



Padziļinātais kurss Fizika II augstākajā mācību satura apguves līmenī

Valsts pārbaudes darba paraugs

Padziļinātais kurss Fizika II augstākajā mācību satura apguves līmenī

Valsts pārbaudes darba paraugs

Valsts pārbaudes darba programma ir izstrādāta Eiropas Sociālā fonda projektā "Kompetenču pieeja mācību saturā" (turpmāk – Projekts).

Valsts pārbaudes darbu satura, programmu un paraugu izstrādi Projektā vadīja **Pāvels Pestovs**.

Valsts pārbaudes darba parauga izstrādi un sagatavošanu publicēšanai vadīja **Ģirts Zāģeris**.

Valsts pārbaudes darba paraugu izstrādāja **Jānis Bukins, Anna Jansone** un **Āta Krūmiņa**.

Valsts pārbaudes darba paraugu izvērtēja ārējie eksperti **Ludmila Belogradova** un **Jānis Cīmurs**.

Projekts izsaka pateicību visām Latvijas izglītības iestādēm, kas piedalījās valsts pārbaudes darba parauga aprobācijā.

Saturs

Ievads	4
Valsts pārbaudes darba parauga uzdevumi	4
1. daļa. Zināšanas, izpratne un prasmes – testa uzdevumi	6
1. daļa. Zināšanas, izpratne un prasmes – strukturētie uzdevumi	13
Testa uzdevumu raksturojums un atbildes	22
Strukturēto uzdevumu vērtēšanas kritēriji un atbilžu piemēri	24
Strukturēto uzdevumu raksturojums	32
2. daļa. Kompleksais pētījums – plānošanas daļa	34
2. daļa. Kompleksais pētījums – eksperimentālā daļa	35
Kompleksa pētījuma vērtēšanas kritēriji	40
Kompleksa pētījuma uzdevumu raksturojums	44
PIELIKUMI	
1. pielikums. Kompleksā pētījuma uzdevumu atrisinājumi	45
2. pielikums. Kompleksais pētījums – eksperimentālā daļa	46

Ievads

Fizikas augstākā mācību satura apguves līmeņa valsts pārbaudes darba (turpmāk – VPD) paraugs veidots atbilstoši pilnveidotajam mācību saturam un VPD programmai – 1. tabulā parādīts, kā VPD vērtēšanas saturu un uzbūvi ar punktu (īpatsvara) sadalījumu reprezentē VPD parauga uzdevumi.

Būtiskākās izmaiņas un akcenti VPD saturā un uzbūvē, salīdzinot ar līdzšinējo fizikas centralizēto eksāmenu:

- VPD uzdevumos vērtē prasmes analītiski spriest, argumentēt un modelēt;
- iekļauti uzdevumi, kuri pārbauda prasmes darbā ar informāciju – to atrisināšanai būtiska ir tekstpratība, līdztekus zināšanām un priekšmeta specifiskajām prasmēm;

- iekļauti uzdevumi, kuri pārbauda problēmu risināšanas un pētnieciskās darbības prasmes;
- darbam ir divas daļas:
 - o 1. daļas strukturētie uzdevumi veidoti ar noteiktiem kontekstiem;
 - o 2. daļā skolēni plāno un veic eksperimentu, uzdevumi reprezentē zināšanu, izpratnes un prasmju kombinācijas;
- uzdevumos, kuros skolēns demonstrē sniegumu atšķirīgās kvalitātes gradācijas pakāpēs, vērtēšanai izmanto snieguma līmeņu aprakstus.

1. tabula. VPD uzbūve un vērtēšanas saturs

VPD daļa	Satura modulis		Mehānika	Siltumfizika	Elektromagnētisms	Optika	Modernā fizika	Pētnieciskā un eksperimentālā darbība	SR grupu un VPD daļu īpatsvars (%)	
	SR veids									
1. daļa. Zināšanas, izpratne un prasmes	Zināšanas un izpratne		1., 3., 4., 19., 3.3. (1 p.), 3.4. (1 p.)	18.	5., 13., 14., 16., 1.5.	20., 22.	11., 1.1., 4.1.		25 ± 5 (25)	75
	Prasmju grupas	Argumentēšana					4.4.		50 ± 5 (50)	
		Modelēšana	3.5.							
		Analītiskā spriešana	2., 21., 23., 25., 1.2. (1 p.), 3.3. (1 p.), 3.4. (2 p.), 4.2., 4.5. (1 p.)	2.1., 2.4., 2.5., 2.6.	6., 8., 9., 24., 1.2. (1 p.), 1.4., 3.2.	17., 3.1., 4.5. (1 p.)	4.3., 4.5. (1 p.)			
		Informācijas reprezentēšana	3.3. (1 p.)		1.2. (1 p.), 1.3.		7., 12., 15.			
	Informācijpratība	10.	2.2., 2.3.							
2. daļa. Komplekss pētījums	Komplekss pētījums						1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8.	25 ± 5 (25)	25	
	Kompleksu problēmu risināšana						4.4.			
Satura moduļu īpatsvars (%)			20 ± 5 (22)	15 ± 5 (11)	20 ± 5 (22)	10 ± 5 (8)	10 ± 5 (12)	25 ± 5 (25)	100	

*1. (1 p.) – testa uzdevums

**1.1. (1 p.) – strukturēts uzdevums

***1. (3 p.) – kompleksa pētījuma uzdevums

Valsts pārbaudes darba parauga uzdevumi

Iepazīsties ar norādījumiem!

- Valsts pārbaudes darbam (turpmāk – VPD) ir divas daļas.

VPD daļa	Uzdevumu veidi	Uzdevumu skaits	Punktu skaits	Punktu skaits	Laiks	Laiks
1. daļa. Zināšanas un izpratne un prasmes	1.1. Testa uzdevumi	25	25	75	60 min	180 min
	1.2. Strukturētie uzdevumi	4	50		120 min	
2. daļa. Komplekss pētījums	2.1. Plānošanas daļa	3	9	25	40 min	160 min
	2.2. Eksperimentāla daļa	4	16		120 min	

- Visa VPD laikā atļauts izmantot pirms darba izpildes izsniegto formulu lapu, zinātnisko kalkulatoru, lineālu.
- Atrisinājumu teksta, t. sk. zīmējumu, veidošanai izmanto tikai tumši zilu vai melnu pildspalvu! Ar zīmuli rakstītais netiek vērtēts.
- Raksti atbildi tam paredzētajā vietā uzdevumos!

1. daļa. Zināšanas, izpratne un prasmes – testa uzdevumi

Valsts pārbaudes darba parauga uzdevumi Testa uzdevumi (25 punkti)

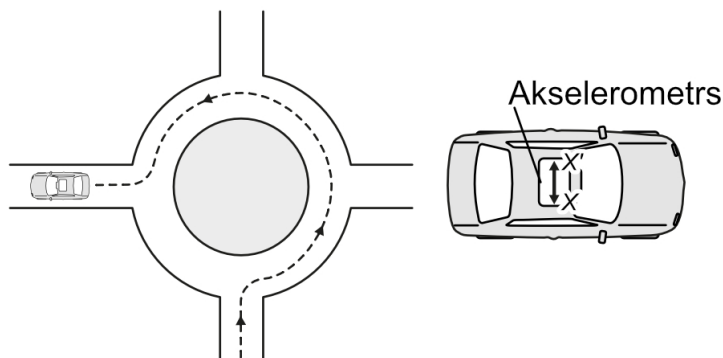
Darba izpildes laiks: 60 minūtes

Katram 1.–20. uzdevumam ir **tikai viena pareiza atbilde**. Apvelc pareizās atbildes burtu!

1. uzdevums

Kurš no dotajiem lielumiem nav vektorāls?

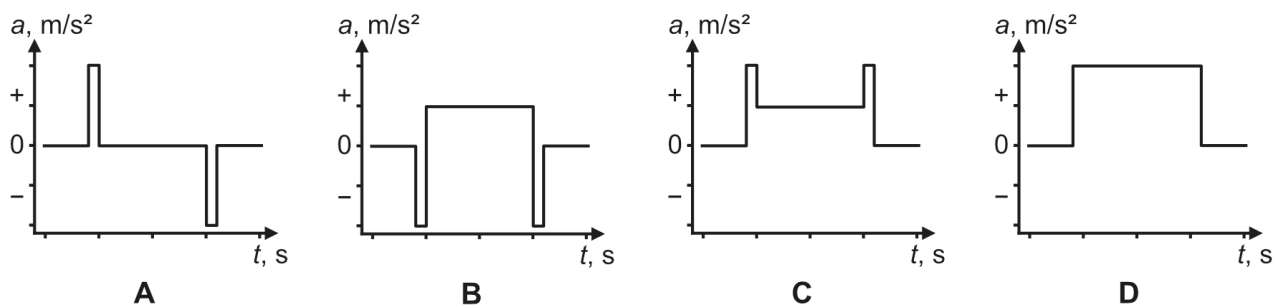
- A Enerģija
- B Impulss
- C Ātrums
- D Magnētiskā lauka indukcija



2. uzdevums

Automašīna ar nemainīgu ātrumu iebrauc aplī.
Automašīnā nostiprināts akcelerometrs,
kas mēra paātrinājumu $X-X'$ virzienā
perpendikulāri braukšanas virzienam.

Kurā grafikā pareizi attēloti akcelerometra rādījumi kustībā pa zīmējumā attēloto trajektoriju?



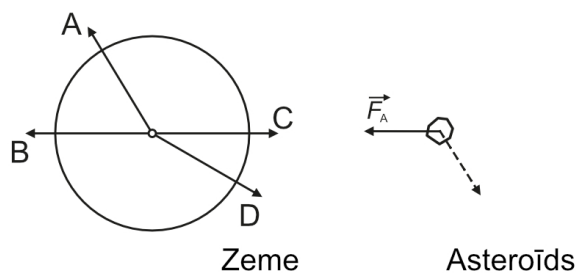
3. uzdevums

Kura ir jaudas mērvienība?

