

# 1. uzdevums

Reaktīvā pasažieru lidmašīna 650 km lielu attālumu bez nosēšanās veica 55 minūtēs. Aprēķini lidmašīnas kustības vidējo ātrumu, izteiktu kilometros stundā (km/h)!

CD atbalsta materiāli  
fizikā. Mag.Phys. A.Krons

## Atrisinājums

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <p>1. solis</p> <p>Vispirms pieraksta dotos lielumus, izmantojot fizikālo lielumu apzīmējumus.</p> | <p>2. solis</p> <p>Ievēro, ka laiks dots minūtēs. Tā kā uzdevums ir saistīts ar reālu situāciju, labākai situācijas izpratnei minūtes pārvērst stundās, jo tad ir vieglāk uztvert ātrumu, kas izteikts kilometros stundā, nevis metros sekundē.</p> | <p>3 solis</p> <p>Formula vidējā ātruma aprēķināšanai:</p> $v_{vid} = \frac{s}{t}$ | <p>4. solis</p> <p>Izskaitļojot, iegūstam:</p> $v_{vid} = \frac{650}{0,92} \approx 707 \text{ km/h}$ |
| <p><math>s = 650 \text{ km}</math></p>   | <p>0,92 h</p>   |  |  |
| <p><math>t = 55 \text{ min}</math></p>   |   |  |  |
| <p><math>v_{vid} - ?</math></p>  |   |  |  |

**Atbilde:** Lidmašīnas vidējais ātrums ir 707 km/h.

# 2. uzdevums

Ceturtdaļu ceļa automobilis nobrauca ar ātrumu 60 km/h, bet atlikušo ceļu — ar ātrumu 70 km/h. Aprēķini vidējo kustības ātrumu visā ceļā!

## Atrisinājums

Kāda formula izmantojama, lai aprēķinātu vidējo kustības ātrumu?

– Vidējo ātrumu aprēķina, izmantojot formulu  $v_{vid} = \frac{s}{t}$ , šajā gadījumā  $v_{vid} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$ , jo automobiļa kustība sastāv no divām daļām.

Kas jāzina, lai atrisinātu uzdevumu? – Ir jāzina laiks  $t_1$  un  $t_2$ .

Kā to var uzzināt?

– Izmantojam ātruma aprēķināšanas formulu  $v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v}$

Attiecīgi  $t_1 = \frac{s_1}{v_1}$  un  $t_2 = \frac{s_2}{v_2}$

Ievērojam, ka  $s_1 = \frac{1}{4}s$ , bet  $s_2 = \frac{3}{4}s$

Iepriekšējās izteiksmes ņemot vērā, iegūst, ka  $t_1 = \frac{\frac{1}{4}s}{v_1} = \frac{s}{4v_1}$  un  $t_2 = \frac{\frac{3}{4}s}{v_2} = \frac{3s}{4v_2}$

Pierakstām dotos un aprēķināmos lielumus un vajadzīgās formulas:

$$s_1 = \frac{1}{4}s$$

$$s_2 = \frac{3}{4}s$$

$$V_1 = 60 \text{ km/h}$$

$$V_2 = 70 \text{ km/h}$$

Formula vidējā ātruma aprēķināšanai:

$$v_{\text{vid}} = \frac{s}{t}; s = s_1 + s_2$$

$$v_{\text{vid}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{s}{\frac{s}{4V_1} + \frac{3s}{4V_2}} = \frac{\cancel{s}}{\frac{1}{4}\left(\frac{1}{V_1} + \frac{3}{V_2}\right)}$$

Izskaitļojot, iegūstam:

$$v_{\text{vid}} = \frac{4 \cdot 60 \cdot 70}{70 + 3 \cdot 60} = 67,2 \text{ km/h}$$

