



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 67. olimpiāde Trešā posma uzdevumi 10. klasei

Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma soļa numuru. Baltais papīrs paredzēts melnrakstam - to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks - 180 minūtes

1. uzdevums

RIEPAS PIEPUMPĒŠANA

Automašīnu ražotāji parasti uzraksta, līdz kādam spiedienam ir jāpiepumpē riepas. Pie mazas slodzes ieteicamais spiediens ir mazāks, nekā pie lielas slodzes (sk. 1.1. att.). Autovadītājam var rasties jautājums: kad ir jāpiepumpē riepas - pirms vai pēc slodzes palielināšanas? Šajā uzdevumā meklēsim atbildi uz šo un citiem jautājumiem.

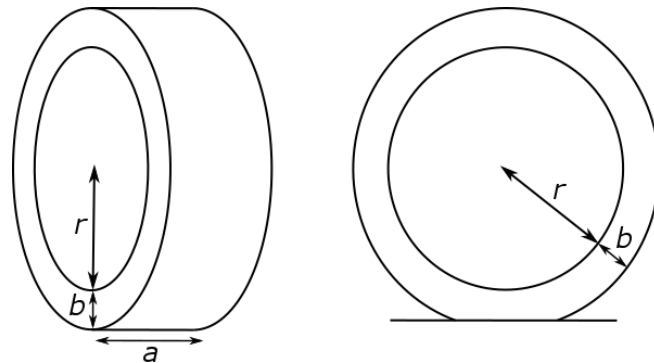
TYRE SIZE DESIGNATION	FRONT		REAR	
	1-3	4-5	1-3	4-5
195/60 R15 88V	2.1(30)	2.6(36)	2.1(30)	2.9(42)
175/65 R14 82T DISSIMILAR SPARE TYRE	3.0 (44)			

1.1. attēls. Ražotāja ieteiktais spiediens automašīnas riepās.
Fotogrāfija no <https://forum.lowyat.net/topic/2978872/+1420>

Pieņemsim, ka automašīnas masa kopā ar pasažieriem un bagāžu (turpmāk: automašīnas masa) mazas slodzes gadījumā ir 1500 kg, bet lielas slodzes gadījumā 2000 kg. Auto ir konstruēts tādā veidā, lai automašīnas svars abos gadījumos tiktu sadalīts vienmērīgi uz visiem 4 riteņiem. Ražotāja ieteiktais riepu spiediens pie mazās slodzes ir 2 atmosfēras, bet pie lielās slodzes tas ir 2,7 atmosfēras (vērtības neatbilst 1. attēlam). Pieņemsim, ka gan priekšējo, gan aizmugurējo riteņu riepās ieteicamie spiedieni ir vienādi. Brīvās krišanas paātrinājums ir $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. $1 \text{ atm} = 101 \text{ kPa}$.

- A** Cik liels ir vienas riepas kontaktvirsmas laukums pie mazas slodzes (1500 kg) un standarta spiediena (2 atmosfēras)? [1 punkts]
- B** Cik liels ir vienas riepas kontaktvirsmas laukums pie lielas slodzes (2000 kg) un standarta spiediena (2 atmosfēras), t.i. kad autovadītājs aizmirsa piepumpēt riepas atbilstoši mašīnas svāra izmaiņai? [0,5 punkti]
- C** Cik liels ir vienas riepas kontaktvirsmas laukums pie lielas slodzes (2000 kg) un palielinātā spiediena (2,7 atmosfēras)? [0,5 punkti]

Riepas kontaktvirsmas palielināšanās rada lielāku rītes pretestību, tādā lielāku degvielas patēriņu un straujāku riepas nodilšanu, tāpēc ražotājs iesaka piepumpēt riepas palielinātās slodzes gadījumā. Ja autovadītājs piepumpē riepas pēc slodzes uzlikšanas, tad riepas kontaktvirsmas laukums atbilst standarta vērtībai. Uzdevuma turpinājumā apskatīsim otru gadījumu: kad vadītājs piepumpē riepas pirms slodzes uzlikšanas.



