



Katram uzdevumam ir tikai viena pareiza atbilde. Izvēlies pareizo atbildi un apvelc tās burtu ar aplīti!

### 1. uzdevums

Kurš ir fizikāls lielums?

**A** radiāns

**B** kelvins

**C** minūte

**D** potenciālu starpība

### 2. uzdevums

Kurš ir vektoriāls lielums?

**A** impulss

**B** temperatūra

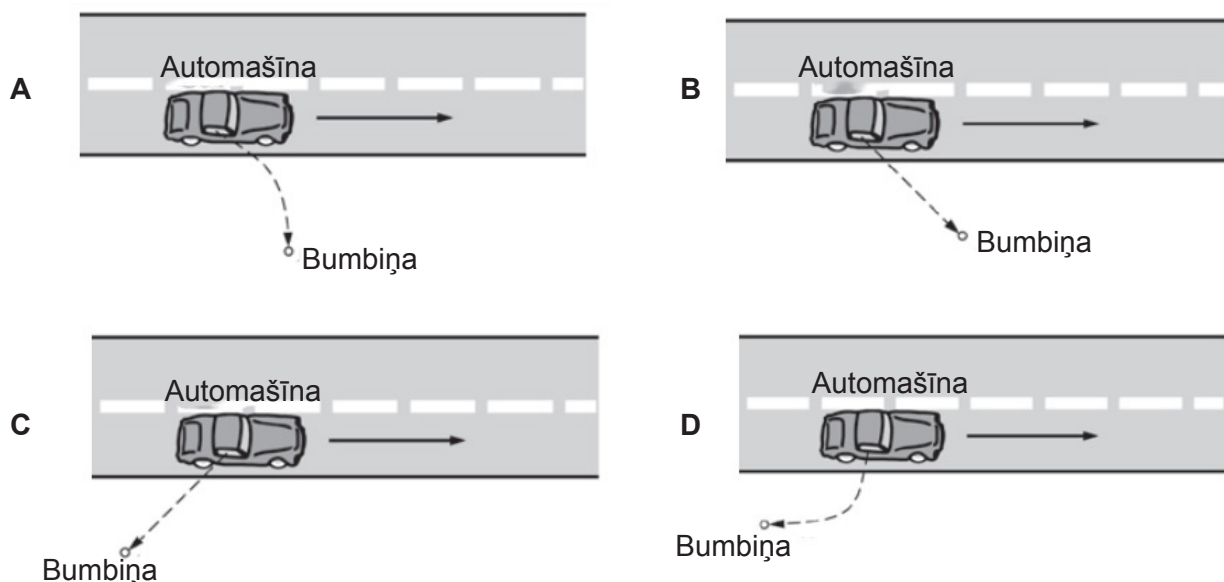
**C** Janga modulis

**D** laiks

### 3. uzdevums

Automašīna brauc vienmērīgi pa taisnu, pamestu šosejas posmu. Eksperimenta nolūkos skolēns pa pasažieru logu izmet tenisa bumbiņu perpendikulāri automašīnas ātruma vektoram automašīnas atskaites sistēmā. Gaisa pretestību neņem vērā!

Pa kuru trajektoriju lidos bumbiņa, nekustīgam novērotājam skatoties no augšas?



### 4. uzdevums

Sportists sacīkstēs, skrienot par apļveida trases iekšējo joslu, veic trīs ceturtdaļas no trases, kuras rādiuss ir 30 m, kā parādīts zīmējumā.

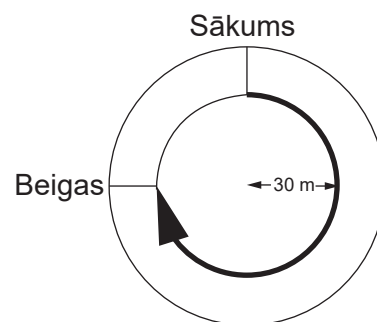
Kura vērtība vistuvāk atbilst sportista pārvietojuma moduli?

**A** 141 m

**B** 42 m

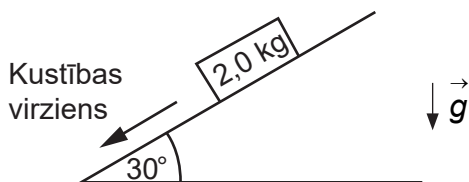
**C** 30 m

**D** 23 m



**5. uzdevums**

Koka klucītis ar nemainīgu ātrumu slīd lejup pa nogāzi. Nogāzes slīpuma leņķis ar horizontu veido  $30^\circ$ . Klucīša masa ir  $2,0\text{ kg}$ , un  $g = 10\text{ m/s}^2$ .



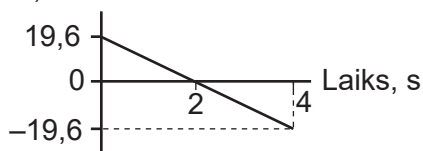
Cik liels berzes spēks darbojas uz klucīti?

- A  $1,0\text{ N}$
- B  $1,7\text{ N}$
- C  $10\text{ N}$
- D  $20\text{ N}$

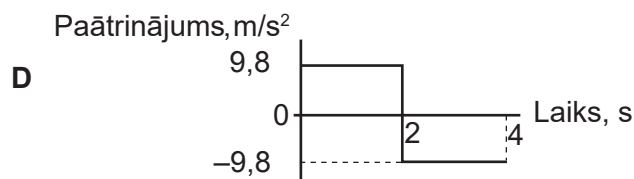
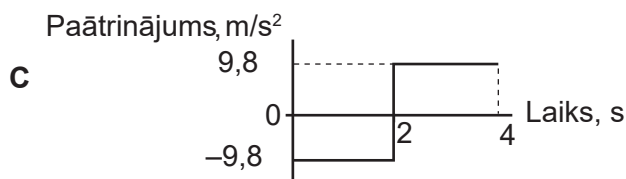
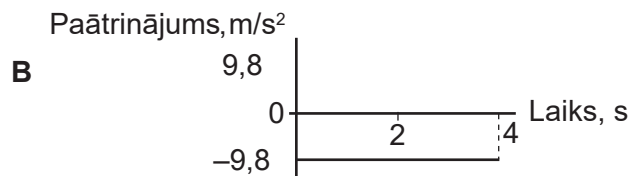
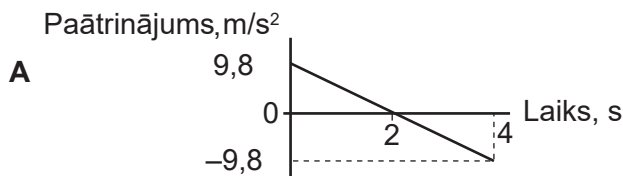
**6. uzdevums**

Grafikā attēlota lodītes ātruma projekcija vertikālā kustībā atkarībā no laika.

