ir 600 spraugas un tas rotē ar ātrumu 2000 apgriezienu minūtē. Cik liela būs inducētās maiņstrāvas frekvence? [1 p]

Atbilde: $f =$ kHz

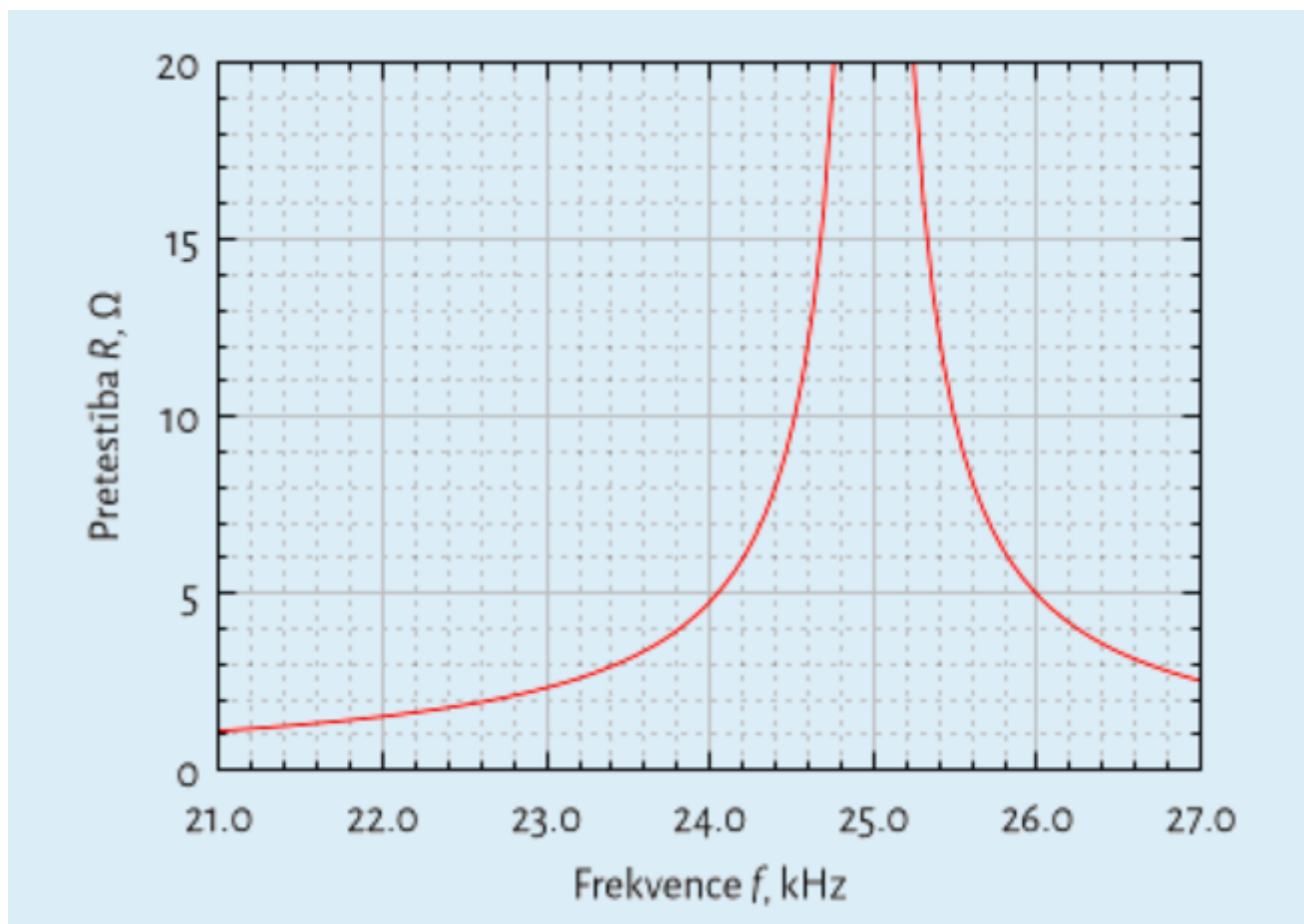
B Ģenerators frekvence ir 24.4 kHz (*vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās*). Cik garus elektromagnētiskos viļņus rada ģenerators? [1 p]

Atbilde: $\lambda =$ km

C Magnētiskais lauks ir konstants un vērsts perpendikulāri spolei. Magnētiskā lauka indukcija $B = 0.1$ T. Diska rotācijas dēļ laukums, caur kuru caur spoli iet magnētiskais lauks, samazinās par 1 cm^2 $5 \mu\text{s}$ laikā. Spolē tiek ģenerēts elektrodzinējspēks $\varepsilon = 200$ V. Cik šajā spolē ir vijumi? [1 p]

Atbilde: $N =$ vijumi

2. Lai varētu noturēt fiksētu ģenerators frekvenci, tika izmantots slēgums, kura pretestība ir atkarīga no frekvences kā attēlots grafikā.