$v_{\text{vid}} = ?$

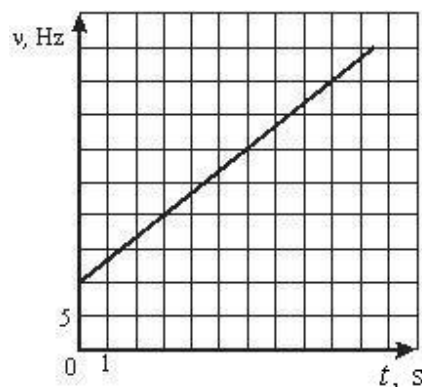
Pieliekot atbilstīgus papildreizinātājus un veicot matemātiskus pārveidojumus, iegūst:

$$v_{\text{vid}} = \frac{4 V_1 V_2}{V_2 + 3V_1}$$

**Atbilde:** Automobiļa vidējais ātrums visā ceļā ir 67,2 km/h.

### 3. uzdevums

Disks rotē vienmērīgi, pēc tam rotācijas frekvence pieaug tā, kā parādīts grafikā. Aprēķini diska rotācijas periodu novērojuma beigās! Cik liels tad ir diska ārmaslas punktu kustības lineārais ātrums, centrīces paātrinājums? Aprēķini, cik reīžu mainās diska rotācijas leņķiskais ātrums!. Diska rādiuss ir 25 cm.



[Atrisinājums](#)

Rūpīgi izlasa uzdevuma tekstu un pieraksta dotos un aprēķināmos lielumus.

$$r = 25 \text{ cm}$$

parējie  
lielumi ir  
nolasāmi no  
grafika:

$$0,25 \text{ m}$$

$$t = 10,5 \text{ s}$$

$$v_1 = 10 \text{ Hz}$$

$$v_2 = 45 \text{ Hz}$$

$T = ?$

Ievēro, ka rotācijas periods un frekvence ir savstarpēji apgriezti lielumi:

$$T = \frac{1}{v_2}, \text{ t.i. - perioda aprēķināšanai frekvence ir zināma}$$

Lineārā ātruma aprēķināšanai izmanto formulu

Veic aprēķinus:

$$T = \frac{1}{45} \approx 0,022 \text{ s}$$

$$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,25 \cdot 45 = 70,65 \text{ m/s}$$

$v - ?$

$a_c - ?$

$n - ?$

$$v = 2\pi r \nu$$

Ja ir zināms ārmas punktu lineārais ātrums, tad var aprēķināt ārmas punktu centrīces paātrinājumu:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Lai aprēķinātu, cik reižu mainījies leņķiskais ātrums, izmantosim sakarību

$$n = \frac{\omega_2}{\omega_1}, \text{ bet } \omega = 2\pi\nu, \text{ to ievērojot } n = \frac{2\cancel{s} \nu_2}{2\cancel{s} \nu_1}$$

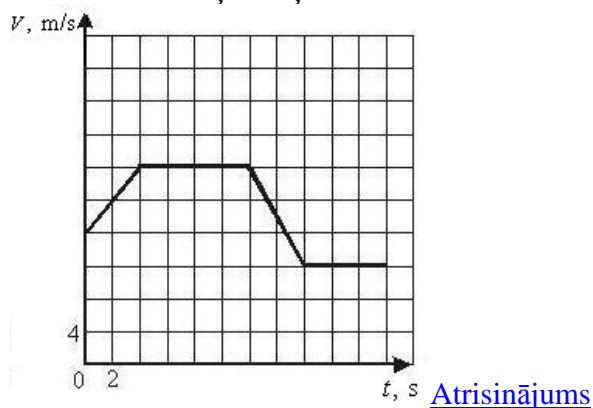
$$a_c = \frac{70,65^2}{0,25} \approx 2 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$$

$$n = \frac{45}{10} = \underline{\underline{4,5}}$$

**Atbilde:** Rotācijas periods novērojuma beigās ir 0,022 s, diska ārmas punktu lineārais ātrums 70,65 m/s, bet centrīces paātrinājums  $2 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$ . Novērojuma laikā diska leņķiskais ātrums palielinājās 4,5 reizes.