Ātrums, m/s



Kurš grafiks attēlo to pašu kustību?

**7. uzdevums**

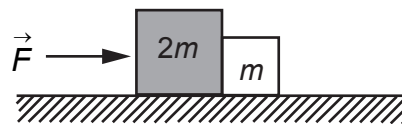
No tilta horizontāli ar ātrumu  $30\text{ m/s}$  izmet akmeni, un tas krīt, nekam nepieskaroties. Gaisa pretestību neievēro!  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

Cik liels ir akmens ātrums pēc 4 sekundēm?

- A  $30\text{ m/s}$
- B  $40\text{ m/s}$
- C  $50\text{ m/s}$
- D  $60\text{ m/s}$

**8. uzdevums**

Uz horizontālas virsmas cieši blakus viens otram atrodas divi klucīši, kuru masa ir attiecīgi  $2m$  un  $m$ . Uz klucīšiem iedarbojas nemainīga lieluma horizontāli vērsts spēks, kā parādīts attēlā. Berzi starp klucīšiem un virsmu neņem vērā!



Kura sakarība jāizmanto klucīšu paātrinājuma aprēķināšanai?

**A**  $a = \frac{F}{m}$

**B**  $a = \frac{F}{2m^2}$

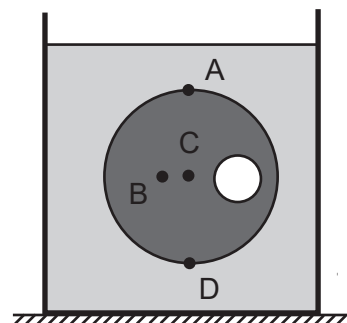
**C**  $a = \frac{F}{2m}$

**D**  $a = \frac{F}{3m}$

**9. uzdevums**

Homogēna materiāla lode ar sfērisku tukšumu ir pilnībā iegremdēta ūdenī. Kurā punktā pielikts Arhimēda spēks, kas darbojas uz lodi?

- A**
- B**
- C**
- D**

**10. uzdevums**

Absolūti elastīgai atsperai piestiprināts atsvars harmoniski svārstās.

Kurā punktā atsvara paātrinājuma vērtība ir maksimāla?

Punktā, kur

- A** ātrums ir maksimāls;
- B** deformācijas potenciālā enerģija ir minimāla;
- C** ātrums ir nulle;
- D** kinētiskā enerģija ir maksimāla.

**11. uzdevums**

Laboratorijā uz galda ilgstoši atrodas divas vienādas formas un tilpuma hermētiskas metāla tvertnes, kuras atdala kopīga starpsiena. Vienā tvertnē atrodas 1 g hēlija, bet otrā – 2 g hēlija.

Kas vienāds gāzei abās tvertnēs?

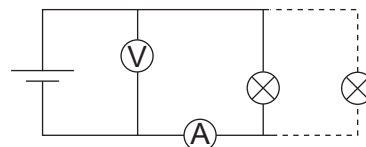
- A** molekulu sadursmju skaits ar tvertnes sienām katru sekundi
- B** molekulu haotiskās kustības vidējais kvadrātiskais ātrums
- C** hēlija blīvums
- D** hēlija radītais spiediens

**12. uzdevums**

Kvēlspuldze, voltmets, ampērmetrs un galvaniskais elements, kura iekšējo pretestību var neievērot, saslēgti, kā redzams attēlā.

Slēgumam pievieno vēl vienu kvēlspuldzi (attēlā ar pārtrauktu līniju).

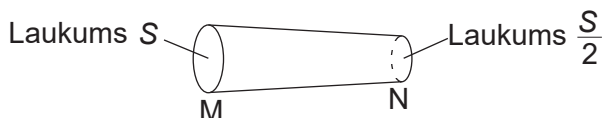
Kuras mērierīces rādījums mainās?



- A** voltmets rāda mazāku spriegumu
- B** voltmets rāda lielāku spriegumu
- C** ampērmetrs rāda mazāku strāvu
- D** ampērmetrs rāda lielāku strāvu

**13. uzdevums**

Metāla stieplei šķērsriezums ir riņķis.



Stieples M galā šķērsriezuma laukums ir  $S$ .

Stieples N galā šķērsriezuma laukums ir  $\frac{S}{2}$ .

Lādiņš  $q$  laikā  $t$  izplūst caur stieples galu M. Stieplē plūst nemainīga stipruma elektriskā strāva.

Cik liels lādiņš izplūst caur stieples galu N laikā  $\frac{t}{4}$ ?

**A**  $\frac{q}{16}$

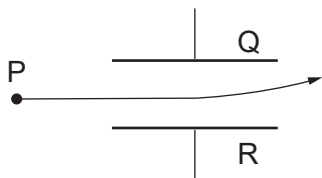
**B**  $\frac{q}{4}$

**C**  $\frac{q}{2}$

**D**  $q$

**14. uzdevums**

Starp metāla platēm Q un R pastāv viendabīgs elektriskais lauks. Daļiņa P ielido elektriskajā laukā, un tās trajektorija attēlota zīmējumā.

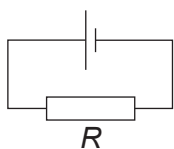


Kāds ir daļiņas P, plātes Q un plātes R lādiņš?

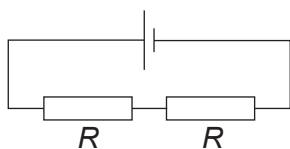
	Daļiņas P lādiņš	Plātes Q lādiņš	Plātes R lādiņš
<b>A</b>	negatīvs	pozitīvs	negatīvs
<b>B</b>	nav lādiņa	negatīvs	pozitīvs
<b>C</b>	nav lādiņa	pozitīvs	negatīvs
<b>D</b>	pozitīvs	pozitīvs	negatīvs

**15. uzdevums**

Divas dažādas elektriskās ķēdes izveidotas no vienādiem rezistoriem un vienādiem galvaniskajiem elementiem. Galvaniskā elementa pretestība ir neievērojami maza. Pirmajā ķēdē rezistorā izkliedējas jauda P.



1. ķēde



2. ķēde

Cik liela kopējā jauda izkliedējas rezistoros otrajā ķēdē?