1. 2. attēls

- D** Var pieņemt, ka piepumpētai rīpai ir gredzenveida forma (sk. 1.2. att., pa kreisi) ar platumu $a = 20$ cm, biezumu $b = 10$ cm un iekšējo rādiusu $r = 41$ cm. Cik liels būtu riepas tilpums nedeformētā stāvoklī, t.i. kad mašīna ir pacelta gaisā un rīpa netiek deformēta automašīnas svāra dēļ? [1 punkts]
- E** Ja mašīna stāv uz zemes, tad rīpa deformējas (sk. 1.2. att., pa labi). Tomēr var pieņemt, ka abu rīnka līniju parametri (a , b , r), kas apskatīti iepriekšējā (D) jautājumā paliek nemainīgi visai rīpai, izņemot kontakta vietu, bet pati kontakta virsma ir taisnstūris. Cik liels ir riepas tilpums pie mazas slodzes (1500 kg) un palielinātā spiediena (2,7 atmosfēras)? [3 punkti]
- F** Ir zināms, ka pie nemainīgas temperatūras un nemainīgā gāzes daudzuma, spiediens jebkurā traukā ir apgriezti proporcionāls tilpumam. Šo likumu var uzrakstīt arī kā $pV = \text{const}$. Cik liels ir riepas tilpums un spiediens tajā, ja E jautājumā apskatītās automašīnas masu palielina līdz 2000 kg? Var pieņemt, ka rīnka līniju parametri no D jautājuma paliek nemainīgi, un izmainās tikai riepas kontaktvirsmas laukums. Šajā uzdevuma punktā var izmantot grafisko metodi, jo atrisinājumu ir iespējams atrast tikai tuvināti. [2 punkti]
- G** Vai Jūs ieteiktu autovadītājam braukt, sākumā piepumpējot riepas līdz 2,7 atmosfērām un tikai pēc tam uzlikt slodzi, ja kontaktvirsmas pieļaujamā izmaiņa ir $\pm 5\%$? Pamatojiet atbildi ar aprēķiniem! [1 punkts]

Ir zināms, ka sliktos ceļa apstākļos riepas kontaktvirsmas laukums ir jāpalielina, lai uzlabotu saķeri. Viens no piemēriem ir braukšana ar velosipēdu pa smiltīm. Ja riepu spiediens būs pārāk liels, rīteņi “spolēs” un nekustēsies uz priekšu. Militārajā tehnikā un lauksaimniecības tehnikā izmanto pat elektroniskās sistēmas, kas var kontrolēt un nepieciešamības gadījumā mainīt riepu spiedienu.

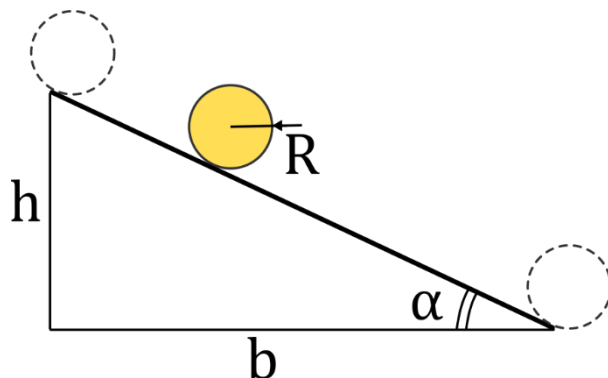
- H** Pieņemsim, ka kādā dubļainā ceļā optimālais riepas kontaktvirsmas laukums ir 3 reizes lielāks par ražotāja ieteikto standarta vērtību (uz normāla ceļa automašīnas masa 1500 kg, spiediens rīpās 2 atmosfēras). Cik lielam jābūt riepu spiedienam, lai mašīna ar masu 1500 kg varētu izbraukt pa dubļaino ceļu? [1 punkts]

2. uzdevums

SIERA RIPOŠANA NO KALNA

Ik gadu Kūpera kalnā (Anglija) notiek nu jau pasaules slavenās sacensības, kurās no kalna virsotnes tiek ripināts siera ritulis, savukārt pasākuma dalībnieki skrien lejup, mēģinot to noķert. Kaut arī realitātē siers bieži atlec no kalna, šajā uzdevumā pieņemsim, ka siers ripo bez slīdēšanas.

Kalnu tuvināti var apskatīt kā slīpo plakni (skat. 2.1. attēlu), kur attālums $b = 90$ m un leņķis $\alpha = 50^\circ$, savukārt siera rituli - kā cilindru ar rādiusu $R = 11$ cm, garumu $d = 8$ cm un masu $m = 3,5$ kg. Siera sākotnējais lineārais un leņķiskais ātrums ir nulle; siera rituļa sākuma un beigu pozīcija ir parādīta ar raustītu līniju. Berzes koeficients $\mu = 0,5$.