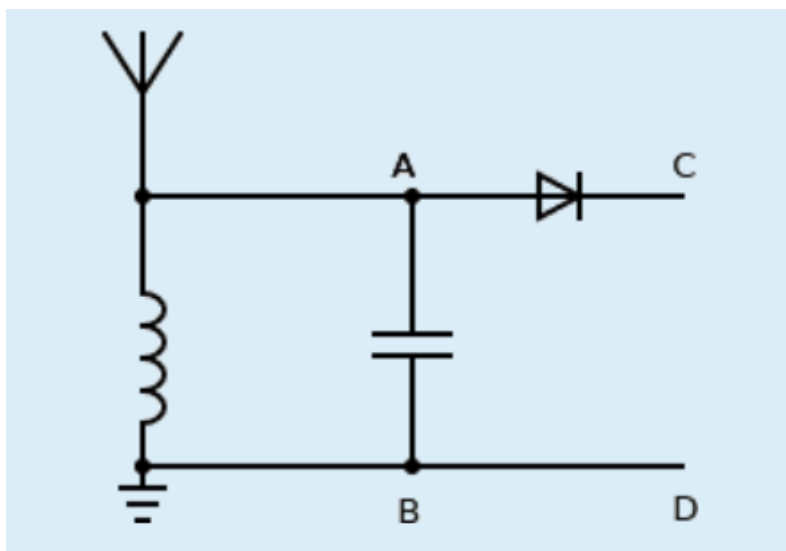


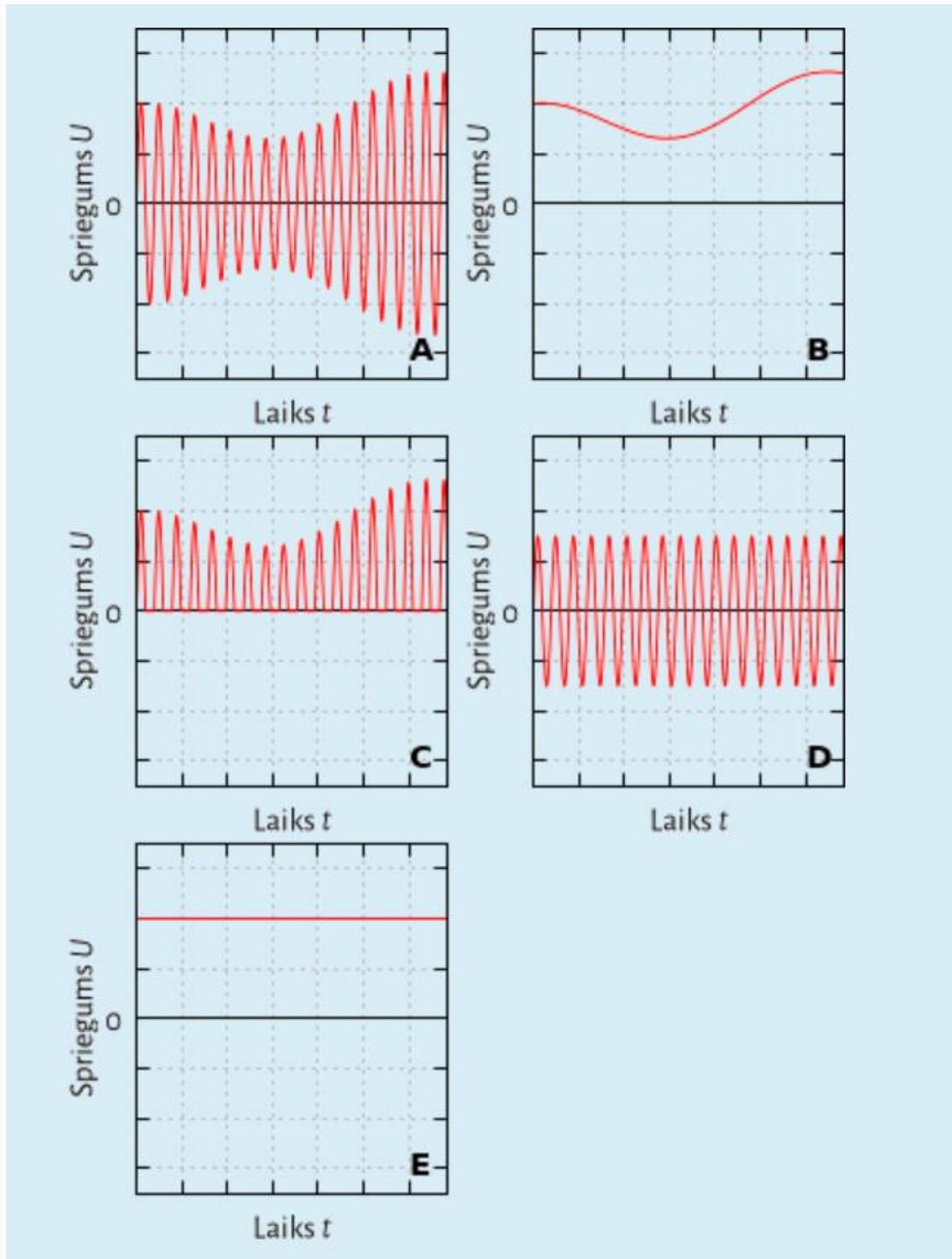
Parasti ģenerators frekvence ir 24.4 kHz. Cik liela ir ģenerators frekvence, ja sprieguma kritums uz slēguma samazinās par 25%, pieņemot, ka strāvas stiprums ir konstants? [1 p]

Atbilde: $f_2 =$ kHz

3. Zīmējumā attēlota radiouztvērēja shēma kādas lietoja 20. gadsimta sākumā.

Starp punktiem A un B spriegums mainās laikā kā redzams grafikā A.





