

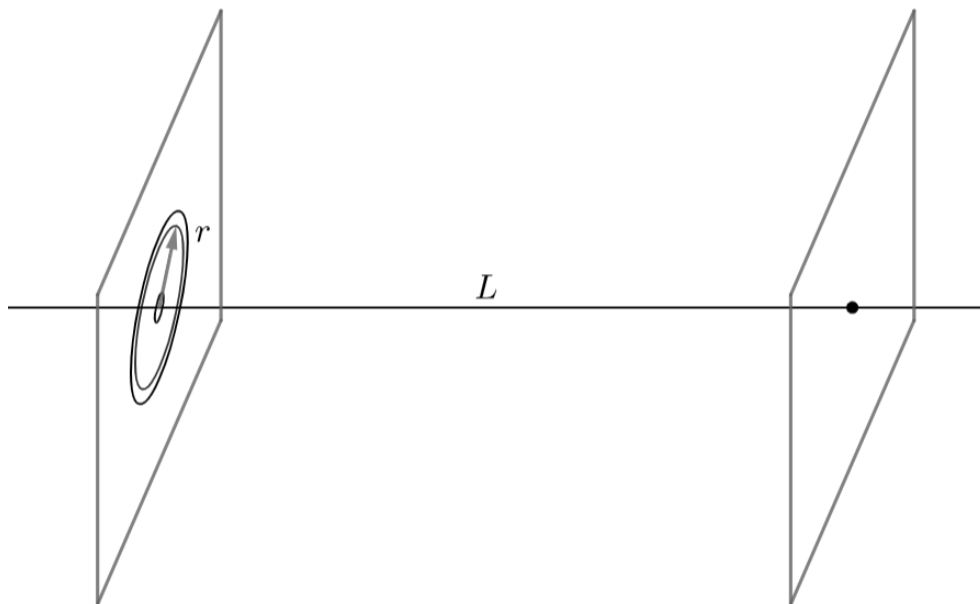
8.3.2.1./16/I/002

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

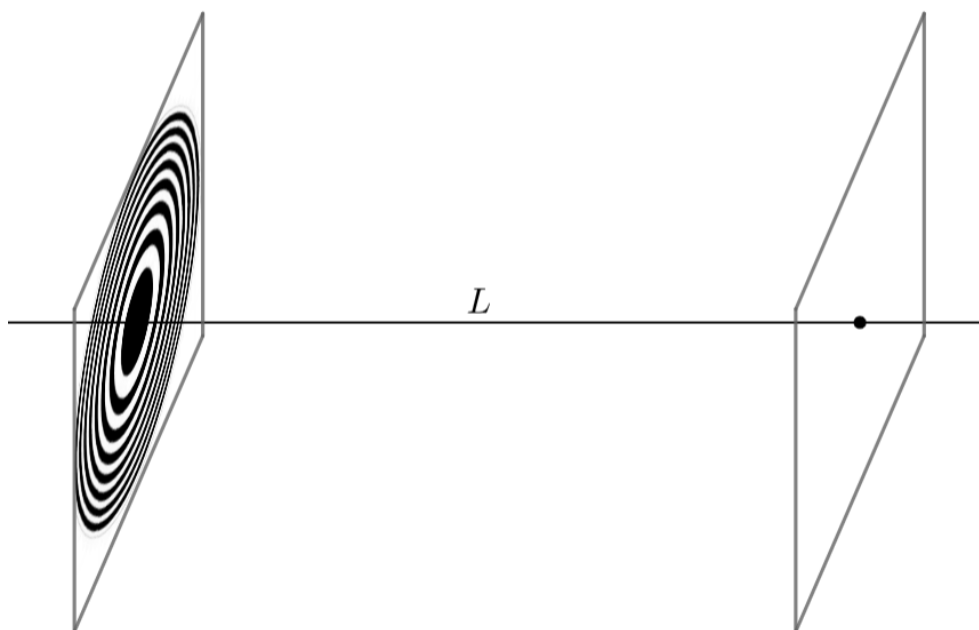
Fizikas Valsts 73. olimpiāde Trešā posma uzdevumi 12. klasei

12-1 Freneļa plate

- A. (2 punkti) Gaisma ar viļņa garumu λ krīt perpendikulāri uz lapas, kurā izgriezts mazs riņķis centrā un šaurs gredzens ar rādiusu r . Gan centra riņķa izmērs, gan gredzena platums ir daudz mazāki par λ . Aiz lapas attālumā L atrodas ekrāns. Pie kādiem ārējā riņķa rādiusiem ekrāna centrā novērojama:
i) konstruktīva interference ii) destruktīva interference?



- B. Šos rādiusus saucim attiecīgi a_n un b_n , kur tie ir sanumurēti augošā secībā. Tagad aizklājam visus laukumus starp b_n un a_n visiem $n \leq N$. Laukumi starp a_n un b_{n+1} paliek neaizklāti un brīvi laiž cauri gaismu. Šādu ierīci sauc par Freneļa plati. Turpmāk vari pieņemt, ka $a_N \ll f$ un $N \gg 1$.