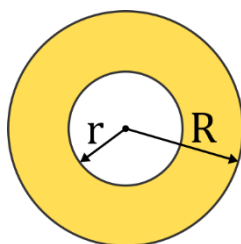
2.1. attēls

Brīvās krišanas paātrinājums $g = 9,8$ m/s². Cilindra inerces moments, tam rotējot ap simetrijas asi, ir

$$I = \frac{mR^2}{2}$$

Spēka moments rotācijas kustībā: $M = I\epsilon$, kur I – inerces moments un ϵ – leņķiskais paātrinājums.

- A** Cik liels ir siera blīvums? [0,5 punkti]
- B** Aprēķināt kalna augstumu h un apgriezīenu skaitu N , ko siers veic, noripojot lejā. [1 punkts]
- C** Cik liels ir berzes spēks, kas darbojas uz sieru? [1,5 punkti]
- D** Aprēķināt berzes spēka veikto darbu, sieram noripojot lejā. [1 punkts]
- E** Cik liels ir siera kustības beigu ātrums (kalna lejā)? [1 punkts]
- F** Sacensībās siera ritulim ir handikaps, jo to palaiž $\Delta t = 1$ s pirms cilvēku starta. Aprēķināt, cik lielu attālumu siers veic šajā laikā. [1 punkts]
- G** Cik ilgā laikā siers noripo lejā? [1 punkts]
- H** Aprēķināt minimālo berzes koeficientu, pie kura siers ripo bez slīdēšanas. [1 punkts]
- I** Peles siera vidū izgrauza caurumu ar rādiusu $r = 8$ cm (skat. 2.2. attēlu). Aprēķināt šāda siera masu un inerces momentu. Cik liels būs siera beigu ātrums? Siers ir homogēns. [2 punkti]



2.2. attēls

3. uzdevums

PLUDIŅA DINAMIKA

Miera stāvoklī pludiņš, pie kura ir cieši piestiprināts āķis, ir iegremdēts ūdenī. Pludiņa un āķa kopējā masa ir m . Uzskatīsim, ka pludiņam ir cilindra forma ar pamatnes laukumu S . Ūdens blīvums ir ρ_0 , brīvās krišanas paātrinājums ir g , āķa tilpumu neņem vērā.

A Izteikt pludiņa svārstību frekvenci vispārīgā formā, ja pludiņš tiek izkustināts no miera stāvokļa. Ūdens pretestību neņemam vērā. [3 punkti]

Pie miera stāvoklī esošā āķa piepeldēja zivs un parāva to vertikāli uz leju ar ātrumu v_0 . Pludiņš sāka svārstīties. Svārstību laikā viena pludiņa daļa vienmēr atrodas gaisā, otra – vienmēr ūdenī.

B Izteikt pludiņa svārstību amplitūdu vispārīgā formā. Ūdens pretestību neņemam vērā. [2 punkti]

C Attēlot pludiņa novirzi no miera stāvokļa $\Delta y(t)$ grafiski, ja ūdens pretestību ņem vērā, un divu pilno svārstību laikā amplitūda samazinās trīs reizes. Izmantot skaitliskās vērtības $m = 50$ g, $g = 9,8$ m/s², $S = 10$ cm², $\rho_0 = 1$ g/cm³, $v_0 = 50$ cm/s. Grafikā attēlot četras pilnas svārstības. [3 punkti]

Darbojoties ar fizikas vienādojumiem, ir derīgi atcerēties, ka abām vienādojuma pusēm ir jāatbilst vienam un tam pašam fizikālajam lielumam. Citiem vārdiem sakot, abās pusēs ir jābūt vienādām dimensijām. Tā, piemēram, ja vienādojuma kreisajā pusē stāv garums, bet labajā — masa, tad vienādojums ir nepareizi sastādīts. Šī atziņa dažreiz ļauj izvest gandrīz precīzas sakarības, nerisīnot uzdevumu tiešā veidā. Galvenā neprecizitāte ir saistīta ar to, ka šīs pieejas ietvaros nav iespējams noteikt bezdimensionālos reizinātājus (piem., 2, ½, √3, π, utml.). Aprakstītā metode labi der nākamā punkta risināšanā.

D Pludiņam svārstoties, pa ezera virsmu sāk izplatīties viļņi. To ātrums var būt atkarīgs no ūdens blīvuma ρ_0 , smaguma spēka paātrinājuma g un, varbūt, viļņa garuma λ . Izteikt pludiņa radīto viļņu izplatīšanas ātrumu un viļņa garumu vispārīgā formā. [2 punkti]