A Kā mainās spriegums laikā starp punktiem C un D? [1 p]

Atbilde:

- A
- B
- C
- D
- E

B Kāda ir diodes loma šādā slēgumā? [1 p]

- Uztvertā signāla vidējā vērtība uztveršanas periodā, kas raksturīgs radiofrekvences periodam, ir nulle. Savukārt diodes taisngrieztā signāla vidējā vērtība uztveršanas periodā, kas raksturīgs radiofrekvences periodam nav nulle.

- Uztvertā signāla vidējā vērtība uztveršanas periodā, kas raksturīgs radiofrekvences periodam, nav nulle. Savukārt diodes taisngrieztā signāla vidējā vērtība uztveršanas periodā, kas raksturīgs radiofrekvences periodam ir nulle.
- Uztvertā signāla momentānā vērtība ne visos laika momentos ir nulle. Savukārt diodes taisngrieztā signāla vidējā momentānā vērtība ir nulle visos laika momentos.
- Diode spēj pārveidot radioviļņus par elektrību.
- Diode nav nepieciešama.

C Kondensatora kapacitāte $C = 2.8 \text{ pF}$. Cik lielai ir jābūt spoles induktivitātei, lai kontūrā notiktu rezonanse pie frekvences $f = 1.5 \text{ MHz}$? [1 p]

Atbilde: $L = \text{[input box]} \text{ mH}$

D Šādi uztvērji spēj darboties bez pieslēguma pie enerģijas avota. No kurienes tiek iegūta enerģija, lai radītu skaņu austiņā, kas pieslēgta starp punktiem C un D? [1 p]

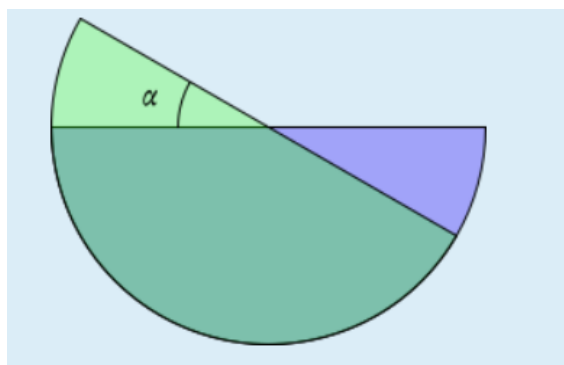
- enerģija tam nav nepieciešama
- tiek izmantota radioviļņu pārnestā enerģija
- slēguma izveides laikā sistēmā tiek ielikta nepieciešamā enerģija
- enerģija tiek saņemta no cilvēka, kurš izmanto uztvērēju

E Zināms, ka uztvērējā tiek izmantota silīcija diode, kas laiž cauri strāvu tikai, ja spriegums uz tās pārsniedz 0.7 V . Kā būtu iespējams palielināt uztvērēja jutību? [1 p]

- saslēgt vairākas šādas diodes virknē
- saslēgt vairākas šādas diodes paralēli
- nomainīt silīcija diodi uz germānija diodi, kas strāvu laiž cauri, ja spriegums uz tās pārsniedz 0.4 V
- nomainīt silīcija diodi uz gallija nitrīda diodi, kas strāvu laiž cauri, ja spriegums uz tās pārsniedz 3 V
- nav iespējams palielināt uztvērēja jutību

4. Lai būtu iespējams mainīt kapacitāti, uztvērējos tiek izmantoti maiņkondensatori. Bieži maiņkondensators sastāv no plakanparalēliem riņķa sektoriem, ko iespējams rotēt vienu attiecībā pret otru ap centru. Lai gan reāli tika izmantoti daudzdisku maiņkondensatori, aplūkosim vienkāršotu variantu – ar diviem diskiem.

Aplūkosim maiņkondensatoru, kura plāksnes veido divi alumīnija pusapļi ar rādiusu $r = 5 \text{ mm}$, kas atrodas attālumā $d = 0.1 \text{ mm}$ viens no otra un starp tām ir gaiss.