- (B.1) (1 punkts) Pierādi, ka visi N aizklātie laukumi ir vienādi.
- (B.2) (3 punkti) Tagad viļņa garums tiek nedaudz palielināts $\lambda + \delta\lambda$. Pie kāda $\delta\lambda$ novērojams pirmais minimums ekrāna centra gaismas intensitātē?
- (B.3) (4 punkti) Ja ekrāns tiek bīdīts tuvāk platei, ekrāna centrā novērojami citi intensitātes maksimumi. Aprēķini attiecības starp šo maksimumu intensitātēm. (Nav nepieciešams salīdzināt ar sākotnējo maksimumu.)

12-2 Saturna gredzeni

Visām gāzes planētām Saules sistēmā ir gredzeni, taču vispamanāmākie tie ir Saturna gadījumā. Šis uzdevums sastāv no divām nesaistītām daļām - pirmajā daļā mēs analizēsim iespējamu mehānismu gredzenu veidošanai, savukārt otrajā daļā analizēsim to stabilitāti.

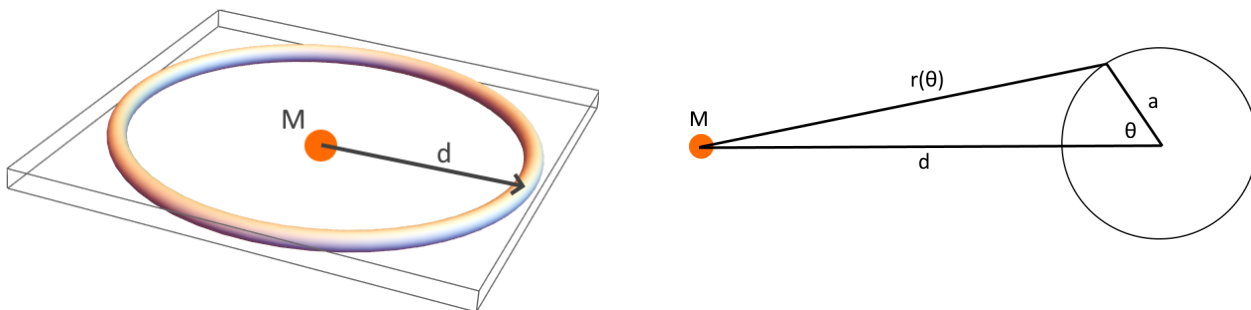
- A. (2 punkti) Iedomājies divus punktveida ķermeņus ar masu μ , kurus savieno nedeformējams, bezmasas stienis ar garumu l . Šī sistēma atrodas attālumā $d \gg l$ no trešā punktveida ķermeņa ar masu M un krīt tā virzienā tādā veidā, ka stieņa orientācija sakrīt ar krišanas virzienu. Atrodi paisuma spēka radīto sastiepuma spēku iekšpus stieņa. Tu vari izmantot tuvinājumu:

$$(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x, \text{ ja } |x| \ll 1 \quad (*)$$

Padoms: Atrodi atšķirību gravitācijas spēkiem, ko trešais ķermenis rada uz katru no masām μ .

- B. (2 punkti) Tagad iedomājies lodveida pavadoni ar masu m un rādiusu r , kurš riņķo ap planētu ar masu M un rādiusu R . Šī pavadoņa daļiņas kopā satur tikai tā paša masas radītais gravitācijas spēks. Laika gaitā, ar gravitāciju nesaistītas mijiedarbības dēļ, pavadoņa orbītas rādiuss lēni sarūk un tas pakāpeniski tuvojas planētai, kustoties pa aptuveni riņķveida orbītu. Pierādi, ka sasniedzot orbītas rādiusu $d \approx 1.26R \left(\frac{\rho_M}{\rho_m}\right)^{1/3}$, kur ρ_M ir planētas blīvums un ρ_m ir pavadoņa blīvums, pavadonis izjūk. Vari pieņemt, ka līdz izjukšanas brīdim pavadonis saglabā lodveida formu. Izskaidro, kāpēc tā pārpalikumi laika gaitā izveido gredzenu ap planētu.

Atlikušajā uzdevuma daļā mēs apskatīsim Saturna gredzenu dinamiku. Saturna masa ir M un attālumā d (kurš mērīts no Saturna centra līdz gredzenu centram) no tā atrodas plastisks gredzens (skatīt Att. 1). Tā šķērsriezums ir riņķis ar rādiusu a , bet blīvums ir ρ_g . Šeit piedāvātais modelis nav reālistisks - jau pirms 150 gadiem Maksvels parādīja, ka ap planētu rotējošam gredzenam jāsastāv no pulverveida vielas (nelielām no ledus un akmens veidotām daļiņām Saturna gadījumā). Plastisks gredzenu modelis nāk no Laplasa, kuram arī izdevās veikt interesantus secinājumus pirms Maksvela.