**A**  $P/4$

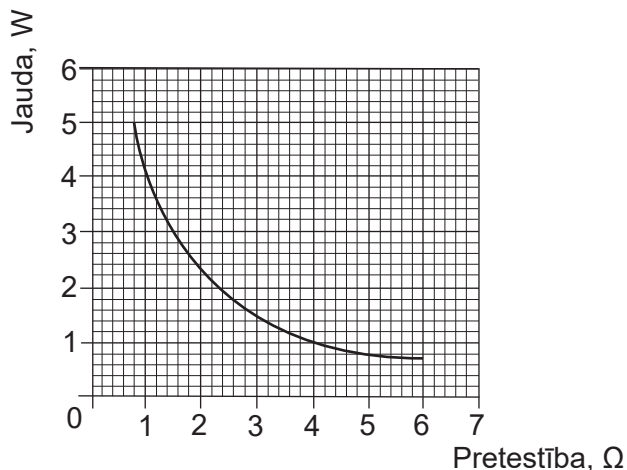
**B**  $P$

**C**  $P/2$

**D**  $2P$

**16. uzdevums**

Skolēns pētīja, kā mainās rezistorā izdalītā jauda, ja rezistora pretestība mainās. Pētījumā spriegums uz rezistora un temperatūra tika turēti nemainīgi. Rezultātus skolēns attēloja grafiski.



Kurā atbildē visprecīzāk norādīts spriegums uz rezistora?

- A 0,50 V
- B 1,0 V
- C 2,0 V
- D 4,0 V

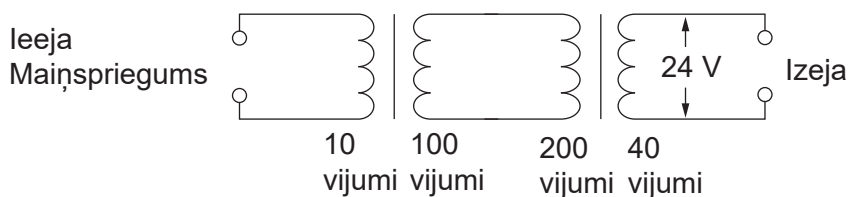
**17. uzdevums**

Akumulatora EDS ir 36 V. Kad akumulatoram pieslēdz 7 Ω rezistoru, tajā plūst 4 A stipra strāva. Cik liela ir akumulatora iekšējā pretestība?

- A 1 Ω
- B 2 Ω
- C 3 Ω
- D 4 Ω

**18. uzdevums**

Shēmā parādīts elektropārvades līnijas modelis ar diviem transformatoriem un izejas spriegums.

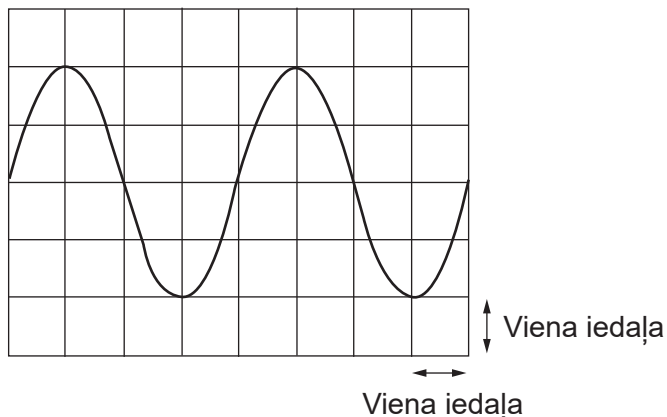


Cik liels ir ieejā pievadītais spriegums?

- A 0,12 V
- B 6,0 V
- C 12 V
- D 96 V

**19. uzdevums**

Signāla ģenerators izejas spailēm pievienots osciloskops, kura rādījums attēlots zīmējumā.



Osciloskopa laika ass iedaļas vērtība ir 30 ms.

Cik liela ir no ģenerators izejas uz osciloskopu saņemtā signāla frekvence?

- A  $8,3 \cdot 10^{-3}$  Hz
- B 0,12 Hz
- C 4,2 Hz
- D 8,3 Hz

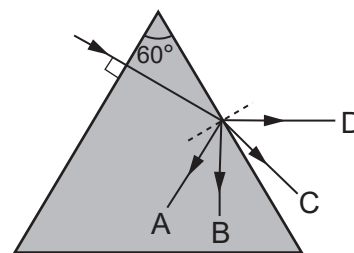
**20. uzdevums**

Pilnīgās iekšējās atstarošanās robežleņķis, ja gaisma pāriet no stikla gaisā, ir  $35^\circ$ .

Gaismas stars no gaisa krīt uz trijstūrveida stikla prizmas malu, kā parādīts attēlā.

Kurā virzienā gaismas stars turpinās ceļu?

- A
- B
- C
- D

**21. uzdevums**

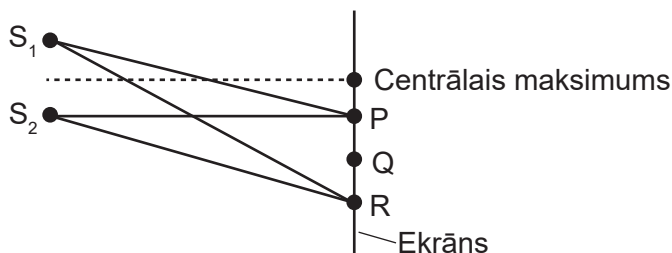
Gaisma no punktveida gaismas avota krīt uz ekrānu, kas atrodas 3,0 m attālumā no gaismas avota. Apgaismojums uz ekrāna ir 8,0 lx. Gaismas avotu pārvieto 12 m attālumā no ekrāna.

Cik liels tagad ir ekrāna apgaismojums?

- A 0,50 lx
- B 2,0 lx
- C 4,0 lx
- D 8,0 lx

**22. uzdevums**

$S_1$  un  $S_2$  ir koherentu viļņu avoti. Interferences ainu iegūst uz ekrāna.



Pirmās kārtas maksimums rodas punktā P, kur  $S_1P = 200$  mm un  $S_2P = 180$  mm.

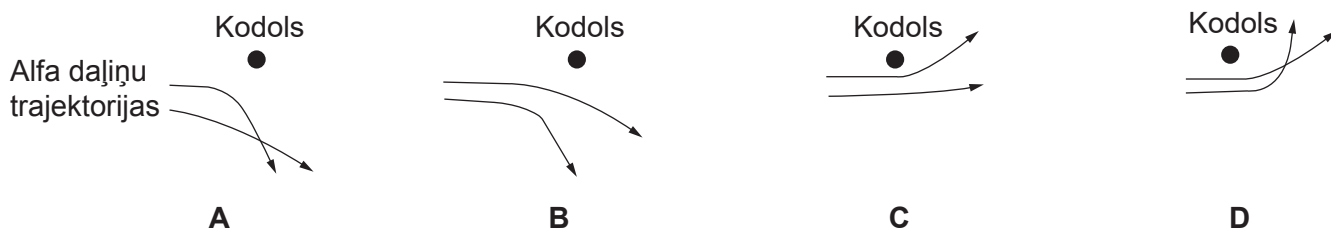
Cik liela ir viļņu veikto ceļu gājumu starpība trešās kārtas maksimuma punktā R ( $S_1R - S_2R$ )?

- A 20 mm
- B 30 mm
- C 40 mm
- D 60 mm

**23. uzdevums**

Divu alfa daļiņu, kam piemīt vienāda enerģija, trajektorijas noliecas masīva atoma kodola tuvumā.