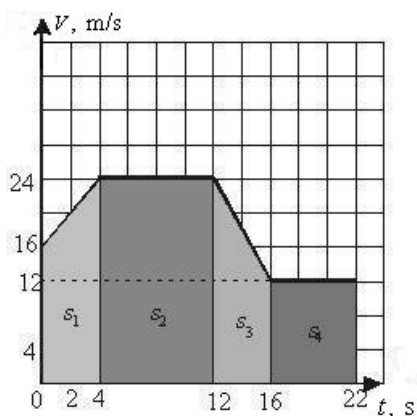
## 4. uzdevums

Grafikā attēlota ķermeņa kustības ātruma atkarība no laika. Aprēķini novērojuma laikā veiktā ceļa garumu!



1. solis

Lai atrisinātu šo uzdevumu, ir jāzina, ka laika ass un grafika ierobežotais laukums skaitliski ir vienāds ar atbilstošajā laikā veikto ceļu. Analizēsim šo risinājuma veidu nedaudz sīkāk.



Posmos  $s_1$  un  $s_3$  kustība ir vienmērīgi mainīga, tādējādi izveidojusies figūra ir trapece, bet trapeces laukumu

aprēķina pēc formulas  $S = \frac{a+b}{2} \cdot h$ , kur  $a$  un  $b$  – trapeces pamati, bet  $h$  – trapeces augstums.

Posmos  $s_2$  un  $s_4$  kustība ir vienmērīga, tādējādi figūras ir taisnstūri, kuru laukumus aprēķina kā abu malu – garuma un platumā reizinājumu:  $S = ab$ . Tā kā ir 4 dažādi posmi, kopējais veiktais ceļš  $s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4$ .

2. solis

Aprēķina visus laukumus, ievērojot, ka trapeces ir taisnleņķa un trapeces augstums sakrīt ar malu uz laika ass, tātad trapeces augstums ir vienāds ar atbilstošā posma garumu.

$$s_1 = \frac{16 + 24}{2} \cdot 4 = 80 \text{ m}$$

$$s_2 = 24 \cdot 8 = 192 \text{ m}$$

$$s_3 = \frac{12 + 24}{2} \cdot 4 = 72 \text{ m}$$

$$s_4 = 12 \cdot 6 = 72 \text{ m}$$

3. solis

Summējot visus iegūtos rezultātus, iegūst:  $s = 80 + 192 + 72 + 72 = 416 \text{ m}$

**Atbilde:** Novērojuma laikā ķermeņa veiktais ceļš ir 416 m.

## 5. uzdevums

Dots ķermeņa taisnlīnijas kustības koordinātas maiņas vienādojums SI mērvienībās:  $x = 4 + 0,5t - 0,25 t^2$ . Nolasi no vienādojuma vajadzīgos lielumus un uzzīmē ātruma un paātrinājuma grafikus!

1. solis

Lai varētu izpildīt uzdevumu, ir jāzina, no kā „sastāv” ķermeņa koordinātas vienādojums:

$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ , kur  $x$  – koordināta,  $x_0$  – sākuma koordināta,  $v_0$  – sākuma ātrums,  $a$  – paātrinājums.

Jāievēro, ka koeficients pirms  $t^2$  ir vienāds ar paātrinājuma pusi.

Tādējādi iegūst šādu informāciju:

sākuma koordināta  $x_0 = 4$  m, sākuma ātrums  $v_0 = 0,5$  m/s, bet paātrinājums  $a = -0,5$  m/s<sup>2</sup>.

2. solis

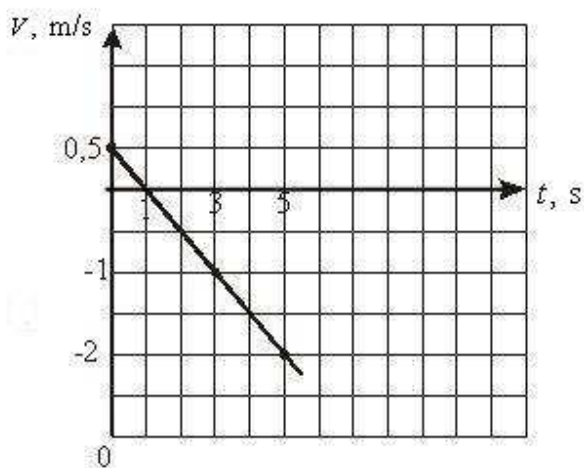
Dotais vienādojums ir vienmērīgi mainīgas kustības vienādojums ar negatīvu paātrinājumu.