- A kWh
- B J/s
- C J·s
- D A·h

4. uzdevums

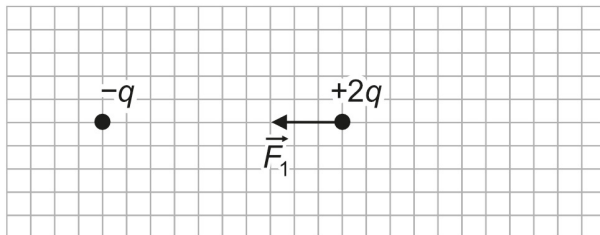
Garām Zemei raustītās līnijas norādītajā virzienā lido asteroīds.
Vektors \vec{F}_A attēlo spēku, ar kuru Zeme pievelk asteroīdu.
Kura bultiņa attēlo spēku, ar kuru asteroīds mijiedarbojas
ar Zemi?



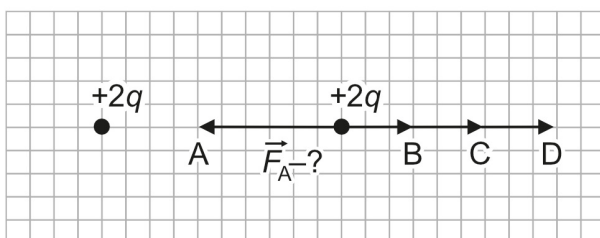
- A B C D

5. uzdevums

Doti divi elektriski punktveida lādiņi, kuru lielumi $-q$ un $+2q$. Uz lādiņu $+2q$ darbojas Kulona spēks \vec{F}_1 .



Lādiņu $-q$ aizvieto ar lādiņu, kura lielums $+2q$. Attālums starp lādiņiem nemainās. Kurš no vektoriem pareizi attēlo spēku \vec{F}_2 , ar kādu aizvietotais lādiņš darbojas uz nemainīto lādiņu? Visi vektori attēloti vienā mērogā un sākas vienā punktā.

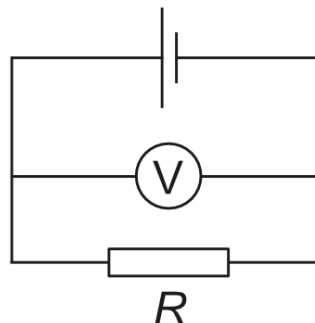


- A B C D

6. uzdevums

Dots strāvas avots, kura EDS ir 10 V un iekšējā pretestība ir 2 Ω .
Tam pieslēgts rezistors, kura pretestība $R = 3 \Omega$.
Ko rāda attēlā redzamais mēraparāts?

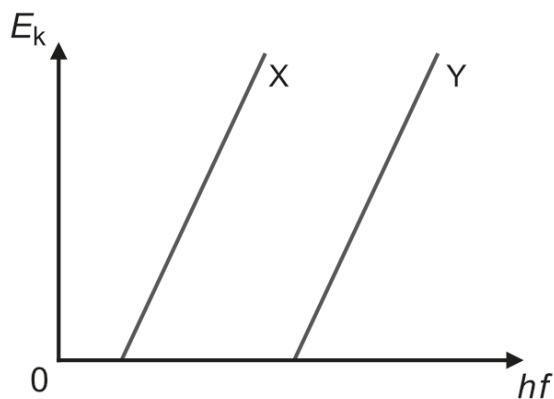
- A 2 A
B 2 V
C 6 A
D 6 V



7. uzdevums

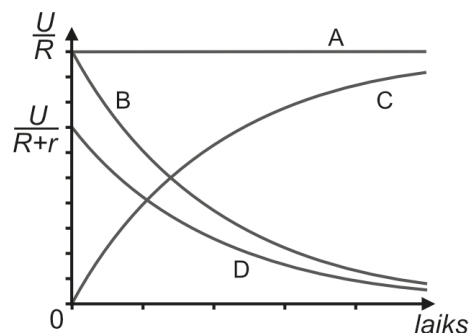
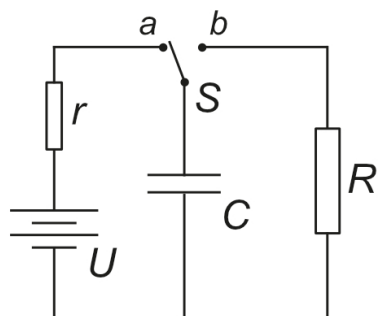
Doti divi katodi, viens izgatavots no materiāla X, otrs – no materiāla Y. Katodus izmanto fotoefekta pētījumos, tos apstarojot ar dažāda veida starojumu. Grafikā attēlota no katoda izsisto elektronu maksimālās kinētiskās enerģijas E_k atkarība no starojuma kvantu enerģijas hf .
Kurš apgalvojums par materiāla izejdarbu ir pareizs?

- A Materiālam X izejdarbs mazāks kā materiālam Y
B Abiem materiāliem izejdarbs ir vienāds
C Materiālam X izejdarbs lielāks nekā materiālam Y
D Izejdarbs nav atkarīgs no katoda materiāla



8. uzdevums

Attēlā redzamajā shēmā iezīmēto kondensatoru uzlādē, slēdzi S ieslēdzot stāvoklī a. Laika momentā $t = 0$ slēdzi S pārslēdz stāvoklī b.



Kura no grafika līknēm vislabāk attēlo caur rezistoru R plūstošās strāvas stipruma maiņu laikā?

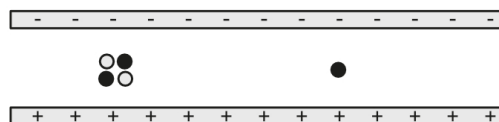
- A B C D

9. uzdevums

Alfa daļiņa (α) un protons (p) atrodas vienādā attālumā no divām lielām, elektriski lādētām metāla plāksnēm. Elektriskās mijiedarbības spēks ir daudzkārt lielāks par gravitācijas spēku.

Kurš apgalvojums vislabāk raksturo doto situāciju?

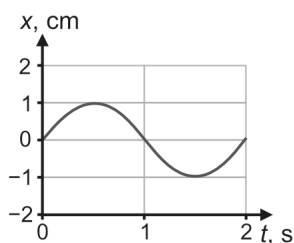
- A Abām daļiņām paātrinājums ir vienāds
- B Alfa daļiņai paātrinājums ir divas reizes mazāks kā protonam
- C Alfa daļiņai paātrinājums ir četras reizes mazāks kā protonam
- D Alfa daļiņai paātrinājums ir divas reizes lielāks nekā protonam



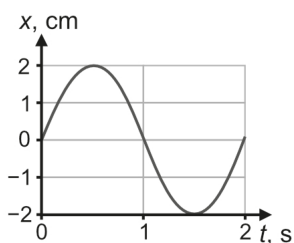
- Protons
- Neitrons

10. uzdevums

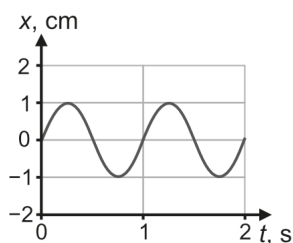
Kurš grafiks atbilst harmoniskām svārstībām, kuru amplitūda ir 2 cm un cikliskā frekvence π rad/s?



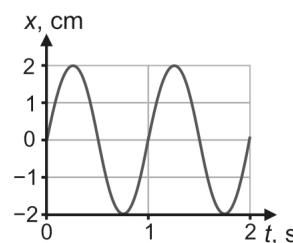
A



B



C

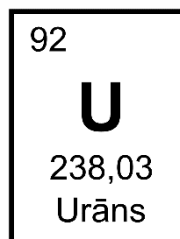


D

11. uzdevums

Dots urāna-238 izotops. Kurš apgalvojums ir patiess?

- A Protonu skaits kodolā ir 92
- B Elektronu skaits kodolā ir 92
- C Neitronu skaits kodolā ir 92
- D Neitronu skaits kodolā ir 238

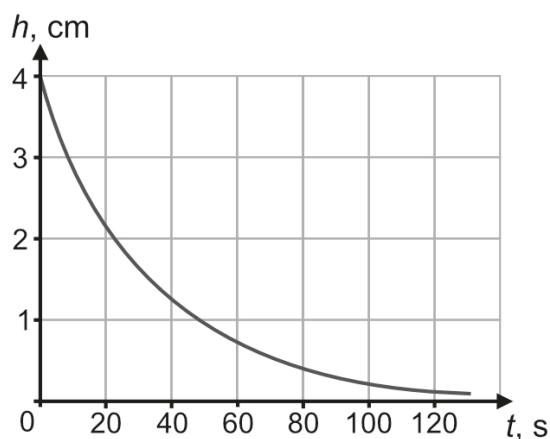


12. uzdevums

Eksperimentāli iegūtā grafikā attēlots, ka cilindriskā kausā ielieta kvasa putu slāņa biezums h samazinās eksponenciāli.

Kurā no dotajām situācijām pētāmā lieluma atkarība no laika varētu būt eksponenciāli dilstoša?

- A Automašīnas ātrums, bremsējot ar nemainīgu paātrinājumu
- B Urāna-235 izotopa koncentrācija paraugā radioaktīvās sabrukšanas laikā
- C Elektriskā pretestība, silstot metāla vadam
- D Koka ēnas garums saulainā dienā



13. uzdevums

Divi vienādi kondensatori saslēgti paralēli. Katra kondensatora kapacitāte ir C .

Kāda ir slēguma kopējā kapacitāte?

- A C
- B $1,5 C$
- C $2 C$
- D $0,5 C$

14. uzdevums

levijotot spolē pastāvīgo stienveida magnētu, spolē inducējas elektrodzinējspēks.

Kas no nosauktā neietekmē indukcijas EDS lielumu?