Kurā gadījumā vispareizāk attēlotas alfa daļiņu trajektorijas?

**24. uzdevums**

Vara vada garums ir marķēts – garums: 0,50 m, diametrs: 0,50 mm.

Kuri mērinstrumenti ir vispiemērotākie vada garuma un diametra noteikšanai?

	Vada garums	Vada diametrs
A	mērlente	mērlente
B	mērlente	mikrometrs
C	bīdmērs	mērlente
D	bīdmērs	bīdmērs

**25. uzdevums**

Lai noteiktu slīdes berzes koeficientu, klucīti vienmērīgi velk ar dinamometru pa horizontālu virsmu un nosaka pieliktā spēka  $F$  vērtību. Klucīša masu  $m$  nosaka ar svāriem. Spēka relatīvā kļūda mērījumā ir 3,0 %, bet masas relatīvā kļūda mērījumā ir 2,0 %. Slīdes berzes koeficientu aprēķina, izmantojot formulu

$$\mu = \frac{F}{mg}.$$

Cik liela ir slīdes berzes koeficienta relatīvā kļūda?

- A 1,5 %
- B 5,0 %
- C 6,0 %
- D 7,3 %

*Neaizmirsti ierakstīt atbildes 1. daļas atbilžu lapā!*

1. daļas beigas



**EKSĀMENS FIZIKĀ**  
 (augstākais mācību satura  
 apguves līmenis)  
 2024  
 SKOLĒNA ATBILŽU LAPA  
**1. daļa. Zināšanas un izpratne**

KODS

																	F	I	Z	A	L
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---

**Ar „X” atzīmē izvēlēto atbildi!**

	A	B	C	D
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	A	B	C	D
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	A	B	C	D
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Kļūdu labojumam*

	A	B	C	D
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Kļūdu labojumam*

	A	B	C	D
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Kļūdu labojumam*

	A	B	C	D
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KODS

													F	I	Z	A	L
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---

2. daļa. Prasmes

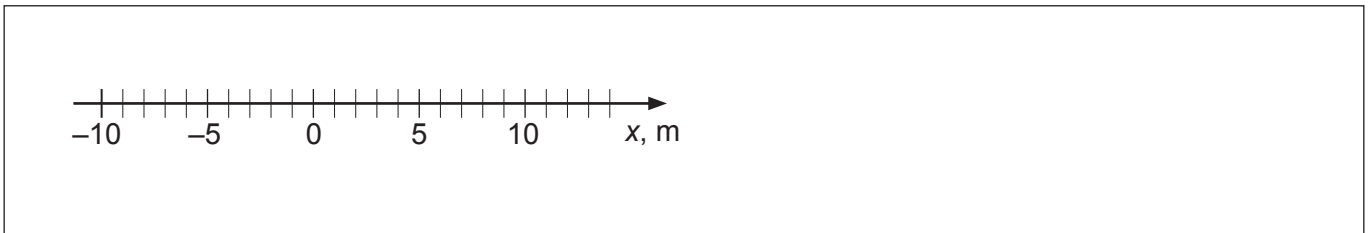
Darba lapa

Otrās daļas darba lapā tam paredzētajā vietā raksti uzdevumu risinājumus, ietverot tajā paskaidrojošus zīmējumus, grafikus, likumsakarības, formulas, matemātiskos pārveidojumus, skaidrojumus, fizikālo lielumu mērvienības un skaitliskos risinājumus, kur tas ir nepieciešams!

1. uzdevums (10 punkti)

Velosipēdista kustību pa horizontālu ceļa posmu raksturo koordinātas vienādojums  $x = 4 + t^2$ . Fizikālie lielumi vienādojumā ir norādīti SI vienībās.

1.1. (1 punkts) Uz koordinātu ass atzīmē punktu, kas atbilst riteņbraucēja pozīcijai sākotnējā laika momentā!

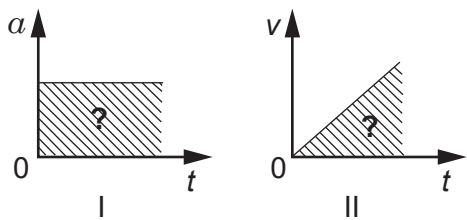


1.2. (2 punkti) No koordinātas vienādojuma nosaki velosipēdista sākotnējo ātrumu  $v_0$  un paātrinājumu  $a$ !

1.3. (2 punkti) Velosipēdista ātrums trijās sekundēs izmainās par 6 m/s. Aprēķini velosipēdista impulsa izmaiņu, ja zināms, ka viņa masa ir 60 kg!

1.4. (2 punkti) Aprēķini velosipēdista vidējo ātrumu pirmajās astoņās sekundēs!

Grafikos I un II attēlota paātrinājuma un ātruma atkarība no laika.



1.5. (2 punkti) Kurus fizikālos lielumus var noteikt, aprēķinot iesvītrotā laukuma skaitlisko vērtību grafikā I un grafikā II?

Grafikā I

Grafikā II

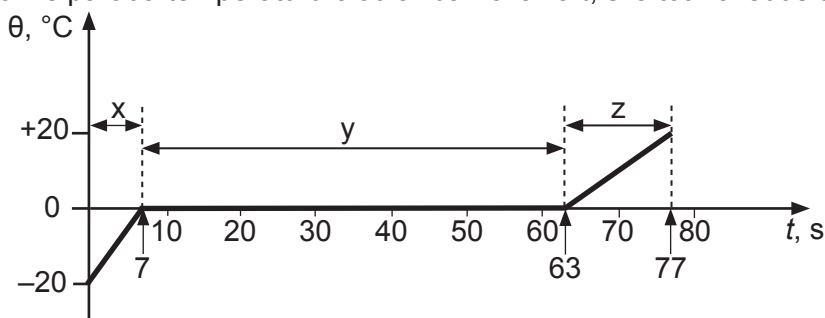
Vējš pūš velosipēdista kustības virzienā viņam tieši mugurā ar ātrumu, kas lielāks nekā velosipēdista ātrums.

1.6. (1 punkts) Pamato, kāpēc vēja ātrums ar velosipēdistu saistītajā atskaites sistēmā ir mazāks nekā ar zemi saistītajā atskaites sistēmā!

**2. uzdevums (10 punkti)**

Sildītāju, kura jauda ir 150 W, izmanto, lai uzsildītu 25 g ledus noslēgtā un labi izolētā traukā. Sākotnējā ledus temperatūra ir  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Grafiks parāda temperatūru  $\theta$  atkarībā no laika  $t$ , skaitot no ledus sildīšanas sākuma.



2.1. (3 punkti) Aprēķini ledus īpatnējo siltumietilpību, izmantojot grafiku!

KODS

F I Z A L

2.2. (1 punkts) Kurā posmā ledus kūst? Cik ilgi ledus kūst?