Līdz ar to ātrums mainās atbilstoši likumam  $v = v_0 + at$ , bet  $a = \text{const}$ .

Tādējādi šajā gadījumā  $v = 0,5 - 0,5t$ , bet  $a = -0,5$  m/s<sup>2</sup>.

Ātruma grafiks ir lineārās funkcijas grafiks, tā konstruēšanai vajadzīgi divi punkti, bet lielākai drošībai izvēlas trīs punktus.

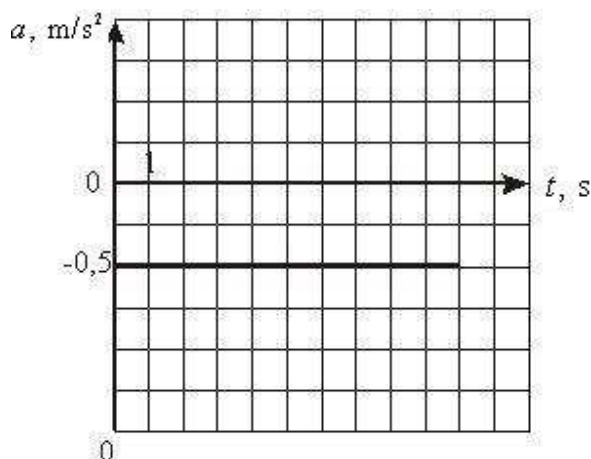
Tad konstruē grafiku:



|          |     |    |    |
|----------|-----|----|----|
| $t, s$   | 0   | 3  | 5  |
| $v, m/s$ | 0,5 | -1 | -2 |

3. solis

Paātrinājuma grafika konstruēšana ir vienkāršāka, paātrinājums laikā nemainās, tāpēc uzzīmē konstantas funkcijas grafiku, kas ir paralēls  $Ot$  asij un sākas punktā  $-0,5$ .



## 1. uzdevums ar risinājumu (2.daļa)

Gaisa balons, kura masa kopā ar grozu un virvēm 500 kg, bezvēja laikā lēnām paceļas no Zemes. Uz balonu darbojas 5025 N liels cēlējspēks. Aprēķini, ar cik lielu paātrinājumu balons attālinās no Zemes!

1. solis. Sāk ar situācijai atbilstoša zīmējuma izveidošanu: uz balonu darbojas divi spēki, kas ir pretēji vērsti – cēlējspēks un smaguma spēks. (1.zīm. un 2.zīm.)

2. solis. Galvā aprēķinot smaguma spēka vērtību, konstatē, ka cēlējspēks ir mazliet lielāks par smaguma spēku, ko vajadzētu ņemt vērā, attēlojot spēka vektorus. Tādējādi kopspēks ir vērsts augšup, kas nodrošina balona pacelšanos.

3. solis. Pieraksta dotos un prasītos lielumus:

|  |         |
|--|---------|
| $m = 500 \text{ kg}$<br>$F_c = 5025 \text{ N}$<br>$g = 10 \text{ m/s}^2$ | $a = ?$ |
|--|---------|

4. solis. Pābauda, vai visi dotie lielumi ir pamatmērvienībās. Šajā situācijā ir, tādējādi pārveidojumi nav nepieciešami.