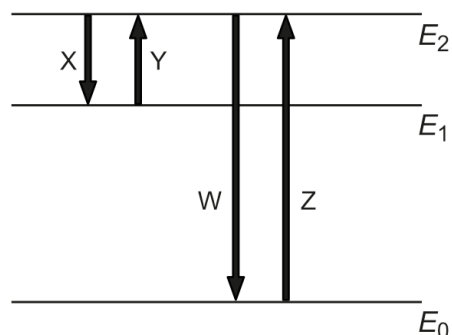
- A Stienveida magnēta magnētiskā lauka stiprums
- B Spoles vijumu skaits
- C Spoles stieples elektriskā pretestība
- D Ātrums, ar kādu magnēts tiek pārvietots spolē

15. uzdevums

Attēlā redzams kāda atoma enerģijas līmeņu fragments un parādītas iespējamās pārejas starp enerģijas līmeņiem. Zināms, ka $E_2 > E_1 > E_0$.

Kurā pārejā tiek izstarots fotons ar mazāko viļņa garumu?

- A X
- B Y
- C W
- D Z



16. uzdevums

Kuri no dotajiem ir elektromagnētiskie viļņi ar īsāko viļņa garumu?

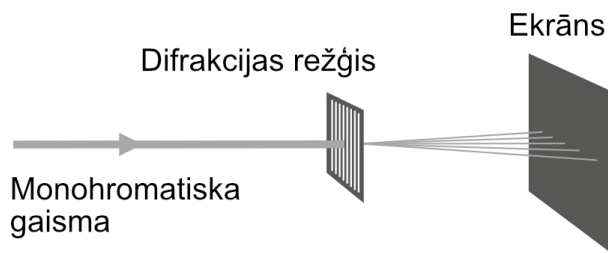
- A Radioviļņi
- B Mikroviļņi
- C Infrasarkanais starojums
- D Redzamā gaisma

17. uzdevums

Monohromatiska gaisma tiek spīdināta caur difrakcijas režģi.

Kā mainīsies attālumi starp gaismas maksimumiem uz ekrāna, ja attēlā redzamo sistēmu iegremdēs ūdenī?

- A Attālumi palielināsies
- B Attālumi nemainīsies
- C Attālumi samazināsies
- D Attālumu izmaiņa ir atkarīga no gaismas viļņa garuma



18. uzdevums

Šķidruma iztvaikošanas intensitāte ir atkarīga no

- A šķidruma temperatūras
- B gaisa mitruma
- C šķidruma virsmas laukuma
- D visiem minētajiem lielumiem

19. uzdevums

Automašīna, uzsākot kustību no miera stāvokļa ar nemainīgu paātrinājumu, 5 sekundēs sasniedz ātrumu 10 m/s. Cik liels ir automašīnas paātrinājums?

- A 10 m/s²
- B 5 m/s²
- C 2 m/s²
- D 0,5 m/s²

20. uzdevums

Ar kuru no dotajiem optiskajiem instrumentiem uz ekrāna var iegūt reālu attēlu?

- A Savācējlēca
- B Izkliedētājlēca
- C Izliekts spogulis
- D Plakans spogulis

Katram 21.–25. uzdevumam ir viena līdz trīs pareizās atbildes. Apvelc visas pareizās atbildes!

21. uzdevums

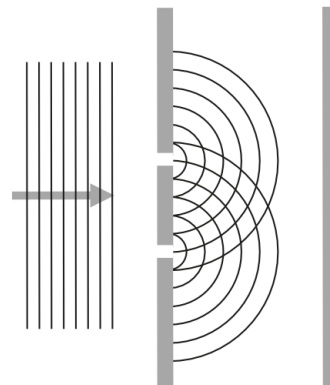
Ragaviņas vienmērīgi slīd lejā pa slīpu taisnu kalna nogāzi. Kuri apgalvojumi par spēkiem, kas darbojas uz ragaviņām, ir pareizi?

- A Berzes spēks ir lielāks par smaguma spēku
- B Berzes spēks ir mazāks par smaguma spēku
- C Rezultējošais spēks ir vērsts uz leju paralēli kalna nogāzei
- D Rezultējošais spēks ir vērsts uz augšu paralēli kalna nogāzei
- E Rezultējošais spēks ir 0

22. uzdevums

Attēlā ir redzams Janga dubultspraugas eksperimenta shematiskais attēlojums. Kuras viļņu īpašības tiek demonstrētas šajā eksperimentā?

- A Difrakcija
- B Polarizācija
- C Interference
- D Laušana
- E Atstarošanās

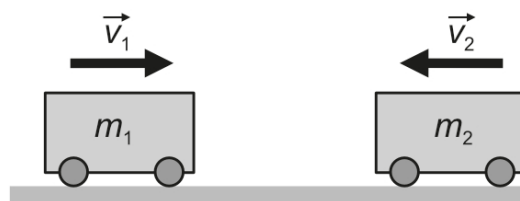


23. uzdevums

Viens otram pretī ripo divi laboratorijas ratiņi, kuru masas ir atšķirīgas, bet kinētiskās enerģijas – vienādas. Sakarība starp ratiņu masām ir $m_1 = 3m_2$.

Kuri no dotajiem apgalvojumiem ir pareizi?

- A Ratiņiem, kuriem ir lielāka masa, ir lielāks impulss
- B Neelastīgas sadursmes gadījumā ratiņi apstāsies
- C Darbs, kas jāveic, lai apstādinātu ratiņus, kuru masa m_1 , ir tikpat liels, kā darbs, kas jāveic, lai apstādinātu ratiņus, kuru masa m_2
- D Ir vajadzīgs vienāds spēks, lai no miera stāvokļa vienādā laikā abus ratiņus paātrinātu līdz ātrumiem v_1 un v_2
- E Abu ratiņu ātrumus saista sakarība $v_2 = 3v_1$

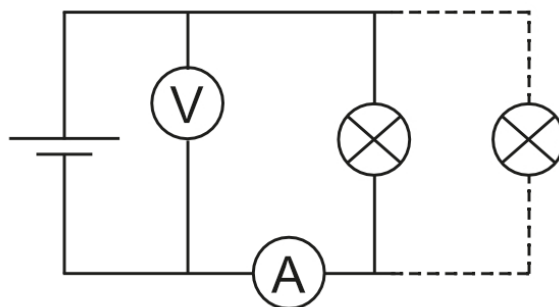


24. uzdevums

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

Ja slēgumam pievieno vēl vienu kvēlspuldzi (attēlā ar raustītu līniju), tad

- A voltmeters rāda mazāku spriegumu
- B ampērmetrs rāda lielāku strāvu
- C ampērmetrs rāda mazāku strāvu
- D voltmetra rādījums praktiski nemainās
- E slēguma kopējā pretestība samazinās

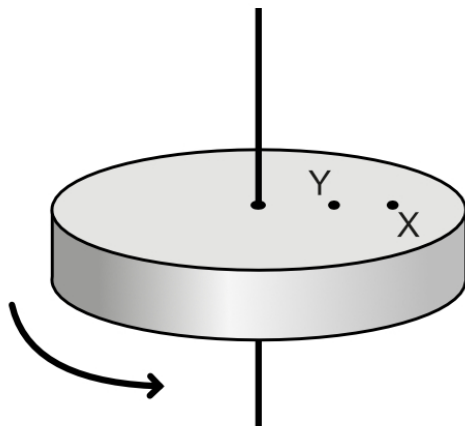


25. uzdevums

Disks vienmērīgi rotē ap asi, kas perpendikulāra diska virsmai un iet caur tā centru. Punkts X atrodas 2 reizes tālāk no rotācijas ass nekā punkts Y.

Atzīmē visus patiesos apgalvojumus!

- A Punkta X lineārais ātrums ir 2 reizes lielāks nekā punkta Y lineārais ātrums.
- B Centrtieces paātrinājums punktā X ir 2 reizes lielāks nekā punktā Y.
- C Punkta X leņķiskais ātrums ir 2 reizes lielāks nekā punkta Y leņķiskais ātrums.
- D Punkta X rotācijas periods ir 2 reizes lielāks nekā punkta Y rotācijas periods.
- E Veiktais ceļš vienā apriņķojumā punktam X ir 2 reizes lielāks nekā punktam Y.



1. daļa. Zināšanas, izpratne un prasmes – strukturētie uzdevumi

Valsts pārbaudes darba parauga uzdevumi
Strukturētie uzdevumi (50 punkti)

Darba izpildes laiks 120 minūtes

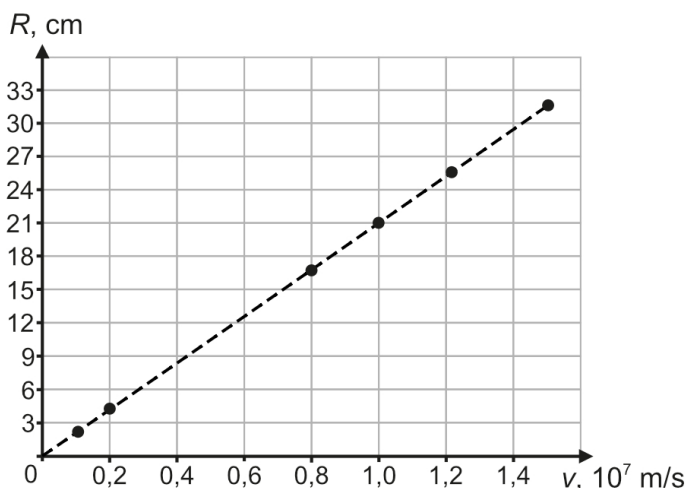
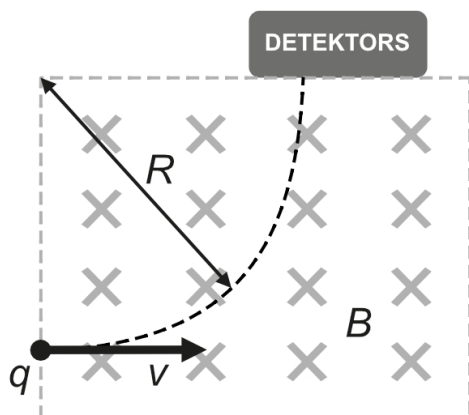
1. uzdevums. Daļiņu paātrinātājs (13 punkti)

Daļiņu paātrinātājā daļiņu ātruma moduli maina, izmantojot elektrisko lauku, savukārt trajektoriju maina, izmantojot magnētisko lauku.