2.3. (3 punkti) Izmantojot grafiku, salīdzini ledus un ūdens īpatnējo siltumietilpību! Argumentē savu atbildi!

Grafikā ir trīs atšķirīgi reģioni/posmi: x, y un z.

2.4. (1 punkts) Raksturo molekulu kustību reģionā x un reģionā z!

Ledus iekšējā enerģija palielinās no ledus sildīšanas sākuma, kad  $t = 0$ , līdz laika momentam  $t = 77$  s.

2.5. (1 punkts) Aizpildi zemāk esošo tabulu, izmantojot šādu fizikālo lielumu apzīmējumus:

- $K$  – iekšējā kinētiskā enerģija;
- $P$  – iekšējā potenciālā enerģija!

Reģions	Fizikālais lielums vai lielumi, kas palielinās, laikam ritot
x	
y	
z	

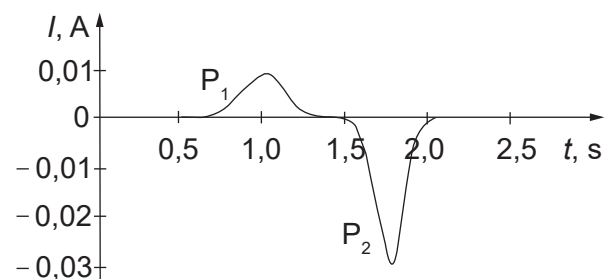
2.6. (1 punkts) Kādā temperatūrā ledus molekulu kinētiskā enerģija ir nulle?

**3. uzdevums (10 punkti)**

Skolēns noliktavā atrada vara stieples spoli, izmērīja stieples elektrisko pretestību un vara masu spolē. Iegūtie rezultāti:  $27 \Omega$  un  $0,25 \text{ kg}$ . Vara blīvums  $\rho_b = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ , un tā īpatnējā pretestība  $\rho_p = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ .

3.1. (3 punkti) Aprēķini, cik metru stieples ir izmantots vienas spoles uztīšanai!

Skolēns pētīja spoli ar tai pievienotu jutīgu galvanometru, pārvietojot pastāvīgo magnētu tuvāk un tālāk no spoles. Grafikā redzamas strāvas izmaiņas spolē: impulss  $P_1$  (pīķis) – magnētam virzoties tuvāk spolei, impulss  $P_2$  – magnētam attālinoties no spoles.



3.2. (3 punkti) Paskaidro, kāpēc, magnētu attālinot no spoles, tas pārvietojas ātrāk nekā gadījumā, kad to tuvina spolei!

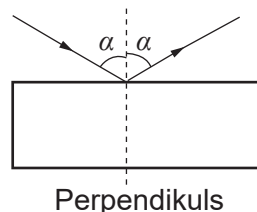
3.3. (2 punkti) Paskaidro, kas notiktu, ja skolēns samainītu vietām magnēta polus (ziemeļu ar dienvidu) un saglabātu tādu pašu magnēta tuvināšanas un attālināšanas ātrumu!

3.4. (2 punkti) Trīskāršojot elektriskās strāvas stiprumu spolē, kuras induktivitāte ir 0,25 H, spoles magnētiskā lauka enerģija palielinās par 1 J. Aprēķini elektriskās strāvas stipruma sākotnējo vērtību!

#### 4. uzdevums (10 punkti)

Šaurs gaismas stars krīt no gaisa uz caurspīdīgu cirkonija plāksnīti. Daļa gaismas tiek atstarota, kā parādīts attēlā, un daļa gaismas tiek lauza.

Leņķis starp atstaroto un laužo staru ir taisns. Cirkonija laušanas koeficients attiecībā pret gaisu ir 2,15.



4.1. (1 punkts) Iezīmē laužo gaismas staru plāksnītē!

4.2. (1 punkts) Aprēķini gaismas ātrumu cirkonija plāksnē! Pieņem, ka gaismas ātrums gaisā ir  $3 \cdot 10^8$  m/s!

4.3. (2 punkti) Kā mainās gaismas viļņa garums, staram šķērsojot robežu starp gaisu un cirkoniju? Pamato savu atbildi!

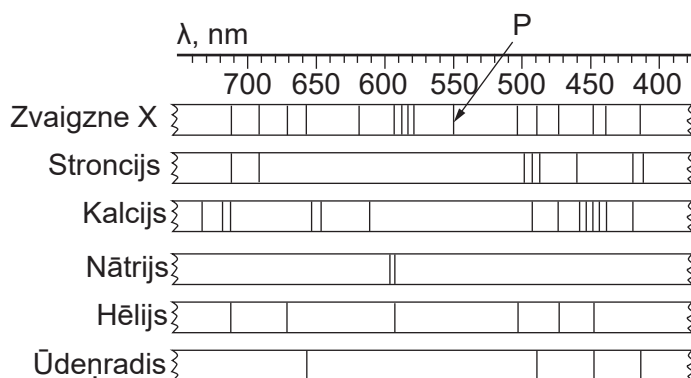
4.4. (3 punkti) Pamatojoties uz gaismas laušanas likumu, aprēķini stara krišanas leņķi uz plāksnīti!

4.5. (2 punkti) Aprēķini, cik liels ir pilnīgās iekšējās atstarošanās robežleņķis uz cirkonija un gaisa robežvirsmas! Parādi aprēķinu gaitu!

4.6. (1 punkts) Kā mainītos leņķis starp atstaroto un laužto staru, ja cirkonija vietā izmantotu stikla plāksnīti, kuras gaismas laušanas koeficients pret gaisu ir 1,5?

**5. uzdevums (10 punkti)**

Attēlā redzams zvaigznes X emisijas līnijaspektrs, kas iegūts, izmantojot difrakcijas režģa spektrometru. Attēlā parādīti arī laboratorijā iegūti līnijaspektri pieciem ķīmiskajiem elementiem.



5.1. (1 punkts) Kuri divi ķīmiskie elementi ir atrodami zvaigznes X atmosfērā?

Difrakcijas režģim, ko izmantoja zvaigznes X spektra iegūšanai, bija 500 svītru milimetrā.

5.2. (3 punkti) Aprēķini, cik lielā leņķī novēro līnijai P atbilstošo pirmās kārtas difrakcijas maksimumu!

5.3. (2 punkti) Aprēķini spektra līnijas P viļņa garumam atbilstošā fotona kvanta enerģiju!



Laboratorijā emisijas līnijaspektrus ieguva, izmantojot līdz 5000 K temperatūrai sakarsētas vienas atomu gāzes.

5.4. (2 punkti) Pamato, ka gāzes atoma vidējā kinētiskā enerģija šādā temperatūrā ir 0,65 eV!

5.5. (2 punkti) Skaidro, kā mainītos zvaigznes redzamais spektrs, zvaigznei attālinoties no novērotāja!