Cik lielā leņķī α ir jāpagriež maiņkondensatora plāksnes viena attiecībā pret otru, lai kondensatora kapacitāte būtu $C = 2.8 \text{ pF}$? Aprēķinos ņem vērā tikai tās plāksnes daļas, kas pārklājas. Elektriskā konstante $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$, gaisa dielektriskā caurlaidība $\epsilon = 1$. [1 p]

Atbilde: $\alpha = \text{[input box]}^\circ$

12 – 2 Gaismas ātruma noteikšana

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

Šajā uzdevumā apskatīsim dažas metodes, kuras tika izmantotas, lai vēsturiski noteiktu gaismas ātrumu c .

Gravitācijas konstante $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$

Jupitera pavadoņi Jo

1. Pirmais eksperimentālais apliecinājums tam, ka gaismas ātrums ir galīgs un aptuvens tā vērtības novērtējums nāca no dāņu astronoma Oles Rēmera Jupitera pavadoņu novērojumiem. Jo ir viens no spožākajiem un lielākajiem Jupitera pavadoņiem.

Jupitera pavadoņa Jo orbītas rādiuss $R = 4.2 \cdot 10^8$ m, Jupitera masa $M = 1.9 \cdot 10^{27}$ kg. Cik liels ir Jo apriņķojuma periods ap Jupiteru? [1 p]

Atbilde: $T =$ h

2. Rēmera ideja bija apskatīt Jo aptumsumu sākumus un beigas - brīžus, kuros Jo ieiet Jupitera ēnā un atkal iznāk no tās un pierakstīt laikus, kuros tie notiek visa gada laikā.

Zīmējumā attēlotas Zemes un Jupitera orbītas kustībā ap Sauli. Ar melniem punktiem attēlotas abu planētu atrašanās vietas, kad Zeme atrodas punktā A, bet ar sarkaniem punktiem, kad Zeme atrodas punktā B.

Apskatīsim Jupitera pavadoņa Jo aptumsuma novērojumus no Zemes, kad tā atrodas punktos A un B. Punktā A Zeme atrodas starp Sauli un Jupiteru, bet punktā B leņķis Zeme-Saule-Jupiters ir taisns.

A Zemes apriņķošanas periods ap Sauli $T_Z = 1$ gads, Jupitera apriņķošanas periods $T_J = 11.9$ gadi. Planētas riņķo apkārt Saulei pretēji pulksteņa rādītāja kustības virzienam. Cik ilgā laikā Zeme pārvietojas no punkta A līdz punktam B? [1 p]

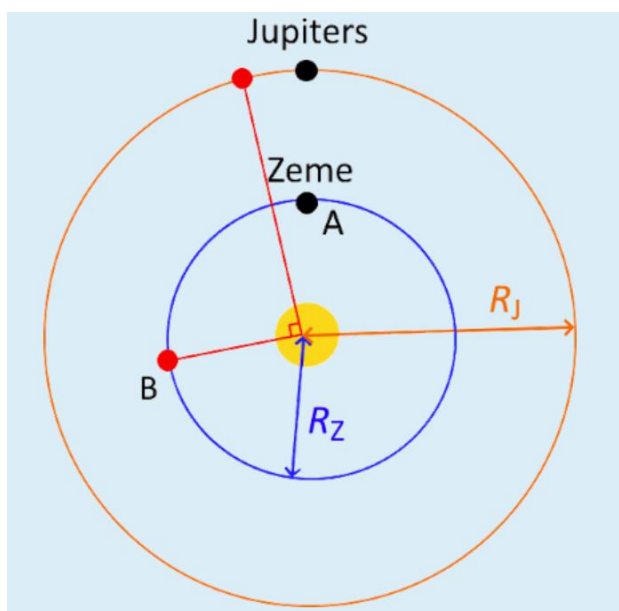
Atbilde: $t_B =$ gadi

B Zemes orbītas rādiuss $R_Z = 1.5 \cdot 10^{11}$ m, Jupitera orbītas rādiuss $R_J = 7.8 \cdot 10^{11}$ m. Gaisma no Jupitera pavadoņa Jo līdz Zemei nāks atšķirīgu laiku, kas atkarīgs no Zemes atrašanās vietas – vai Zeme atrodas punktā A vai punktā B.

Attālums starp Jupiteru un Zemi, kad Zeme atrodas punktā A ir s_A , bet, kad punktā B ir s_B . Cik liela ir šo attālumu starpība $\Delta s = s_B - s_A$? [1 p]

Atbilde: $\Delta s =$ m

C Varētu domāt, ka aptumsumu iespējams novērot ik reizi, kad Jo apriņķo Jupiteru, bet ir vairākas nobīdes, kas ietekmē reālos aptumsuma laikus. Pat ja gaismas ātrums ir bezgalīgs, novērotais periods starp diviem aptumsumiem būs atšķirīgs no Jo apriņķojuma perioda.