Uzraksti, kurai(-ām) no nosauktajām daļiņām – protonam, neitronam, hēlija kodolam – var mainīt ātruma moduli šajā paātrinātājā, un paskaidro, kāpēc! (2 punkti)

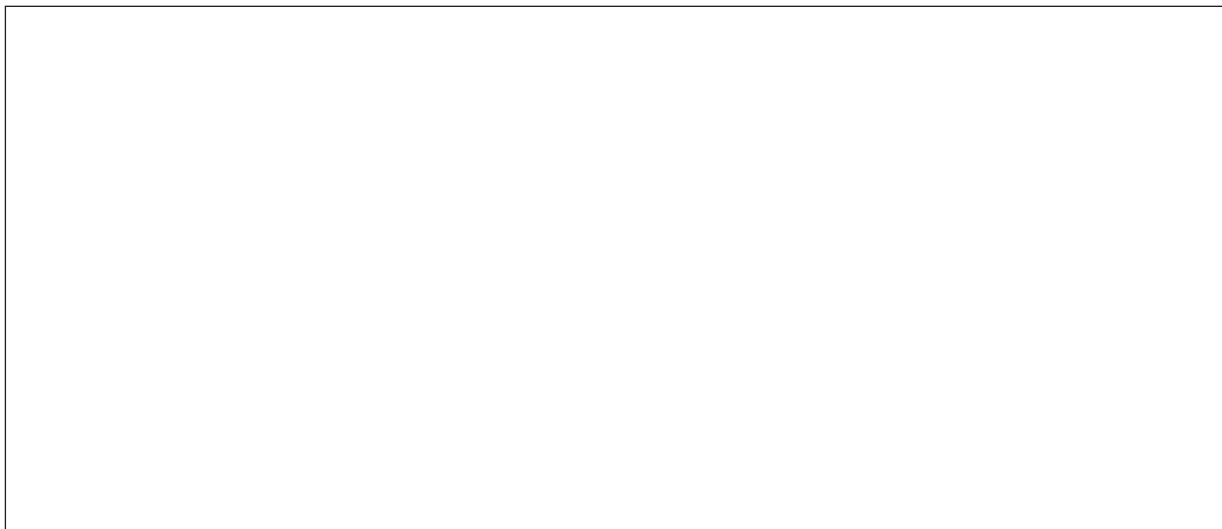
Daļiņu paātrinātāju izmanto arī daļiņas masas noteikšanai. Grafikā attēlots, kā mainās daļiņas trajektorijas liekuma rādiuss R atkarībā no ātruma v , ar kādu daļiņa ielido homogēnā magnētiskajā laukā, kura indukcija B .

Daļiņu paātrinātāja darbības shēma



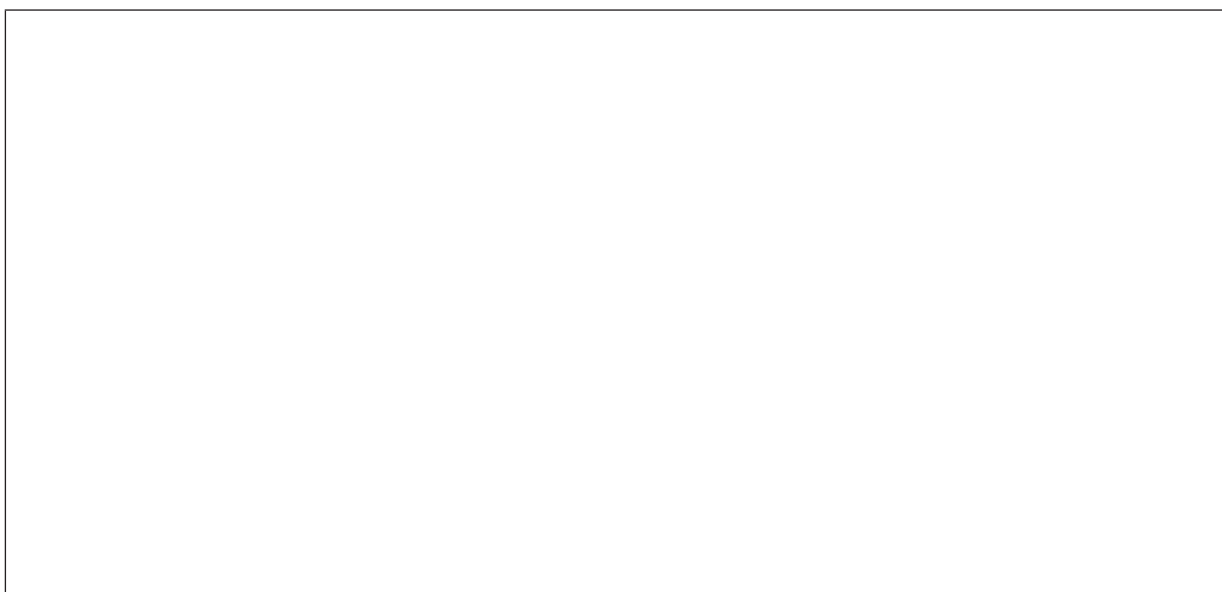
1.2. Parādi, ka taisnes slīpuma koeficients ir $\frac{m}{qB}$! (3 punkti)

- 1.3. Pieņemsim, ka daļiņas lādiņš $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ un magnētiskā lauka indukcija $B = 1,0 \text{ T}$.
Aprēķini daļiņas masu, izmantojot iepriekš doto grafiku! (3 punkti)



Elektroenerģijas pievades traucējumu gadījumā daļiņu paātrinātāju darbina vienfāzes maiņstrāvas ģenerators, kura nominālā jauda ir 6 kW.

- 1.4. Aprēķini sprieguma efektīvo vērtību, ja maksimālais strāvas stiprums ir 6 A! (3 punkti)



- 1.5. Daļa no paātrinātājam pievadītās elektriskās jaudas tiek patērēta elektromagnētu uzturēšanai. Nosauc vienu priekšrocību un vienu trūkumu elektromagnētam, salīdzinot to ar pastāvīgo magnētu. (2 punkti)

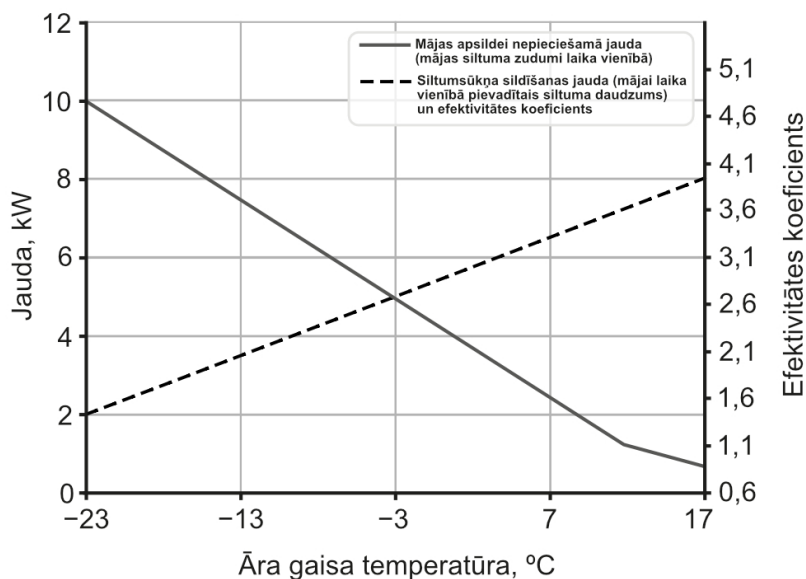
2. uzdevums. Siltumsūkņi (10 punkti)

Siltumsūkņi ir ierīce, kas pārvieto siltumenerģiju no vietas ar zemāku temperatūru uz vietu ar augstāku temperatūru. Siltumsūkņi var uzskatīt par siltuma dzinēju, kas darbojas pretējā virzienā.

Mājas apsildei izmanto ar elektrību darbināmu "gaiss-gaiss" tipa siltumsūkņi, kura ārējais siltummainis uzņem siltumenerģiju no āra gaisa, bet iekšējais siltummainis atdod siltumenerģiju iekštelpu gaisam.

Grafikā sniegta informācija par šī siltumsūkņa raksturlielumiem (sildīšanas jaudu un efektivitātes koeficientu) un mājas apsildes vajadzībām nepieciešamo jaudu.

Gadījumā, ja siltumsūkņa jauda nav pietiekama mājokļa apsildes vajadzībām, tiek papildu ieslēgts elektriskais sildītājs.

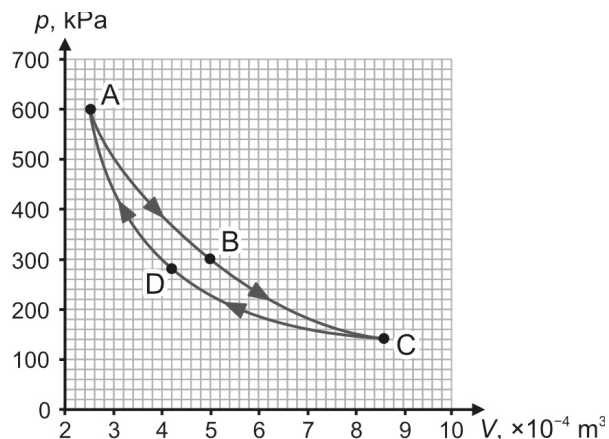


2.1. Nosauc vienu fizikālu priekšrocību, kāda ir mājas apsildei ar šādu siltumsūkni, salīdzinot to ar elektrisko sildītāju! (1 punkts)

2.2. Cik liela ir zemākā āra gaisa temperatūra, pie kuras šis siltumsūkņis var nodrošināt mājas apsildi viens pats? (1 punkts)

2.3. Nosaki, cik lielai jābūt papildu elektriskā sildītāja jaudai, ja āra gaisa temperatūra ir -23 °C ! (1 punkts)

Pieņemsim, ka siltumsūkni darbina iekšdedzes motors, kas ir ideāls siltuma dzinējs, un kura darba cikls atbilst Karno ciklam ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$). Dotais Karno cikls parādīts grafikā, to veido divi izotermiski ($A \rightarrow B$ un $C \rightarrow D$) un divi adiabatiski procesi ($B \rightarrow C$ un $D \rightarrow A$).