2. daļas beigas

### 3. daļa. Komplekss pētījums

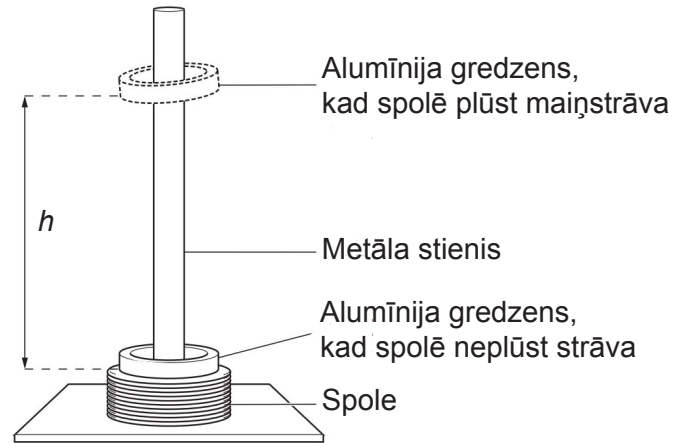
#### UZDEVUMU LAPA

##### 1. uzdevums (7 punkti)

###### Situācijas apraksts

Spolē ievietots metāla stienis atrodas vertikāli, kā parādīts attēlā. Pa stieni brīvi var pārvietoties alumīnija gredzens.

Kad spolē plūst maiņstrāva, kuras frekvence ir  $f$ , gredzens pārvietojas augšup. Augstumā  $h$  iestājas līdzsvars un gredzens apstājas. Sagaidāms, ka lielumus  $h$  un  $f$  saista sakarība  $h = kf^n$ , kur  $k$  un  $n$  ir konstantes.



##### 2. uzdevums (18 punkti)

###### Plāksnes inerces momenta pētīšana

###### Situācijas apraksts

Informācija par fizikālu ķermeni, kas var brīvi rotēt ap punktu, kurš atrodas augstāk nekā šī ķermeņa masas centrs.

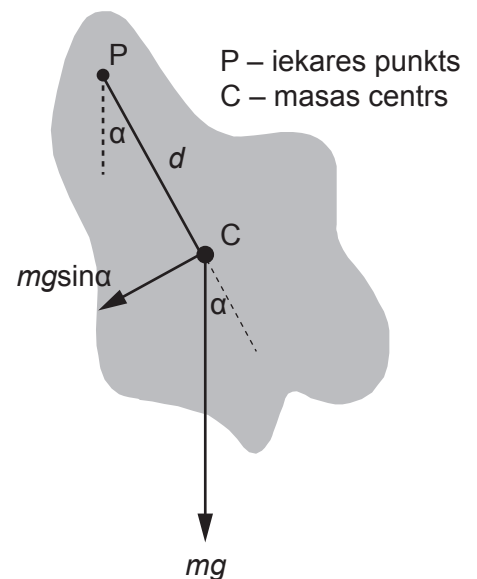
Līdzsvara stāvoklī svārsta masas centrs  $C$  un iekares punkts  $P$  atrodas uz vienas vertikāles. Ja svārstu izvirza no līdzsvara stāvokļa par leņķi  $\alpha$ , tad smaguma spēks pret piekāšanas punktu rada spēka momentu  $M = -mgd \cdot \sin\alpha$ , kur  $d$  ir attālums no svārsta masas centra līdz iekares punktam. Mīnusa zīme norāda, ka spēka moments cenšas atgriezt svārstu līdzsvara stāvoklī.

Svārsta kustību apraksta otrais Ņūtona likums rotācijas kustībai:  $M = I\varepsilon$ , kur  $I$  – svārsta inerces moments pret rotācijas asi,  $\varepsilon$  – svārsta leņķiskais paātrinājums.

Maziem novirzes leņķiem var pieņemt, ka  $\alpha \approx \sin\alpha$ . Tad spēka momenta vienādojumu pārraksta šādi:  $I\varepsilon + mgd\alpha = 0$ .

Izdalot abas puses ar svārsta inerces momentu  $I$  pret rotācijas asi, kas iet caur punktu  $P$  perpendikulāri rotācijas plaknei,

iegūst, ka  $\varepsilon + \frac{mgd}{I} \alpha = 0$ .



Šis ir harmonisko svārstību vienādojums attiecībā pret leņķi  $\alpha$ . Svārstību cikliskā frekvence ir

$\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$ , un svārstību periods ir  $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$ . No šīs izteiksmes izsaka inerces momentu:

$$I = \frac{mgdT^2}{4\pi^2}.$$

### Inerces moments homogēnai taisnstūrveida plāksnei

Teorētiski noteikts, ka inerces momentu  $I_0$  caur homogēnas taisnstūrveida plāksnes masas centru aprēķina

ar sakarību  $I_0 = \frac{1}{12}m(a^2 + b^2)$ , kur  $m$  ir plāksnes masa,  $a$  – plāksnes garums,  $b$  – plāksnes platums.

Ja rotācijas ass ir novirzīta par attālumu  $d$  no masas centra, tad priekšmeta inerces momentu caur jauno rotācijas asi izsaka Šteintera sakarība:  $I = I_0 + md^2$ .

### Pētījuma uzdevumi

- 1) Eksperimentāli nosaki dotās plāksnes inerces momentu atkarībā no attāluma līdz masas centram!
- 2) Salīdzini eksperimentā iegūtās inerces momenta vērtību ar teorētisko  $I_0$ , kad rotācijas ass iet caur masas centru!
- 3) Salīdzini eksperimentā iegūto masas vērtību ar to, kas uzrakstīta uz plāksnes!

### Katram skolēnam pieejamie piederumi

Laboratorijas statīvs ar satvērēju (stieņa garums – vismaz 600 mm, 1 skava).

Hronometrs vai pulkstenis ar sekunžu rādītāju.

Lineāls, 30–60 cm garš, ar mm iedaļām vai mērlente.

Koka klucītis ar naglu 3–4 mm diametrā.

Zīmulis.

Flomāsters rakstīšanai uz metāla plāksnes.

Taisnstūra formas metāla vai koka plāksne ar daudziem caurumiem, garums – vismaz 600 mm, platums – vismaz 10-30 mm, biezums – vismaz 2 mm. Plāksnes garums saskaņojams ar pieejamā statīva stieņa garumu. Plāksne pirms eksāmena ir nosvērta ar precizitāti  $\pm 1$  g, un tās masa uzrakstīta uz plāksnes.