5. solis. Izvēlas **X asi** (3.zīm.); tā kā kustība notiek tikai vienā virzienā un arī spēki darbojas pa vienu taisni, tad ir pietiekami izvēlēties vienu asi. Raksta 2. Ņūtona likumu :  $\vec{F}_{zm} + \vec{F}_c = m\vec{a}$

6. solis. Pārraksta 2. Ņūtona likumu izmantojot projekcijas uz X ass  $F_c - F_{sm} = ma$ ; , no kurienes izsakām

paātrinājumu: 
$$a = \frac{F_c - F_{sm}}{m}$$

7. solis. Ievērojot, ka  $F_{sm} = mg$ , iegūstam: 
$$a = \frac{F_c - mg}{m}$$

8. solis. Aizpilda uzdevuma risināšanai paredzēto laukumu:

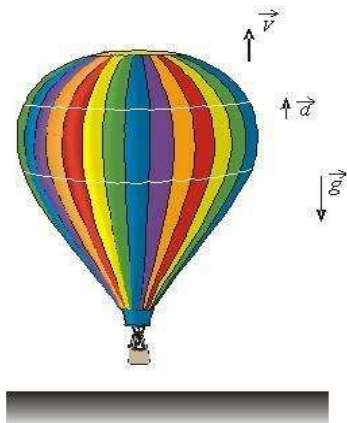
|  |  |
|--|--|
| $m = 500 \text{ kg}$<br>$F_c = 5025 \text{ N}$<br>$g = 10 \text{ m/s}^2$ | $\vec{F}_{sm} + \vec{F}_c = m\vec{a}$<br>$x: F_c - F_{sm} = ma \Rightarrow a = \frac{F_c - F_{sm}}{m}$<br>$F_{sm} = mg;$<br>$a = \frac{F_c - mg}{m}$ |
| $a - ?$  |  |

9. solis. Ievieto atbilstošās skaitliskās vērtības un veic aprēķinus:

|  |  |   |
|--|--|---|
| $m = 500 \text{ kg}$<br>$F_c = 5025 \text{ N}$<br>$g = 10 \text{ m/s}^2$ | $\vec{F}_{sm} + \vec{F}_c = m\vec{a}$<br>$x: F_c - F_{sm} = ma \Rightarrow a = \frac{F_c - F_{sm}}{m}$<br>$F_{sm} = mg;$<br>$a = \frac{F_c - mg}{m}$ | $a = \frac{5025 - 500 \cdot 10}{500} = \frac{25}{500} = \underline{\underline{0,05 \frac{m}{s^2}}}$ |
| $a - ?$  |  |   |

10. solis. Pieraksta atbildi.

**Atbilde:** Gaisa balons attālinās no Zemes ar paātrinājumu  $0,05 \text{ m/s}^2$ .



1.1. zīm.

## 2. uzdevums

Pa slīpu plakni bez sākuma ātruma lejup ripo viegli ratiņi, kuru masa  $1,2 \text{ kg}$ . Tabulā apkopoti dati par ratiņu ātrumu novērojuma laikā. Aprēķini, cik liels rezultējošais spēks darbojas uz ratiņiem!

|                  |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|------|------|
| $t, \text{ s}$   | 0,5  | 1,0  | 1,5  | 2,0  | 2,5  | 3,0  |
| $V, \text{ m/s}$ | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 |

### Atrisinājums

1. solis. Tā kā ratiņi ripo pa plakni uz leju, secina, ka rezultējošais spēks arī ir vērsts gar slīpo plakni kustības virzienā un nav jāveido situāciju raksturojošs zīmējums. Spriedumu veido līdzīgi, kā risinot uzdevumus par horizontālā virzienā kustībā esošiem objektiem.