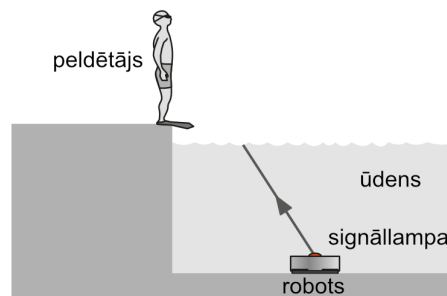
- 2.4. Uzraksti formulas veidā 1. termodinamikas likumu posmam BC, ņemot vērā, ka šajā posmā process ir adiabatisks! (1 punkts)

- 2.5. Nosaki attiecību T_A/T_C , kur T_A un T_C ir darba vielas temperatūra punktos A un C! Parādi aprēķina gaitu! (3 punkti)

- 2.6. Parādi ar aprēķiniem, ka izotermiskā procesā posmā AB gāzes veiktais darbs ir aptuveni 110 J! (3 punkti)

3. uzdevums. Fizika peldbaseinā (14 punkti)

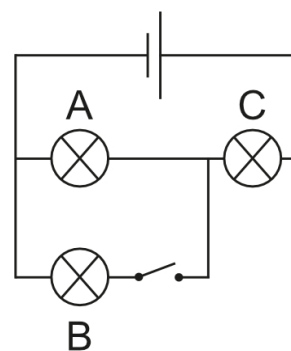
Baseina tīrīšanas robotam uz virsmas novietotas signāllampas. Zīmējumā ir attēlots viens gaismas stars, kura krišanas leņķis uz robežvirsmu ūdens-gaiss ir 18° .



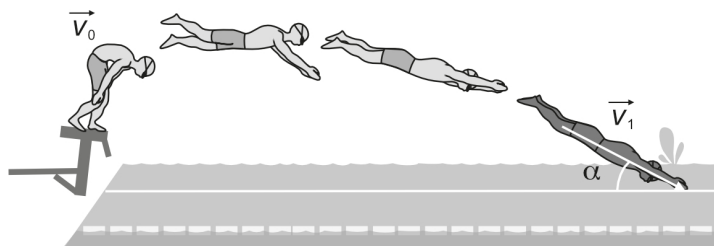
- 3.1. Ar aprēķiniem pamato, kāpēc šis stars lūzīs tā, ka nenotiks gaismas pilnīgā iekšējā atstarošanās! Absolūtais gaismas laušanas koeficients ūdenim ir 1,33. (3 punkti)

Robota signāllampas ir saslēgtas tā, kā redzams attēlā. Slēgums sastāv no līdzstrāvas avota, trīs vienādas pretestības spuldzēm un slēdža.

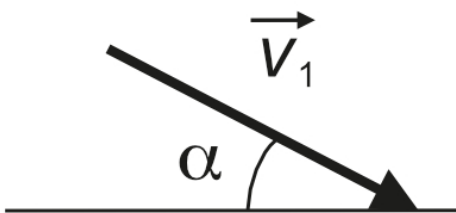
- 3.2. Paskaidro, kā mainīsies caur spuldzi C plūstošās strāvas stiprums, ja slēdzi noslēgs! (3 punkti)



Pēc baseina tīrīšanas sākas sporta nodarbības. Peldētājs nostājas uz starta paaugstinājuma un grasās lekt ūdenī. Pieņem, ka sportista kustību var aprakstīt kā horizontāli izviesta ķermeņa kustību, kur kustības sākuma ātrums horizontālā virzienā ir v_0 un ātrums tieši pirms ielēkšanas ūdenī ir v_1 , kas ar horizontu veido leņķi α .



3.3. a) Uzzīmē beigu ātruma v_1 horizontālo un vertikālo projekciju, ievērojot mērogu! Izmanto doto zīmējumu. (1 punkts)

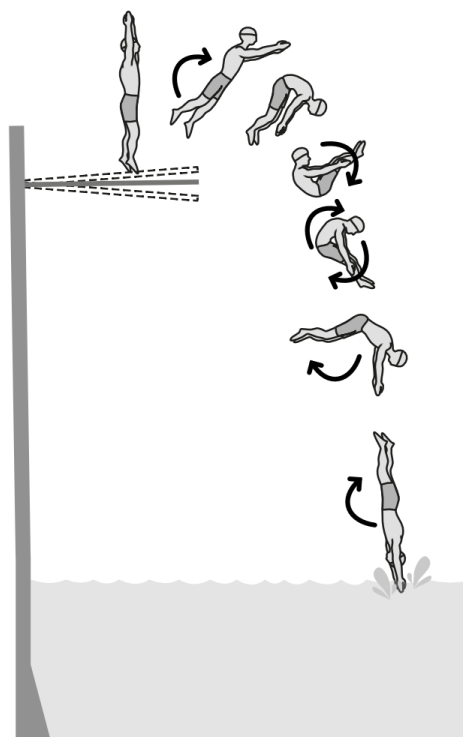


b) Pamato, kāpēc ātrums v_1 ir lielāks par ātrumu v_0 ! (1 punkts)

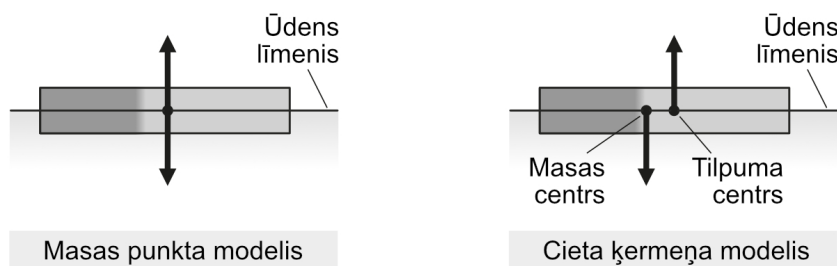
c) Pamato, kāpēc, palielinoties sākuma ātrumam v_0 , samazinās leņķis α , kādu peldētājs veido ar ūdens virsmu ielekšanas brīdī! Pieņem, ka peldētājs lec no viena un tā paša augstuma! Pamatojumā neizmanto matemātiskās sakarības! (1 punkts)

Citā sporta veidā – lekšanā no trampļina – sportisti lēcienā veic apgriezienus ap savu asi. Īsi pirms ieniršanas ūdenī viņi izstiepjas un samazina savu rotācijas frekvenci.

3.4. Pamato, kāpēc izstiepšanās rezultātā samazinās sportista rotācijas frekvence! (2 punkti)



Uzdevuma turpmākajā daļā modelēsim peldētāju kā nehomogēnu ķermeni, kur nehomogenitāte ir attēlota ar punktējumu – lielāki punkti nozīmē lielāku ķermeņa blīvumu. Kad ķermenis atrodas ūdenī, uz to iedarbojas divi vertikāli vērsti spēki – smaguma spēks un Arhimēda cēlējspēks. Ja ķermeni modelējam kā masas punktu, tad spēki tiek pielikti vienā punktā. Ja ķermeni modelējam, izmantojot cieta ķermeņa modeli, tad spēki ir pielikti atšķirīgos punktos.



- 3.5. Prognozē, kāda ir iespējamā peldētāja kustība, ja tas miera stāvoklī atrodas iegrimis ūdenī! Salīdzini taisnvirziena un rotācijas kustības iespējamību abu modeļu (masas punkta un cieta ķermeņa) gadījumā! (2 punkti)

4. uzdevums. Salūts (14 punkti)

Pieņemsim, ka pirotehnikas raķetes uzsprāgstot izstaro monohromatisku gaismu, kuras viļņa garums $\lambda = 530 \text{ nm}$.

- 4.1. Aprēķini, cik liela enerģija piemīt vienam raķetes izstarotās monohromatiskās gaismas fotonam! (2 punkti)

Lai izšautu raķeti debesīs, tā jāaizdedzina. Pirmajā kustības posmā, kamēr tā deg, raķete trīs sekundes lido uz augšu ar paātrinājumu $a = 9,8 \text{ m/s}^2$. Otrajā kustības posmā, kad degviela izdegusi, tā turpina lidot uz augšu, līdz sasniedz savu maksimālo augstumu.

- 4.4. Vai salūta gaismas iegūšana no siltumstarojuma avota būtu enerģētiski izdevīga metode? Argumentē savu viedokli!
(3 punkti)

Kad raķete sprāgst, spīdošas atliekas lido dažādos virzienos. Zināms, ka kustīgu objektu starojuma uztveršanu ietekmē Doplera efekts.

Doplera efekta nobīdi var aprēķināt pēc izteiksmes $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v_{\text{starotājs}}}{v}$, kur

$\Delta\lambda$ – uztvertā viļņa garuma nobīde, λ_0 – starojuma avota izstarotā viļņa garums, $v_{\text{starotājs}}$ – starojuma avota kustības ātrums attiecībā pret novērotāju, v – starojuma izplatīšanās ātrums vidē.