Jo ap Jupiteru riņķo pretēji pulksteņradītāja kustības virziena, (tajā pašā virzienā, kurā rotē visi pārējie Saules sistēmas ķermeņi). Pieņemsim, ka gaismas ātrums ir bezgalīgs. Kāds būs laiks starp diviem Jo aptumsumiem, salīdzinājumā ar Jo apriņķojuma periodu? [1 p]

Atbilde:

- Laiks starp aptumsumiem būs mazāks nekā apriņķojuma periods, jo Zemes un Jupitera savstarpējais novietojums ir mainījies
- Laiks starp aptumsumiem būs lielāks nekā apriņķojuma periods, jo Zemes un Jupitera savstarpējais novietojums ir mainījies
- Laiks starp aptumsumiem būs mazāks nekā apriņķojuma periods, jo ir mainījies Jupitera pozīcija savā orbītā.
- Laiks starp aptumsumiem būs lielāks nekā apriņķojuma periods, jo ir mainījies Jupitera pozīcija savā orbītā.

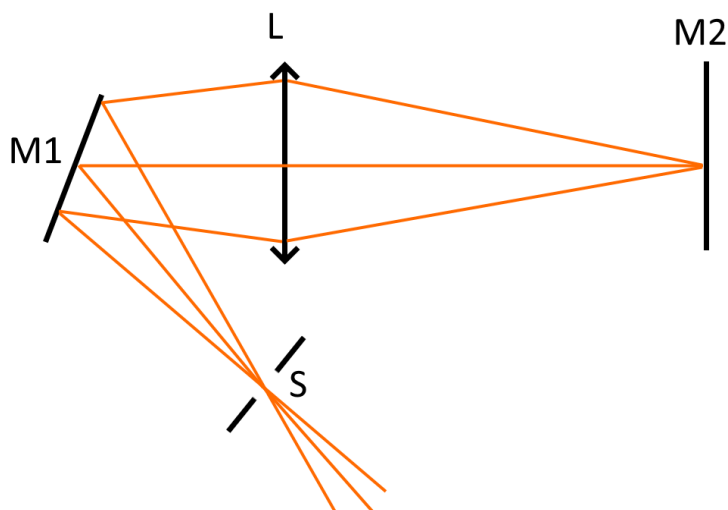
D Pavadoņa Jo aptumsums, kad Zeme atrodas punktā B, tik un tā tika novērots $t = 8$ min vēlāk nekā varētu sagaidīt salīdzinot to ar novērotā aptumsuma laiku, kad Zeme atrodas punktā A.

Aprēķini, cik lielu gaismas ātruma vērtību c ieguva Rēmers, izmantojot Jupitera pavadoņa novērojuma datus. [1 p]

Atbilde: $c =$ m/s

3. Fuko eksperiments

Franču fiziķis Leons Fuko veica eksperimentu, lai noteiktu precīzāku gaismas ātruma vērtību. Viņš izveidoja iekārtu, kurā ir punktveida gaismas avots S , (kas tika konstruēts, izmantojot nelielu spraugu un Saules gaismu), rotējošs spogulis $M1$, lēca L , detektors D un stacionārais spogulis $M2$, uz kura veidojas gaismas avota attēls.

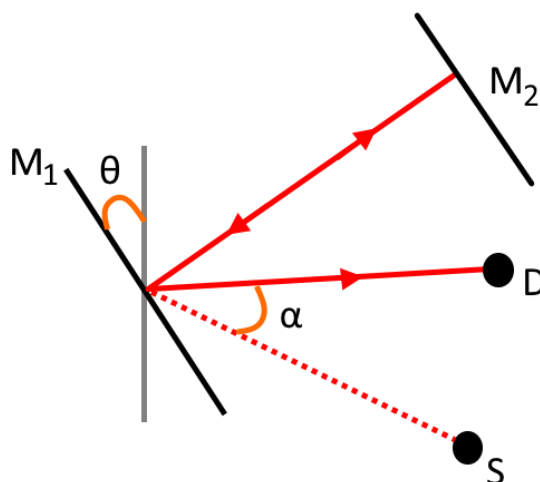


Zīmējumā attēlota shematiska gaismas staru trajektorija gadījumā, ja spogulis $M1$ ir nekustīgs. Attālums starp S un $M1$ ir $x = 7$ m, attālums starp $M1$ un L ir $y = 5$ m un attālums starp L un $M2$ ir $z = 30$ m.

A Cik liels ir lēcas fokusa attālums F ? [1 p]

Atbilde: $F =$ m

Spogulis $M1$ ir rotējošs: stara ienākšanas brīdī spogulis ir vertikāls, bet pēc gaismas atstarošanās no spoguļa, spogulis ir pagriezies par leņķi θ pretēji pulsteņa rādītāja kustības virzienam. Lēca L joprojām ir sastāvdaļa eksperimentālajā iekārtā, bet, lai būtu vieglāk uztvert gaismas staru gaitu, tā zīmējumā nav attēlota.