2. solis. To ievērojot, var rakstīt 2. Ņūtona likumu:

$$F=ma.$$

3. solis. Lai aprēķinātu paātrinājumu, ņem jebkuras divas ātruma vērtības un atbilstošās laika vērtības:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad a = \frac{0,5 - 0,25}{1,0 - 0,5} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

veicot aprēķinus, iegūst

4. solis. Izmantojot iegūto paātrinājuma vērtību, var aprēķināt uz ratiņiem darbošos spēku kopspēku jeb rezultējošo spēku:  $F = 1,2 \cdot 0,5 = 0,6 \text{ N}$

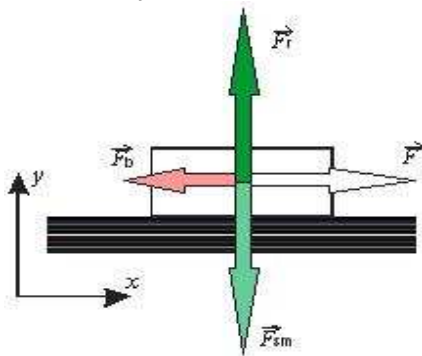
5. solis. Uzdevuma pieraksts:

|   |   |  |
|---|---|--|
| $m = 1,2 \text{ kg}$<br>$v_1 = 0,5 \text{ m/s}$<br>$v_2 = 0,25 \text{ m/s}$<br>$t_1 = 0,5 \text{ s}$<br>$t_2 = 0,25 \text{ s}$<br>$F = ?$ | $F_{rez} = ma$<br>$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ | $a = \frac{0,5 - 0,25}{1,0 - 0,5} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \text{ m/s}^2$<br>$F = 1,2 \cdot 0,5 = 0,6 \text{ N}$ |
|---|---|--|

**Atbilde.** Ratiņi kustas ar paātrinājumu  $0,5 \text{ m/s}^2$ , uz ratiņiem darbojas  $0,6 \text{ N}$  liels rezultējošais spēks.

### 3. uzdevums

Stieni, kura masa ir  $4 \text{ kg}$  no miera stāvokļa, velk pa horizontālu virsmu, horizontālā virzienā pieliekot  $16,66 \text{ N}$  lielu spēku. Nosaki slīdes berzes koeficientu, ja stieņa kustība ir vienmērīgi paātrināta, un  $3 \text{ sekunžu}$  laikā veiktais ceļš ir  $81 \text{ cm}$ !



#### Atrisinājums

$$m = 4 \text{ kg}$$

$$F_v = 16,66 \text{ N}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$s = 81 \text{ cm}$$

Pārveido pārvietojumu  
pamatmērvienībās:  
 $0,81 \text{ m}$

$$\mu = ?$$

Pēc zīmējuma uzraksta 2. Ņūtona likumu un tā projekcijas uz asīm:

$$\vec{F} + \vec{F}_r + \vec{F}_{sm} + \vec{F}_b = m\vec{a}$$

$$x: F - F_b = ma;$$

$$y: F_r - F_{sm} \Rightarrow 0, \Rightarrow F_r = F_{sm}, \text{ bet}$$

$$F_{sm} = mg;$$

Izskaitļo:

$$\mu = \frac{16,66 - 4 \cdot \frac{2 \cdot 0,81}{3^2}}{4 \cdot 10} \approx \underline{\underline{0,4}}$$



$F_b = F - ma$  un  $F_b = m F_r$ ; Ievērojot  $F_{sm} = mg$ , iegūst:

$$\mu mg = F - ma \Rightarrow \mu \frac{F - ma}{mg}$$

Nosaka stieņa paātrinājumu:

$$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2};$$

Iegūst galīgo slīdes berzes koeficienta sakarību:

$$\mu = \frac{F - m \frac{2s}{t^2}}{mg}$$

**Atbilde.** Slīdes berzes koeficients starp stieni un virsmu ir 0,4.

## 4. uzdevums

Atsperi ar 2700 N lielu spēku saspiež no sākotnējā garuma 80 mm līdz 42,5 mm garumam. Aprēķini atsperes absolūto un relatīvo pagarinājumu un atsperes stinguma koeficientu!