- 4.5. Novērtē raķetes atlieku izstarotās gaismas maksimālo viļņa garuma izmaiņu, kas rodas Doplera nobīdes dēļ! Aprēķiniem nepieciešamos lielumus novērtē patstāvīgi! Skaidro, vai Doplera efekta dēļ var būtiski mainīties ar aci novērojamā salūta krāsa! (3 punkti)

Testa uzdevumu raksturojums un atbildes

Testa uzdevumu raksturojums

Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Standarta SR kods	Indikatora kods	SR grupa	Satura modulis	Izziņas darbības līmenis (SOLO)
1.	Atšķir vektoriālus un skalārus fizikālos lielumus.	O. 3.2.2.	1.2.2., 1.2.5., 1.3.7., 1.5.2., 3.5.1.	Zināšanas un izpratne	Mehānika	I
2.	Analizē kustību pa riņķa līniju.	O. 3.1.1.	1.2.12.	Analītiskā spriešana	Mehānika	III
3.	Zina (atpazīst) jaudas mērvienību.	O. 12.3.1.	1.2.1.	Zināšanas un izpratne	Mehānika	I
4.	Lieto 3. Ņūtona likumu.	V. 3.2.1.	1.3.2.	Zināšanas un izpratne	Mehānika	I
5.	Lieto Kulona likumu, lai noteiktu spēka lielumu un virzienu.	O. 2.2.2.	3.1.1.	Zināšanas un izpratne	Elektromagnētisms	II
6.	Prognozē mērinstrumenta rādījumu noslēgtā elektriskajā ķēdē.	A. 2.2.2.	3.2.6., 3.4.3.	Analītiskā spriešana	Elektromagnētisms	II
7.	Salīdzina katodu materiālu fotoefekta izejas darbus.	A. 4.3.2.	6.3.2.	Reprezentēšana	Modernā fizika	II
8.	Prognozē strāvas stipruma izmaiņu laikā.	A. 4.3.1.	3.2.7.	Analītiskā spriešana	Elektromagnētisms	III
9.	Salīdzina daļiņu paātrinājumus.	A. 3.2.1.	1.3.3., 3.1.3.	Analītiskā spriešana	Elektromagnētisms	III
10.	Iegūst informāciju no svārstību grafika.	O. 3.1.2.	1.6.1.	Informācijpratība	Mehānika	II
11.	Nosaka izotopa kodola sastāvu no dotās informācijas.	O. 1.2.1.	6.1.1.	Zināšanas un izpratne Informācijpratība	Modernā fizika	I
12.	Analizē matemātiskās likumsakarības, kas apraksta pētījuma datus.	O. 11.4.1., V. 12.1.1.	7.9.	Reprezentēšana	Modernā fizika	II
13.	Nosaka kondensatoru slēguma kopējo kapacitāti.	A. 4.3.1.	3.1.10.	Zināšanas un izpratne	Elektromagnētisms	I
14.	Zina faktorus, kas ietekmē elektromagnētisko indukciju.	A. 4.3.1.	3.5.7.	Zināšanas un izpratne	Elektromagnētisms	I

Uzd.	Sasniedzamais rezultāts	Standarta SR kods	Indikatora kods	SR grupa	Satura modulis	Izziņas darbības līmenis (SOLO)
15.	Salīdzina fotonu enerģijas.	A. 4.3.2.	6.3.1., 6.3.4.	Reprezentēšana	Modernā fizika	I
16.	Zina EM viļņa garumus.	V. 2.1.1.	3.6.1.	Zināšanas un lietošana	Elektromagnētisms	I
17.	Prognozē attālumu starp difrakcijas maksimumiem atkarībā gaismas viļņa garuma.	A. 2.1.4.	5.2.15.	Analītiskā spriešana	Optika	II
18.	Zina faktorus, kas ietekmē iztvaikošanu.	O. 1.3.1.	2.5.9.	Zināšanas un lietošana	Siltumfizika	I
19.	Apraksta vienmērīgi paātrinātu taisnvirziena kustību.	O. 3.1.1.	1.2.8.	Zināšanas un izpratne	Mehānika	I
20.	Salīdzina ar dažādiem optiskajiem instrumentiem iegūtos attēlus.	O. 2.1.1.	4.1.7.	Zināšanas un izpratne	Optika	I
21.	Raksturo ķermeņa kustību vairāku spēku iedarbībā.	A. 3.2.1. O. 3.1.1.	1.3.2., 1.3.3., 1.4.3.	Analītiskā spriešana	Mehānika	II
22.	Zina viļņu īpašību izpausmi Janga dubultspraugas eksperimentā.	A. 2.1.3., A. 2.1.4	5.2.4.	Zināšanas un lietošana	Optika	I
23.	Analizē objektu kustību, izmantojot dinamikas un enerģijas likumsakarības.	A. 3.2.3., O. 4.3.3.	1.3.7. 1.5.2.	Analītiskā spriešana	Mehānika	II
24.	Prognozē lielumu izmaiņas elektriskajā slēgumā.	O. 4.3.1	3.4.2., 3.4.3.	Analītiskā spriešana	Elektromagnētisms	II
25.	Nosaka fizikālos lielumus vienmērīgā rotācijā.	A. 3.1.1.	1.2.11.	Analītiskā spriešana	Mehānika	II

Testa uzdevumu atbildes

1. uzd.	2. uzd.	3. uzd.	4. uzd.	5. uzd.	6. uzd.	7. uzd.	8. uzd.	9. uzd.
A	B	B	C	C	D	A	B	B
10. uzd.	11. uzd.	12. uzd.	13. uzd.	14. uzd.	15. uzd.	16. uzd.	17. uzd.	18. uzd.
B	A	B	C	C	C	D	C	D
19. uzd.	20. uzd.	21. uzd.	22. uzd.	23. uzd.	24. uzd.	25. uzd.		
C	A	BE	AC	AC	BDE	ABE		

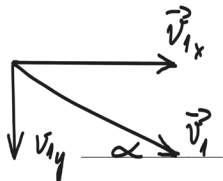
Strukturēto uzdevumu vērtēšanas kritēriji un atbilžu piemēri

1.1. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Daļiņas netiek nosauktas vai tās nosauktas nepareizi. Skaidrojums nav pareizs.	
1	Pareizi nosauc abas daļiņas.	Protons un hēlija kodols
1	Paskaidro, ka daļiņām piemīt elektriskais lādiņš.	Daļiņas iespējams paātrināt, jo tām piemīt elektriskais lādiņš.
Kopā: 2		
1.2. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Uzraksta Lorenca spēka VAI centrtrieces spēka aprēķināšanas formulas.	$F_L = qvB$ VAI $F_c = mv^2/R$
1	Abus spēkus pielīdzina savā starpā.	$qvB = mv^2/R$
1	Saprot, ka taisnes virziena koeficients ir vienāds ar R/v un šo attiecību izsaka no iepriekš iegūtās vienādības.	$R/v = m/qB$
Kopā: 3		
1.3. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Nolasa no grafika savstarpēji atbilstošās ΔR un Δv vērtības. Tā kā grafiks iet caur punktu (0;0), tad drīkst nolasīt arī savstarpēji atbilstošas R un v vērtības.	Piemēram, $\Delta R = 21$ cm $\Delta v = 1 \cdot 10^{17}$ m/s
1	Lieto formulu $R/v = m/qB$, lai noskaidrotu daļiņas masu.	
1	Aprēķina masu, pieraksta mērvienību.	$m = 6,72 \cdot 10^{-27}$ kg
Kopā: 3		

1.4. uzdevuma punktu vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Pielieto formulu $I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$, lai noskaidrotu efektīvo strāvas stiprumu. VAI Pielieto formulu $P = \frac{I_{\text{max}} \cdot U_{\text{max}}}{2}$, lai noskaidrotu maksimālo sprieguma vērtību.	
1	Pielieto formulu $P = \frac{I_{\text{max}} \cdot U_{\text{max}}}{2}$, lai noskaidrotu efektīvā sprieguma vērtību. VAI Pielieto formulu $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$, lai noskaidrotu efektīvā sprieguma vērtību.	
1	legūst efektīvā sprieguma vērtību ar mērvienību.	$U = 1418 \text{ V}$
Kopā: 3		
1.5. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Nenosauc vai nosauc nepareizu elektromagnēta priekšrocību un trūkumu.	Elektromagnēta darbībai nav nepieciešami elektriskie pievadi.
1	Nosauc vienu pareizu elektromagnēta priekšrocību vai trūkumu. VAI Nosauc vienu pareizu priekšrocību un nepareizu trūkumu, vai vienu pareizu trūkumu un nepareizu priekšrocību.	Elektropadeves traucējumu gadījumā elektromagnēts nedarbosies, bet pastāvīgais magnēts darbosies. Elektromagnētam viegli regulēt magnētiskā lauka lielumu, tomēr ar elektromagnētiem mūsdienās vēl nevar iegūt tik stipru magnētisko lauku kā ar pastāvīgo magnētu.
1	Nosauc vienu pareizu priekšrocību un vienu pareizu trūkumu.	Elektromagnēta magnētiskā lauka lielumu ir viegli regulēt, taču elektropadeves traucējumu gadījumā elektromagnēts nedarbosies, bet patstāvīgais magnēts darbosies.
Kopā: 2		
2.1. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Nenosauc siltumsūkņa izmantošanas fizikālu priekšrocību.	Siltumsūknis ir dabai draudzīgāks.
1	Nosauc siltumsūkņa izmantošanas fizikālu priekšrocību.	Mazāks elektroenerģijas patēriņš nekā elektriskajam sildītājam, lai uzturētu vienu un to pašu temperatūru telpās. Elektriskais sildītājs telpai pievada labākajā gadījumā $Q = Pt$; siltumsūknis ļauj pievadīt arī papildus siluma daudzumu no āra, tā efektivitātes koeficients var būt lielāks par 1.
Kopā: 1		