B Spogulis $M1$ rotē ar frekvenci $\nu = 1000 \text{ Hz}$. Par cik lielu leņķi θ , pagriezīsies spogulis $M1$ laikā, kura gaismas stars pārvietojas no $M1$ līdz $M2$ un atpakaļ, ja gaismas ātrums ir $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$? [1 p]

Atbilde: $\theta = \boxed{}^\circ$

C Spoguļa $M1$ rotācijas dēļ ienākošais un atstarotais gaismas stars vairs neatradīsies uz vienas taisnes, bet starp tiem izveidosies leņķis α . Pieņemsim, ka leņķis $\theta = 0.09^\circ$ (vērtība nesakrīt ar iepriekš aprēķināto). Cik liels ir leņķis α ? [1 p]

Atbilde: $\alpha = \boxed{}^\circ$

D Detektors D un gaismas avots S atrodas vienādā attālumā no spoguļa $M1$. Leņķis $\alpha = 0.35^\circ$ (vērtība nesakrīt ar iepriekš aprēķināto). Cik liels ir attālums l starp detektoru D un gaismas stara avotu S ? [1 p]

Atbilde: $l = \boxed{} \text{ mm}$

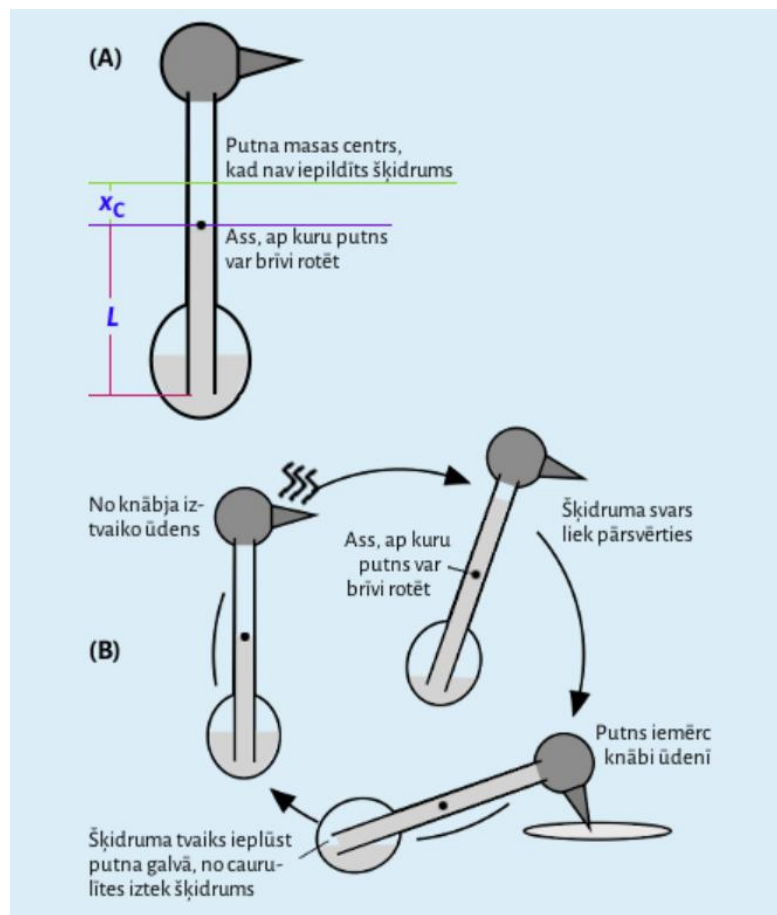
E Detektora D vietā novietosim mikroskopu un ar savu aci ieskatīsimies tā okulārā. Ko mēs redzēsīm? [1 p]

- Spožu un nepārtrauktu gaismu, kuras stiprums salīdzināms ar avota S gaismas stiprumu.
- Periodiskus, spožus zibšņus, kurus atdala absolūta tumsa.
- Nepārtrauktu gaismu, bet ar ievērojami mazāku gaismas stiprumu nekā avotam S .
- Tikai tumsu - spoguļa rotācijas frekvence ir pārāk liela, lai varētu to uztvert ar aci.

12 – 3 Izslāpušais putns

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

Šajā uzdevumā apskatīsim populāras rotaļlietas “izslāpušais putns” darbības principus. Tās uzbūve attēlota zīmējumā (A).



Putnu veido kolba, kurā ievietota cilindriskā caurulīte, kas ir hermētiski noslēgta ar putna galvu. Kolbā iepildīts viegli gaistošs šķidrums – dihlormetāns (DCM). Rotaļlietas izgatavošanas procesā no kolbas tiek atsūkņēts gaiss, un līdz ar to tā satur tikai šķidrumu un tā tvaikus. Kolba ir iestiprināta turētājā tā, ka tā var brīvi rotēt ap stiprinājuma punktu. Putna darbības ciklu uzsāk, samitrinot putna knābi ar ūdeni. Ūdenim iztvaikojot, putna galva atdziest. Putna darbības cikla visi posmi attēloti zīmējumā (B).

1. Mehāniskais līdzsvars

Izgatavotājs iepildīja rotaļlietā dihlormetānu, kura blīvums šķidrā stāvoklī $\rho_{\text{DCM}} = 1327 \text{ kg/m}^3$ un tilpums $V = 5 \text{ cm}^3$. Cilindriskās caurulītes iekšējais rādiuss $r = 3 \text{ mm}$.