### Atrisinājums

$F = 2700 \text{ N}$   
 $l_0 = 80 \text{ mm}$   
 $l_1 = 42,5 \text{ mm}$

$\Delta x = ?$   
 $e = ?$   
 $k = ?$

Pamatsmērvienībās:  
 0,08 m  
 0,0425 m

Atrod atbilstošās sakarības:

$$\Delta x = l_1 - l_0$$

$$\varepsilon = \frac{|\Delta x|}{l_0}$$

$$F = -k \Delta x \Rightarrow k = -\frac{F}{\Delta x}$$

Veic atbilstošos aprēķinus:

$$\Delta x = 0,0425 - 0,08 = -0,0375 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{|-0,0375|}{0,08} \approx \underline{\underline{0,47}}$$

$$k = -\frac{2700 \text{ N}}{-0,0375 \text{ m}} = 72000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$k = 72 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

**Atbilde.** Atsperes absolūtais pagarinājums ir  $-0,0375 \text{ m}$ ; relatīvais pagarinājums apmēram 0,47, bet stinguma koeficients 72 kN/m.

## 5. uzdevums

Māsa ar mazo brāli spēlējās rotaļu laukumā. Netālu atradās sviras šūpoles un bērni nolēma pašūpoties. Mazais brālis, kura masa 15 kg, ērti iekārtojās šūpoļu vienā galā. Šūpoļu kopējais garums ir 4 m un atbalsta punkts atrodas vidū. Māsas masa ir 30 kg. Kur un cik tālu no šūpoļu atbalsta centra jāapsēžas mātai, lai šūpoles atrastos līdzsvarā un šūpoties būtu viegli? Kas notiktu, ja māsa apsēstos šūpoļu otrajā galā?

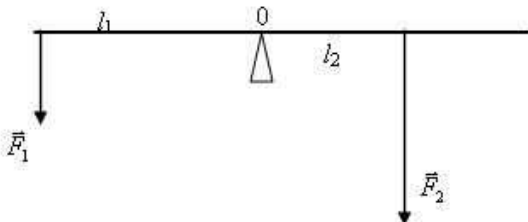


### Atrisinājums

Lai noteiktu prasītos lielumus, jāzina spēka momenta jēdziens un līdzsvara nosacījumi.

No sviras līdzsvara likuma izriet, ka ķermenis atrodas līdzsvarā tad, ja visu spēku momentu summa pret rotācijas asi ir nulle.

Lai šūpoles būtu līdzsvarā un arī māsa varētu piedalīties šūpošanās procesā, viņai būtu jāzina sviras līdzsvara nosacījums un jāmēģina apsēsties tuvāk atbalsta punktam.



Jāizveido zīmējums, kurā izmanto šādus apzīmējumus:

$F_1$  – brāļa smaguma spēks,

$l_1$  – brāļa attālums no atbalsta punkta,

$F_2$  – māsas smaguma spēks,

$l_2$  – māsas attālums no atbalsta punkta.

Pieraksta dotos un aprēķināmos lielumus.

$$m_1 = 15 \text{ kg}$$

$$m_2 = 30 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$l = 4 \text{ m}$$

$$l_2 = ?$$

Tā kā šūpoles ir svira ar vienāda garuma pleciem, tad brālītis tika nosēdināts attālumā, kas vienāds ar pusi šūpoļu garuma:

$$l_1 = \frac{l}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m.}$$

Brālīša smaguma spēks  $F_1 = m_1 g = 15 \cdot 10 = 150 \text{ N}$ .

Māsas smaguma spēks  $F_2 = m_2 g = 30 \cdot 10 = 300 \text{ N}$ .

Lai sistēma būtu līdzsvarā, jābūt spēkā līdzsvara nosacījumam  $F_1 l_1 = F_2 l_2$

Tādējādi māsas atrašanās vietu no atbalsta punkta iespējams noteikt šādi:

$$l_2 = \frac{F_1 l_1}{F_2} = \frac{150 \cdot 2}{300} = 1 \text{ m.}$$

**Atbilde.** Māsai būtu jāapsēžas 1 m attālumā no atbalsta punkta. Ja māsa apsēdīsies šūpoļu galā, tad viņas radītais spēka moments būs lielāks un brālis is tiks pacelts maksimālajā augstumā.