2.2. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Nenosaka prasīto temperatūru.	
1	Nosaka prasīto temperatūru.	-3 °C vai 270 K
Kopā: 1		
2.3. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Nenosaka vai nepareizi nosaka nepieciešamo jaudu.	
1	Nosaka nepieciešamo jaudu.	8 kW (pieņem robežās 7,8 – 8,2 kW)
Kopā: 1		
2.4. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Neuzraksta vai nepareizi uzraksta pirmo termodinamikas likumu adiabatiskam procesam.	$\Delta U = Q - A$
1	Uzraksta pirmo termodinamikas likumu adiabatiskam procesam.	$\Delta U = - A$ (vai $\Delta U = A$, ja ir rakstīts atbilstošs skaidrojums)
Kopā: 1		
2.5. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Spriež par temperatūru attiecību, izmantojot gāzes spiediena, tilpuma un temperatūras sakarību.	$pV/T = \text{const}$ vai $pV = nRT$ vai $pV = NkT$ $T_A/T_C = (pV)_A/(pV)_C$
1	Novērtē tilpumu un spiedienu skaitliskās vērtības, izmantojot grafiku.	V_A robežās no $(2,5 - 2,6) \cdot 10^{-4}$; $p_A = 600 \cdot 10^3$ V_C robežās no $(8,5 - 8,6) \cdot 10^{-4}$; $p_C = 140 \cdot 10^3$ (atbilde ir pareiza arī tad, ja nav pierakstīta mērvienība).
1	Aprēķina temperatūru attiecību.	Pareizi veicot aprēķinus, iegūst T_A/T_C robežās no 1,2 līdz 1,3.
Kopā: 3		

2.6. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Uzraksta, ka veiktais darbs vienāds ar laukumu zem procesa grafika.	$A = p_{\text{vid}} \cdot \Delta V = ((600 + 300) \cdot 10^{3/2}) \cdot (5 - 2,5) \cdot 10^{-4} = 112,5 \text{ J}$. p_{vid} ir vēl mazāks nekā lietots aprēķinos, tādēļ darbs ir mazliet mazāks.
1	Rēķina laukumu, novērtējot vienai rūtiņai atbilstošo darbu un rūtiņu skaitu. VAI Rēķina laukumu kā trapecei un novērtē, ka darbs mazliet mazāks par iegūto vērtību.	VAI Vienas rūtiņas laukums atbilst 0,4 J, laukumu zem grafika veido aptuveni 260 rūtiņas, tātad $A = 0,4 \cdot 260 = 104 \text{ J}$
1	legūst precīzu novērtējumu no 103 J līdz 117 J.	$W = nRT \cdot \ln(p_1/p_2) = 150 \cdot \ln(2) = 104 \text{ J}$ $W = p_A V_A \ln(V_B/V_A) = 600 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot \ln((5 \cdot 10^{-4}) / (2,5 \cdot 10^{-4})) = 103,97 \text{ J}$
Kopā: 3		
3	Alternatīvs risinājums, izmantojot darba aprēķināšanas formulu izotermiskā procesā.	
3.1. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Atpazīst un lieto gaismas laušanas sakarību.	$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$
1	Pareizi aprēķina gaismas laušanas leņķi vai pilnīgās atstarošanās robežleņķi.	$\beta = 24,3^\circ$ vai $\alpha_{\text{rob}} = 48,8^\circ$
1	Pamato, ka stars lūzīs, jo situācijai atbilst reāls laušanas leņķis vai arī krišanas leņķis ir mazāks par pilnīgās iekšējās atstarošanās robežleņķi.	Tā kā stars krīt leņķī, kas ir mazāks par pilnīgās atstarošanās robežleņķi, tas nonāks otrā vidē.
Kopā: 3		
3.2. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Nosauc, ka caur spuldzi plūstošās strāvas stiprums pieaug.	Strāvas stiprums palielināsies.
1	Atpazīst, ka, saslēdzot spuldzes paralēlajā slēgumā, kopējā pretestība samazinās.	Pieslēdzot esošajam rezistoram paralēli vēl vienu rezistoru, kopējā ķēdes posma pretestība noteikti samazināsies, jo $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$.
1	Izmantojot Oma likuma sakarību, secina, ka plūstošās strāvas stiprums palielinās.	Tā kā kopējā slēguma pretestība samazināsies, tad strāvas stiprums ķēdē palielināsies.
Kopā: 2		

3.3. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Pareizi iezīmē ātruma horizontālo un vertikālo ātruma projekciju.	
1	Atpazīst, ka v_1 ātrums ir horizontālās un vertikālās ātruma projekcijas summa; kustības sākumā ir tikai horizontālā projekcija v_0 , kurai kustības beigās pievienojas arī vertikālā ātruma projekcija, līdz ar to ātrums v_1 ir lielāks.	Tā kā kritiena laikā darbojas Zemes pievilkšanas spēks un gaisa pretestība nav jāņem vērā, tad kopējais ātrums kustības laikā palielinās.
1	Pamato, ka, palielinoties piekates garumam, leņķis α kļūst šaurāks.	Palielinot ātrumu izlekšanas brīdī, ātrums ielekšanas brīdī būs lielāks (ātruma vektors kļūs garāks). Bet tā kā ātruma vertikālā projekcija nemainīsies, jo nemainās Zemes pievilkšanas spēks, tad veidosies trīsstūris, kur ātruma horizontālā projekcija kļūs aizvien garāka, kas radīs aizvien šaurāku leņķi α .
Kopā: 3		
3.4. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Atpazīst, ka, ķermenim izstiepjoties, palielinās masas centra attālums no rotācijas ass.	Izstiepjoties pieaug sportista inerces moments.
1	Izmanto impulsa momenta nezūdamības likumu un tā saistību ar inerces momentu $L = I\omega$, lai pamatotu, ka, palielinoties inerces momentam, rotācijas frekvence samazinās.	Tā kā rotācijas impulsa moments saglabājas, bet inerces moments palielinās, neizbēgami ir jāsamazinās rotācijas ātrumam (frekvencei).
Kopā: 2		

3.5. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Prognozē, ka masas punkta modelim iespējama tikai kustība vertikālā virzienā, jo abi spēki ir vertikāli un pielikti vienā punktā.	Masas punkta modelī spēki pielikti vienā punktā, tātad rotācija nav iespējama, iespējama ir tikai taisnvirziena kustība.
1	Prognozē, ka cieta ķermeņa modelim ir atšķirīgi spēku pielikšanas punkti, kas veidos spēka plecu, un tā rezultātā būs novērojama rotācijas kustība.	Cieta ķermeņa modelī spēki pielikti dažādos punktos – tas var izraisīt arī spēka momenta parādīšanos, kas izsauks rotāciju papildus jau esošajai taisnvirziena kustībai.
Kopā: 2		
4.1. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Apvieno formulas $E = hf$ un $f = c/\lambda$ (vai aprēķina frekvenci, pēc tam to ievieto pirmajā formulā).	$E = hc/\lambda$
1	Aprēķina fotona enerģiju, norādot korektu mērvienību.	$E = 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ vai $E = 2,3 \text{ eV}$
Kopā: 2		
4.2. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Aprēķina, kādā augstumā h_1 uzlidos raķete trīs sekundēs.	$h_1 = 44,1 \text{ m}$
1	Aprēķina vai konstatē, ka raķete turpinās kustēties uz augšu vēl trīs sekundes pēc tam, kad izdegs.	Tā kā raķete kustības pirmajā posmā lidoja trīs sekundes ar paātrinājumu $9,8 \text{ m/s}^2$, tad pēc tam tā trīs sekundes bremsēs ar tādu pašu paātrinājumu.
1	Aprēķina otrajā posmā nolidoto augstumu h_2 un maksimālo uzlidošanas augstumu h_{max} .	$H_2 = 44,1 \text{ m}$ $h_{max} = 88,2 \text{ m}$
1	Uzraksta visiem iegūtajiem augstumiem pareizas skaitliskās vērtības un mērvienības.	
Kopā: 4		

4.3. uzdevuma vērtēšanas shēma		
Punkti	Kritērijs	Piemērs
0	Uzdevums nav risināts vai risināts nepareizi.	
1	Atbild, ka zaļo starojumu iegūt tikai termiskā starojuma ceļā nevar.	
1	Pamato savu atbildi ar faktu, ka siltumstarojuma gadījumā, iegūstot zaļu starojumu, līdzī nāk arī citas krāsas starojums, padarot kopējo krāsu sarkanu/dzeltenu/baltu/zilu. Izprot, ka dažādas temperatūras siltumstarojuma avotu spektru maksimumu (un visas līknes) bīdīšanās pa kreisi īsāko viļņu garumu virzienā nozīmē to, ka, pieaugot temperatūrai, mainās izstarotā siltumstarojuma maksimums. Līknei "ienākot" spektra redzamajā daļā, sākumā siltumstarojuma sadalījums satur tikai sarkano, tad zaļo un sarkano, pēc tam visu redzamo gaismu. Pieaugot temperatūrai, maksimums pārvietojas vēl pa kreisi, un pēdējā termiskā starojuma krāsa, ko redzam ar aci, ir zila (tāpēc arī "karstākās" zvaigznes redzam zilā krāsā.	Termiskajā spektrā nav iespējams izolēt zaļo krāsu – tai vienmēr līdzī nāks vai nu sarkanā spektra daļa (pie zemākām temperatūrām), vai violetās un sarkanās gaismas spektra daļa (pie augstākām temperatūrām). VAI Tā kā zaļā gaisma ir redzamās gaismas spektram pa vidu, mums vajadzētu izdalīt to atsevišķi jeb iegūt to izolēti no citām krāsām, bet tas nav iespējams – spektrā obligāti būs klāt arī citas krāsas vai nu no vienas, vai otras puses.
Kopā: 2		

4.4. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts			
0	1	2	3
Nav atbildes vai arī atbild, ka pirotehnikas uzliesmojumam termiskais starojums ir izdevīgs.	Atbild, ka pirotehnikas uzliesmojumam termiskais starojums nav izdevīgs, bet nesniedz pamatojumu.	Atbild, ka pirotehnikas uzliesmojumam termiskais starojums nav izdevīgs, par pamatojumu sniedzot vispārīgus argumentus, kas pilnībā nepierāda apgalvojumu.	Atbild, ka pirotehnikas uzliesmojumam termiskais starojums nav izdevīgs, izmantojot atbilstošu argumentu, kas pilnībā pamato atbildi.
Termiskā starojuma izmantošana, lai iegūtu gaismu salūtam, ir enerģētiski izdevīga metode, jo ļoti karsti objekti izstaro daudz redzamās gaismas, ko var redzēt spektrā.	Termiskā starojuma izmantošana, lai iegūtu gaismu salūtam, nav enerģētiski izdevīga metode.	Termiskā starojuma izmantošana, lai iegūtu gaismu salūtam, nav enerģētiski izdevīga metode. Tā ir analogiska kvēlspuldzes darbībai, kur daudz enerģijas aiziet siltumā.	Termiskā starojuma izmantošana, lai iegūtu gaismu salūtam, nav enerģētiski izdevīga metode. Siltumstarojuma spektrā var redzēt, ka pie temperatūrām, kurās daļa spektra ir redzamajā diapazonā, lielākā daļa spektra ir ārpus redzamās spektra daļas. Tātad liela daļa starojuma tiek izmantota nelietderīgi.