A Cik liela šķidruma masa tika iepildīta rotaļlietā? [0.5 p]

Atbilde: $m = \text{[input box]} \text{ g}$

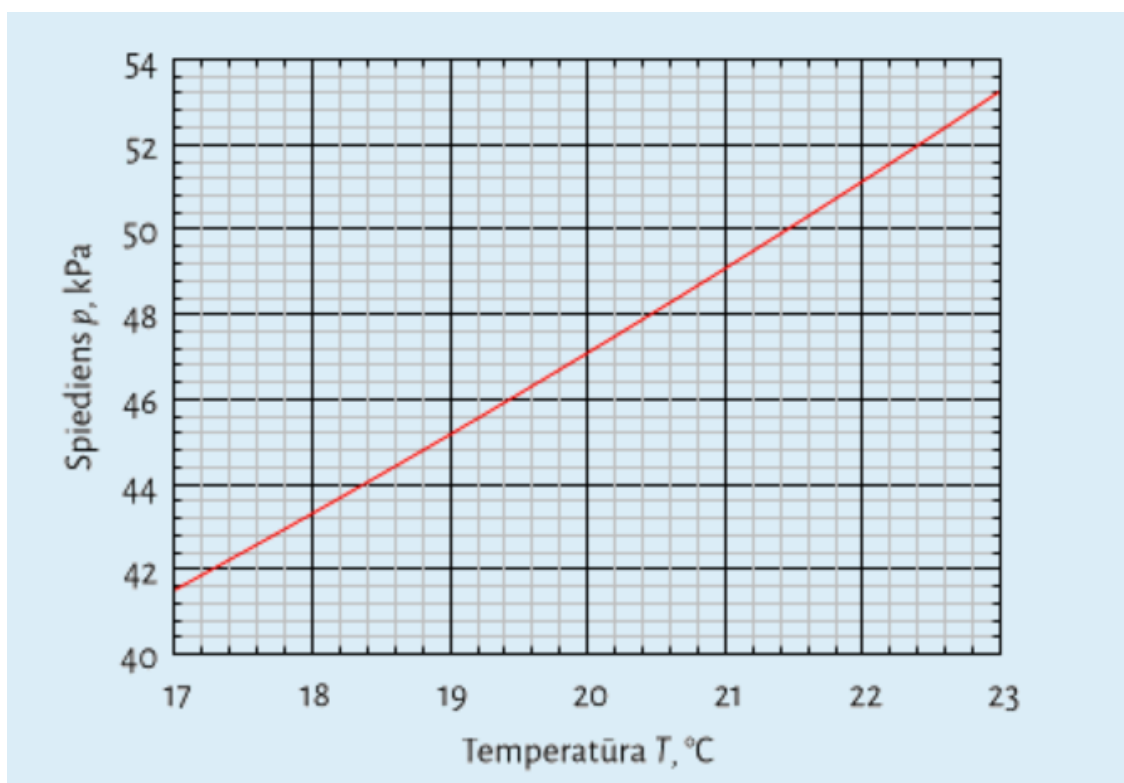
B Cik liela dihlormetāna masa ieplūdusi cilindriskajā caurulītē, ja šķidruma stabiņa augstums $h = 5 \text{ cm}$? [0.5 p]

Atbilde: $m = \text{[input box]} \text{ g}$

C Rotaļlietas kustīgās daļas masa $m = 50 \text{ g}$, iepildītā dihlormetāna masa ir $M = 6 \text{ g}$ (vērtība var atšķirties no iepriekš aprēķinātās). Putna masas centrs (bez iepildīta šķidruma) atrodas $x_c = 4.5 \text{ mm}$ virs rotācijas ass, bet attālums no rotācijas ass līdz cilindriskās caurulītes apakšpusei ir $L = 5.5 \text{ cm}$. Pie cik liela šķidruma stabiņa augstuma h rotaļlieta pārsvēršies? Pieņemt, ka kolbas apakšpusē palikušā šķidruma masas centrs vienmēr atrodas attālumā l no rotācijas ass. [1 p]

Atbilde: $h = \text{[input box]} \text{ cm}$

2. Tvaiku spiediens



Grafikā attēlota dihlormetāna tvaiku spiediena atkarība no temperatūras. Šajā un visās pārējās uzdevuma daļās ņemt vērā ar kapilaritāti saistītus efektus. Ūdens īpatnējais iztvaikošanas siltums $L_{\text{H}_2\text{O}} =$

2.26 MJ/kg, dihlormetāna īpatnējais iztvaikošanas siltums $L_{DCM} = 0.330$ MJ/kg, dihlormetāna molmasa $\mu_{DCI} = 84.9$ g/mol un blīvums šķidrā formā ir $\rho_{DCM} = 1327 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Brīvās krišanas paātrinājums $g = 9.8$ m/s². Universālā gāzu konstante $R = 8.31$ J/(mol·K).