Attēls 1: Pa kreisi attēlos plastiskā Saturna gredzenu modelis, bet pa labi - tā šķērsriezums.

- C. (2 punkti) Atrodi gravitācijas lauku, ko gredzens rada augstumā $h \ll a$ no tā virsmas.

Padoms: Atceries, ka Tev jāaprēķina gravitācijas lauks ļoti tuvu gredzenu virsmai, un centies šo uzdevumu sasaistīt ar zināmu metodi no elektrostatikas.

- D. (2 punkti) Atrodi Saturna radīto gravitācijas potenciālu uz gredzena virsmas $V(\theta)$ kā funkciju no leņķa, kas mērīts attiecībā pret gredzena centru θ . Izmanto tuvinājumu (*), lai vienkāršotu savu formulu.

Padoms: Vispirms centies aprēķināt attālumu no Saturna līdz punktam uz gredzena $r(\theta)$.

- E. (2 punkti) Analizē gredzena šķērsriezuma riņķveida formas stabilitāti. Tavai atbildei vajadzētu aprakstīt, kas nosaka plastisku ķermeņu formu ārēju spēku laukā, kā arī izmantot iepriekšējos punktus iegūtos rezultātus tālākiem secinājumiem.

12-3 Pirts termodinamika

Šajā uzdevumā pētīsim un salīdzināsim 2 telpas. Katras telpas tilpums V ir nemainīgs un to sienas ir perfekti siltumizolatori. Viena no telpām ir *noslēgta* – iekšā esošā gāze nevar no tās izklūt –, bet otra ir *atvērta* – tajā esošā gāze var izklūt no telpas un spiediens atvērtaajā telpā ir nemainīgs. Katrā no telpām ir termostats, kas var pievadīt vai atņemt telpā esošajai gāzei siltumu. Visa uzdevuma laikā uzskatīsim, ka gaisam ir divas sastāvdaļas – sauss gaiss, kuru veido molekulas ar 5 brīvības pakāpēm (skābeklis, slāpeklis un citas gāzes) un ūdens tvaiks, kura molekulām ir 6 brīvības pakāpes. Pieņemsim, ka abas sastāvdaļas ir ideālas gāzes. Lai aprakstītu ūdens tvaika saturu gaisā, lietosim relatīvā gaisa mitruma jēdzienu $r = \frac{p_u}{p_s(T)}$, kur p_u ir tvaika parciālspiediens, bet $p_s(T)$ ir piesātināta tvaika spiediens (kas ir atkarīgs no gāzes temperatūras T). Piesātināta tvaika spiediena atkarība no temperatūras ir attēlota tev dotajā grafikā uzdevuma beigās. Visās uzdevuma daļās, kas neprasa ievietot skaitļus iegūtajās atbildēs, vari izmantot funkciju $p_s(T)$ gala atbildē.

Sākotnējais kopējais (sausā gaisa un tvaika) spiediens abās telpās ir p_0 , sākotnējā temperatūra ir T_0 un sākotnējais gaisa mitrums ir r_0 .

- A. (3 punkti) Izmantojot termostatu, abu telpu temperatūra tiek paaugstināta no T_0 uz T . Katrai no telpām aprēķini iekšējās enerģijas izmaiņu. Kāds siltuma daudzums bija jāpievada noslēgtajā telpā, lai panāktu šo temperatūras izmaiņu?
- B. (3 punkti) Izmantojot termostatu, abu telpu temperatūra tika izmainīta tā, ka gaisa mitrums tika samazināts no r_0 uz r . Katrai telpai nosaki, vai šī procesa laikā temperatūra telpā bija jāsamazina vai jāpalielina un paskaidro, kurā telpā vajadzīgā temperatūras izmaiņa bija lielāka.
- C. (3 punkti) Uzdevuma atlikušajā daļā apskatīsim tikai noslēgto telpu. Sākotnējie apstākļi tajā ir $p_0 = 101 \text{ kPa}$, $T_0 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$, $V = 200 \text{ m}^3$ un $r_0 = 50 \%$. Noslēgtajā telpā tiek pievadīts vai atņemts siltums tā, lai panāktu, ka gaisa mitrums palielinās (pretēji atbildei uz B jautājumu). Nosaki, pie kādas temperatūras telpā esošais ūdens sāks kondensēties?
- D. (1 punkts) Turpināsim pievadīt vai atņemt siltumu tā, kā to darījām C jautājumā arī tad, kad būsīm sasnieguši temperatūru, pie kuras sāksies kondensācija. Salīdzini siltuma daudzumu, kas jāpievada vai jāatņem, lai izmainītu gāzes temperatūru par 1°C tieši pirms tika sasniegta kritiskā temperatūra un siltuma daudzumu, kas bija jāpievada vai jāatņem, lai izmainītu gāzes temperatūru par vienu grādu tieši pēc šīs kritiskās temperatūras sasniegšanas. Paskaidro, kurš no tiem ir lielāks.