### Eksperimenta gaita

#### *Inerces momenta noteikšana*

1. Regulāras formas plāksnei masas centrs atrodas tās ģeometriskajā centrā. Atzīmē uz plāksnes diagonāļu krustpunktu (masas centru) ar C!
2. Uz plāksnes blakus caurumiem pieraksti iekares cauruma numuru, piemēram, P1, P2, P3 utt.!
3. No plāksnes nolasi tās masu! Reģistrē (arī turpmākajos soļos) nepieciešamos lielumus rezultātu mērījumu tabulā!
4. Statīvā nostiprini koka klucīti, kurā iedzīta nagla!
5. Uzkarini plāksni uz naglas un izmēri attālumu  $d$  no iekares punkta līdz masas centram!
6. Atvirzi plāksni par nelielu leņķi  $\alpha$  no līdzsvara stāvokļa un nosaki laiku  $t$ , kādā svārsts veic vismaz 5 svārstības! Veic eksperimentu, ievērojot drošu rīcību ar smagumiem!
7. Atkārtoti eksperimenta 5.–6. soli vismaz desmit reizes, piekarinot plāksni katru reizi citā attālumā no masas centra!
8. Aprēķini svārstību periodu  $T$  un svārsta inerces momentu  $I$  katrā gadījumā!
9. Attēlo grafiski plāksnes inerces momentu atkarībā no iekares punkta attāluma līdz masas centram!
10. Linearizē 9. soli izveidoto grafiku!



**Komplekss pētījums****2. uzdevums (18 punkti)**

Izlasi 2. uzdevuma situācijas aprakstu 3. daļas uzdevumu lapā! Veic eksperimentu pēc dotā apraksta un izpildi prasīto!

2.1. (1 punkts) Izvirzi hipotēzi par pirmo pētījuma uzdevumu (sk. Uzdevumu lapu)!

2.2. (1 punkts) Ieraksti ierīču mērapjomu un mazākās iedaļas vērtību!

Mērījumu un aprēķinu tabula

Nr. p. k.	Ierīce	Mērapjoms	Mazākās iedaļas vērtība
1.	lineāls vai mērlente		
2.			

2.3. (4 punkti)

Norādi pētījuma fiksētos lielumus un to mērījuma kļūdu!

Masa  $m$  \_\_\_\_\_

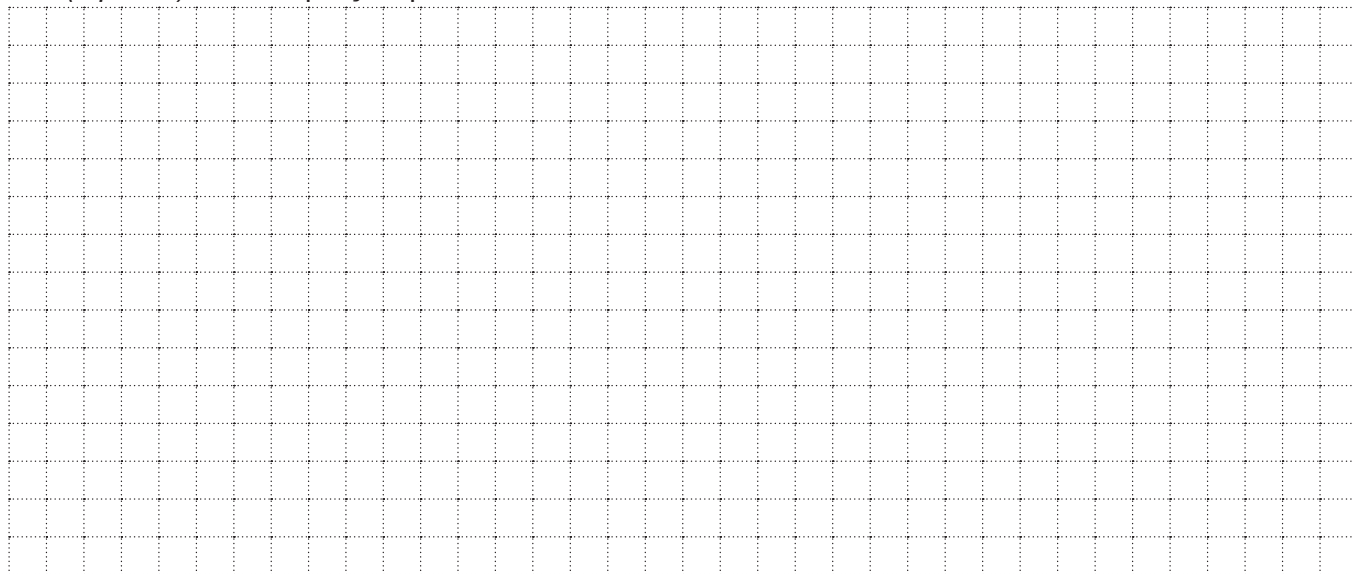
Brīvās krišanas paātrinājums  $g$  \_\_\_\_\_