A Kad šķidrums stabiņa augstums bija sasniedzis $h = 8.5$ cm (vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās), putns pārsvērās un iemērcā knābi ūdenī. Cik liels bija dihlormetāna tvaiku spiediens putna knābī pārsvēšanās mirklī, ja istabas temperatūra $T_{\text{ist}} = 20.2$ °C? [1 p]

Atbilde: $p =$ kPa

B Pieņemot, ka siltumapmaiņa starp putna knābi un kolbu nenotiek, cik liela bija tvaika temperatūra putna knābī pārsvēšanās mirklī? [1 p]

Atbilde: $T =$ °C

C Apskatīsim putna darbības cikla posmu no brīža, kad caurulītē nav ieplūdis dihlormetāns līdz rotāllietas pārsvēšanās brīdim. Tvaika tilpums un spiediens putna galvā un knābī posma sākumā ir $V_1 = 11.7$ cm³, $p_1 = 45.6$ kPa, posma beigās $V_2 = 8$ cm³ un $p_2 = 44$ kPa, temperatūras izmaiņa putna knābī $\Delta T = 0.8$ °C. Cik liela ūdens masa iztvaiko no putna knābja viena šāda darbības posma laikā, ja posma beigās knābja temperatūra ir $T = 18.4$ °C (vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās)?

Knābja siltumietilpību neņemam vērā un pieņemam, ka siltuma daudzums, kas izdalās dihlormetānam iztvaikojot, ir daudz lielāks nekā siltuma daudzums, kas jāpievada, lai tvaika temperatūru paaugstinātu par $\Delta T = 0.8$ °C. Veicot aprēķinus šķidrums tvaikam var izmantot ideālas gāzes likumsakarības. [1 p]

Atbilde: $m =$ mg

D Kas notiktu, ja dihlormetāna vietā iepildītu dihlormetānam līdzīgu šķidrums (pēc blīvuma un molmasas), taču ievērojami sliktāk gaistošu (tvaiku spiediens, kas ir līdzsvarā ar šķidrums, pie vienas un tās pašas temperatūras ir zemāks, kā arī mazāk mainās atkarībā no temperatūras)? [1 p]

Atbilde:

- Nekas nemainītos. Process nepārtraukti turpinātos
- Process paātrinātos (putns biežāk mērkto knābi ūdenī)
- Process palēninātos vai apstātos
- Process sākumā paātrinātos un tad apstātos
- Sākumā apstātos, bet pēc kāda laika atsāktu darboties
- Putns ilgāku laiku pavadīs ar iemērkto knābi ūdenī

E Kas notiktu, ja pēc kārtējās putna knābja iemērcēšanas ūdens glāzē no tās tiktu izliets viss ūdens (turpmāk putns knābi vairs neiemērkto ūdenī)? [1 p]

Atbilde:

- Process momentā apstātos
- Process turpinātu nepārtraukti darboties
- Process turpinātu nepārtraukti darboties, ja istabas temperatūra ir pietiekami augsta
- Process turpinātu nepārtraukti darboties, ja istabas temperatūra ir pietiekami zema
- Process turpinātu darboties, kamēr viss ūdens no putna knābja būs iztvaikojis
- Turpinātu svārstīties, taču nepārveļoties (dihlormetāna stabiņa augstums visu laiku atrodas zem kritiskā augstuma pie kura putns iepriekš pārvēlās un iemērcā knābi ūdenī)

F Pēc ilgstoša lietus beigām rotaļlieta tika iznesta ārā. Kas mainās tās darbībā neilgā laika posmā pēc tās iznešanas ārā? [1 p]

Atbilde:

- Nekas nemainītos. Process nepārtraukti turpinātos
- Process paātrinātos (putns biežāk mērkto knābi ūdenī)
- Process palēninātos vai apstātos
- Process sākumā paātrinātos un tad apstātos
- Sākumā apstātos, bet pēc kāda laika atsāktu darboties
- Putns ilgāku laiku pavadīs ar iemērkto knābi ūdenī

3. Lietderības koeficients un maksimālais darbs

Rotaļlieta pēc savas būtības ir siltuma mašīna, kas veic lietderīgo darbu, saņemot kādu siltuma daudzumu no apkārtējās vides un atdodot kādu siltuma daudzumu, ūdenim iztvaikojot no knābja.

A Novērtē maksimālo lietderības koeficientu šādai siltummašīnai, ja tvaika temperatūras izmaiņa putna knābī $\Delta T = 0.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ un temperatūra aplūkotā procesa beigās ir $18.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. [1 p]

Atbilde: $\eta =$ %

B Kā varētu uzlabot šādas idealizētas siltuma mašīnas lietderības koeficientu? [1 p]

Atbilde:

- Izveidot putnu ar garāku ‘kaklu’ jeb cilindru (saglabājot rotaļlietas smaguma centru nemainīgu), kurā ieplūst un izplūst dihlormetāns
- Uzkarstēt ūdeni, kurā putns cikliski mērc savu knābi
- Paaugstināt istabas temperatūru, nemainot ūdens temperatūru
- Tehniski nav iespējams uzlabot šādas siltuma mašīnas lietderības koeficientu
- Ievietot to telpā ar zemāku relatīvo gaisa mitrumu
- Ievietot to telpā ar augstāku relatīvo gaisa mitrumu