Plāksnes platums  $b$  \_\_\_\_\_

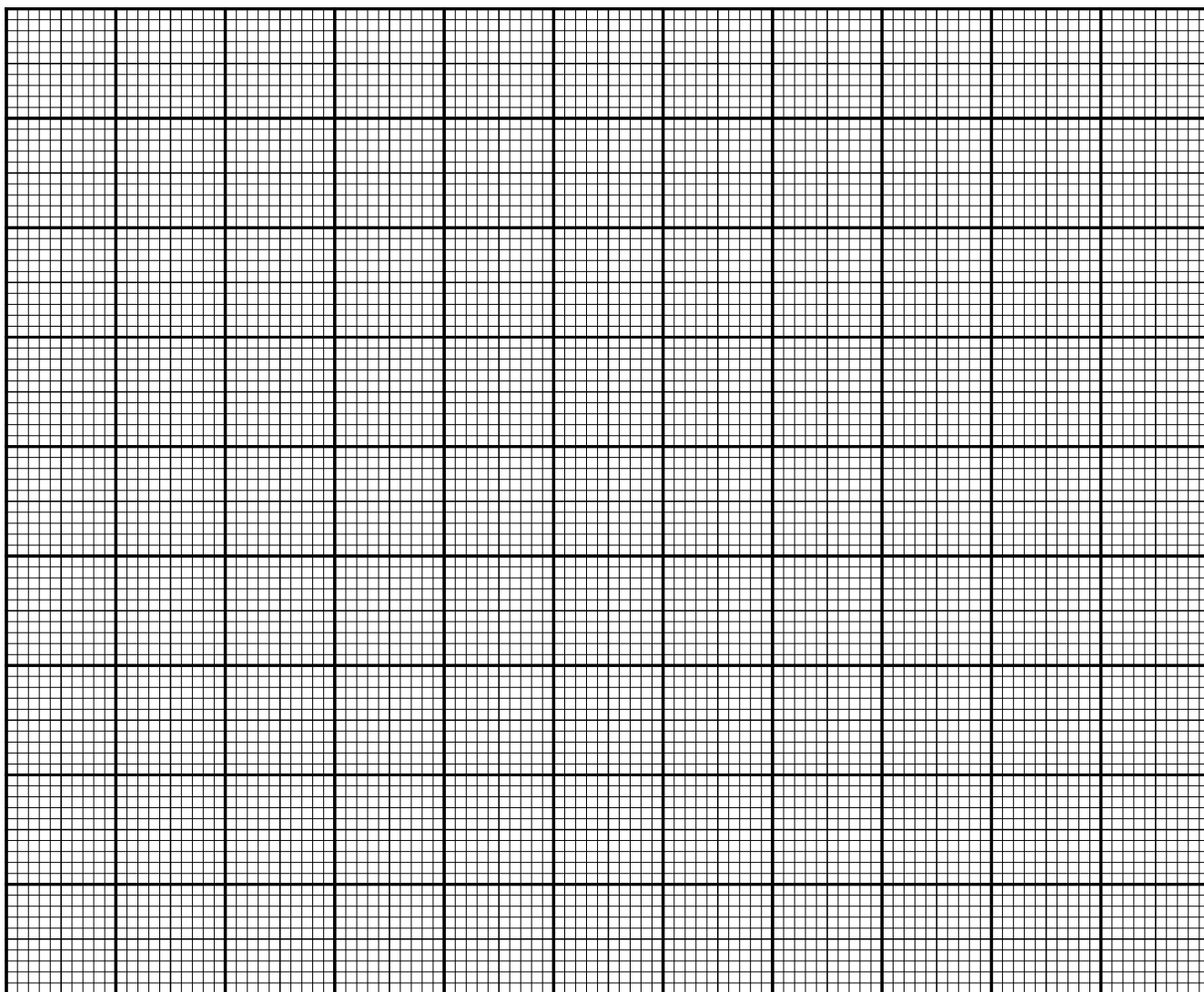
Plāksnes garums  $a$  \_\_\_\_\_

Nr. p. k.	$t \pm \Delta t, s$	$N$	$T \pm \Delta T, s$	$d \pm \Delta d, cm$	$\Delta d^2, cm^2$	$l \pm \Delta l, kg \cdot m^2$

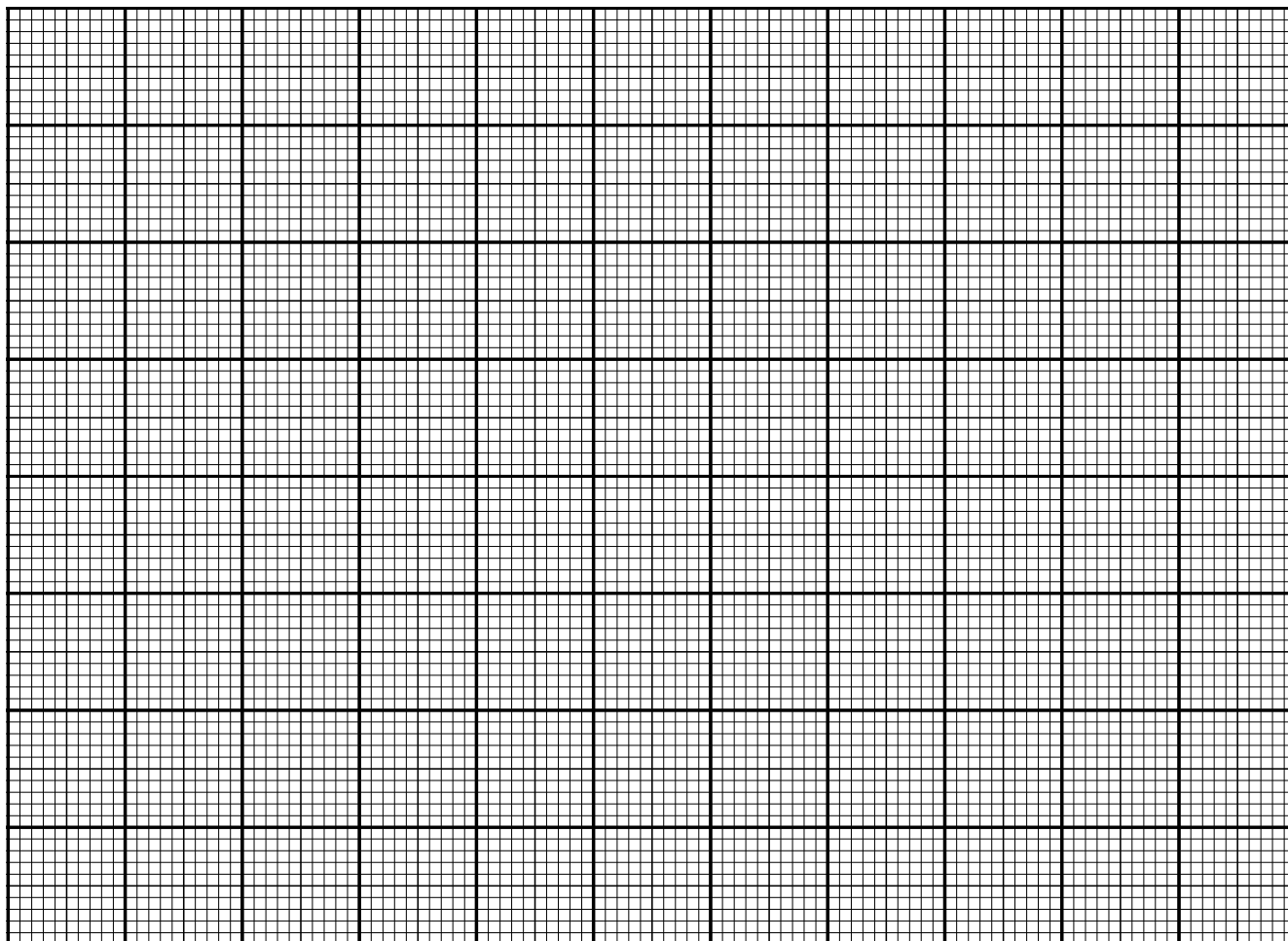
2.4. (3 punkti) Parādi aprēķina piemērus!



2.5. (2 punkti) Attēlo grafiski inerces momentu  $I$  atkarībā no iekares punkta attāluma  $d$  līdz masas centram:  $I = f(d)$ ! Iezīmē kļūdu taisnstūrus!



2.6. (3 punkti) Attēlo grafiski inerces momentu  $I$  atkarībā no iekares punkta attāluma kvadrāta  $d^2$  līdz masas centram:  $I = f(d^2)$ ! Novelc tendences līkni un uzraksti tās vienādojumu!



2.7. (2 punkti) I analizē iegūtos datus un salīdzini eksperimenta rezultātus ar doto informāciju situācijas aprakstā un teorētiskajiem aprēķiniem!

2.8. (2 punkti) Uzraksti secinājumus, novērtējot eksperimenta rezultātu atbilstību pētījuma uzdevumiem! Pamato savu hipotēzi!

*Eksāmena beigas*