4.5. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts			
0	1	2	3
Nav atbildes vai arī atbild, ka redzamā gaisma Doplera efekta dēļ būtiski mainās.	Atbild, ka gaisma būtiski nemainās, bet nesniedz pamatojumu vai pamato, izmantojot pieredzi.	Atbild, ka gaisma būtiski nemainās, kā pamatojumu sniedzot kvalitatīvus argumentus.	Atbild, ka gaisma būtiski nemainās, kā pamatojumu sniedzot kvantitatīvu argumentu. Atbildi ieskaita arī tad, ja skolēns darbojas tikai ar lieluma kārtām.
Tā kā atlūzas lido dažādos virzienos, uz atlūzu izstaroto gaismu darbosies Doplera efekts, kas ietekmēs redzamās gaismas viļņa garumu.	Nē, jo neesmu ievērojis, ka salūtā dažādu atlūzu krāsas atšķirtos.	Nē, jo raķešu atlūzu ātrums ir daudzkārt mazāks par gaismas ātrumu, tāpēc nebūs novērojama nekāda Doplera nobīde.	Nē, jo viļņa garuma nobīde ir pārāk maza, lai cilvēks to varētu uztvert. Raķešu atlūzas varētu lidot ar aptuvenu ātrumu 10 m/s, kas, piemēram, zaļajai gaismai $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ radītu nobīdi $\Delta\lambda = 0,00002 \text{ nm}$. Tā kā cilvēka redzes intervāls kopumā ir aptuveni 300 nm, tad šādu niecīgu izmaiņu cilvēka acs nevarētu konstatēt.

Strukturēto uzdevumu raksturojums

Nr.	Sasniedzamais rezultāts	Standarta SR kods	Indikatora kods	SR grupa	Satura modulis	Izziņas darbības līmenis (SOLO)
1.1.	Nosaka, vai daļina ir lādēta; prognozē daļiņas kustību.	D.A.1.2.1.	3.1.1. 6.1.1.	Zināšanas un izpratne	Elektromagnētisms, modernā fizika	I
1.2.	Saprot, ka Lorenca spēks darbojas kā centrālās spēks. Prot izteikt taisnes virziena koeficientu, ja doti fizikālie lielumi uz asīm.	D.O.3.1.1. D.O.3.2.1.	1.2.11. 3.5.5.	Analītiskā spriešana Reprezentēšana	Elektromagnētisms, mehānika	IV
1.3.	Aprēķina daļiņas masu, izmantojot informāciju no grafika.	D.O.3.1.1. D.O.3.2.1.	1.2.11. 3.5.5.	Reprezentēšana	Elektromagnētisms, mehānika	II
1.4.	Aprēķina sprieguma efektīvo vērtību.	D.O.4.3.4.	3.3.3. 3.3.4.	Analītiskā spriešana	Elektromagnētisms	II
1.5.	Nosauc elektromagnēta priekšrocību un trūkumu.	D.A.2.2.1.	3.5.3.	Zināšanas un izpratne	Elektromagnētisms	II
2.1.	Skaidro siltumsūkņa priekšrocības.	D.P.4.4.1	2.3.8.	Analītiskā spriešana	Siltumfizika	II
2.2.	Nosaka siltumsūkņa darbības režīmu.	D.O.4.3.2.	2.5.11.	Informācijpratība	Siltumfizika	II
2.3.	Nosaka nepieciešamo jaudu.	D.P.4.3.2.	2.5.11.	Informācijpratība	Siltumfizika	II
2.4.	Uzraksta pirmo termodinamikas likumu adiabatiskam procesam.	D.A.4.4.1.	2.3.6.	Analītiskā spriešana	Siltumfizika	II
2.5.	Aprēķina temperatūru attiecību.	D.O.1.4.1.	2.2.5.	Analītiskā spriešana	Siltumfizika	III
2.6.	Aprēķina darbu izotermiskā procesā.	D.P.4.2.1.	2.3.7.	Analītiskā spriešana	Siltumfizika	III
3.1.	Pamato staru gaitu ūdenī, izmantojot aprēķinus.	DO 2.1.1.	4.1.3. 4.1.4.	Analītiskā spriešana	Optika	I + II
3.2.	Skaidro strāvas izmaiņu elektriskajā ķēdē, aprēķinot pretestību un lietojot Oma likumu.	DO 4.3.1.	3.4.2. 3.2.3.	Analītiskā spriešana	Elektromagnētisms	II

Nr.	Sasniedzamais rezultāts	Standarta SR kods	Indikatora kods	SR grupa	Satura modulis	Izziņas darbības līmenis (SOLO)
3.3.	Analizē horizontāli sviesta ķermeņa kustību.	DO 3.1.1.	1.2.10.	Informācijas reprezentēšana, zināšanas un lietošana, analītiskā spriešana	Mehānika	I + II + III
3.4.	Skaidro ķermeņa rotāciju.	DP 3.2.2.	1.3.9.	Zināšanas un izpratne, analītiskā spriešana	Mehānika	II + III
3.5.	Modelē ķermeņa kustību.	DP 3.2.1.	1.3.3. 1.3.4.	Modelēšana	Mehānika	II
4.1.	Aprēķina fotona enerģiju.	DP 1.2.1.	6.1.2.	Zināšanas un izpratne	Modernā fizika	II
4.2.	Analizē paātrinātu kustību vertikālā virzienā.	DO 3.1.1.	1.2.10.	Analītiskā spriešana	Mehānika	II + III
4.3.	Pamato apgalvojumu, izmantojot siltumstarojuma spektru.	DP 4.3.3.	6.3.5.	Analītiskā spriešana	Modernā fizika	III
4.4.	Argumentē spriedumu par starojuma iegūšanas enerģētisko efektivitāti.	DP 4.3.3.	6.3.5.	Argumentēšana + kompleksa problēma	Modernā fizika	IV
4.5.	Veic novērtējumus un aprēķina Doplera nobīdi, spriež par nobīdes lielumu.	DO 12.1.1. DP 12.1.1. DP 2.1.2.	1.2.13. 5.2.6. 5.2.7.	Analītiskā spriešana	Mehānika, optika	IV

2. daļa. Komplekss pētījums – plānošanas daļa

Skolēna darba lapa
Darba izpildes laiks: 40 minūtes

Matemātiskais svārsts

2.1. Plānošanas daļa (7 punkti)

Matemātiskais svārsts ir svārsta paveids, kur diegā tiek iekārts objekts – objekta izmēriem jābūt daudzkārt mazākiem par diega garumu, bet diega masai jābūt daudzkārt mazākai par objekta masu. Ja šādu svārstu atvirza nelielā leņķī, tas sāk svārstīties, veicot harmoniskas svārstības.

Izdomā eksperimentu, kas ļauj ar matemātiskā svārsta palīdzību eksperimentāli noteikt brīvās krišanas paātrinājumu!

1. Papildini nepieciešamo piederumu un mērinstrumentu sarakstu! Norādi mērinstrumentu mērapjomu un iedaļas vērtību!
(2 punkti)

Statīvs, diegs, objekts iekarināšanai diegā, ...

2. Plāno eksperimenta darba gaitu, iekļaujot izvēlētos piederumus un mērinstrumentus! (3 punkti)

3. Nosaki atkarīgo lielumu un divus fiksētos lielumus! (2 punkti)

Atkarīgais lielums: _____

Fiksētie lielumi: _____

2. daļa. Kompleksais pētījums – eksperimentālā daļa

Skolēna darba lapa
Darba izpildes laiks: 120 minūtes

Matemātiskais svārsts

2.2. Eksperimentālā daļa (18 punkti)

Realizē pētījumu, veicot darba uzdevumus! Izmanto doto darba gaitu un pieejamos darba piederumus (statīvu, auklu, auklā iekaramu objektu, lineālu/mērlentu, transportieri)!

Darba uzdevumi:

1. Nosaki matemātiskā svārsta svārstību perioda atkarību no svārsta garuma un attēlo to divos grafikos (svārsta perioda atkarība no svārsta garuma un svārsta perioda kvadrāta atkarība no svārsta garuma).
2. Eksperimentāli nosaki brīvās krišanas paātrinājumu.

Darba gaita datu iegūšanai:

- 1) Izvēlies objektu, ko iekarināt diegā. Izveido matemātisko svārstu.
- 2) Izvēlies svārsta garumu. Svārstu piestiprini pie statīva, nomēri attālumu no piestiprināšanas punkta līdz objekta masas centram.
- 3) Atvirzi svārstu leņķī, kas nav lielāks par 5° . Izmēri laiku, kurā svārsts veic desmit pilnas svārstības. Fiksē to tabulā kopā ar mērījuma kļūdu.
- 4) Izvēlies citu svārsta garumu, atkārtojot 2. un 3. punktu vairākas (6–10) reizes.
- 5) Veic aprēķinus un analizē iegūtos mērījumus.

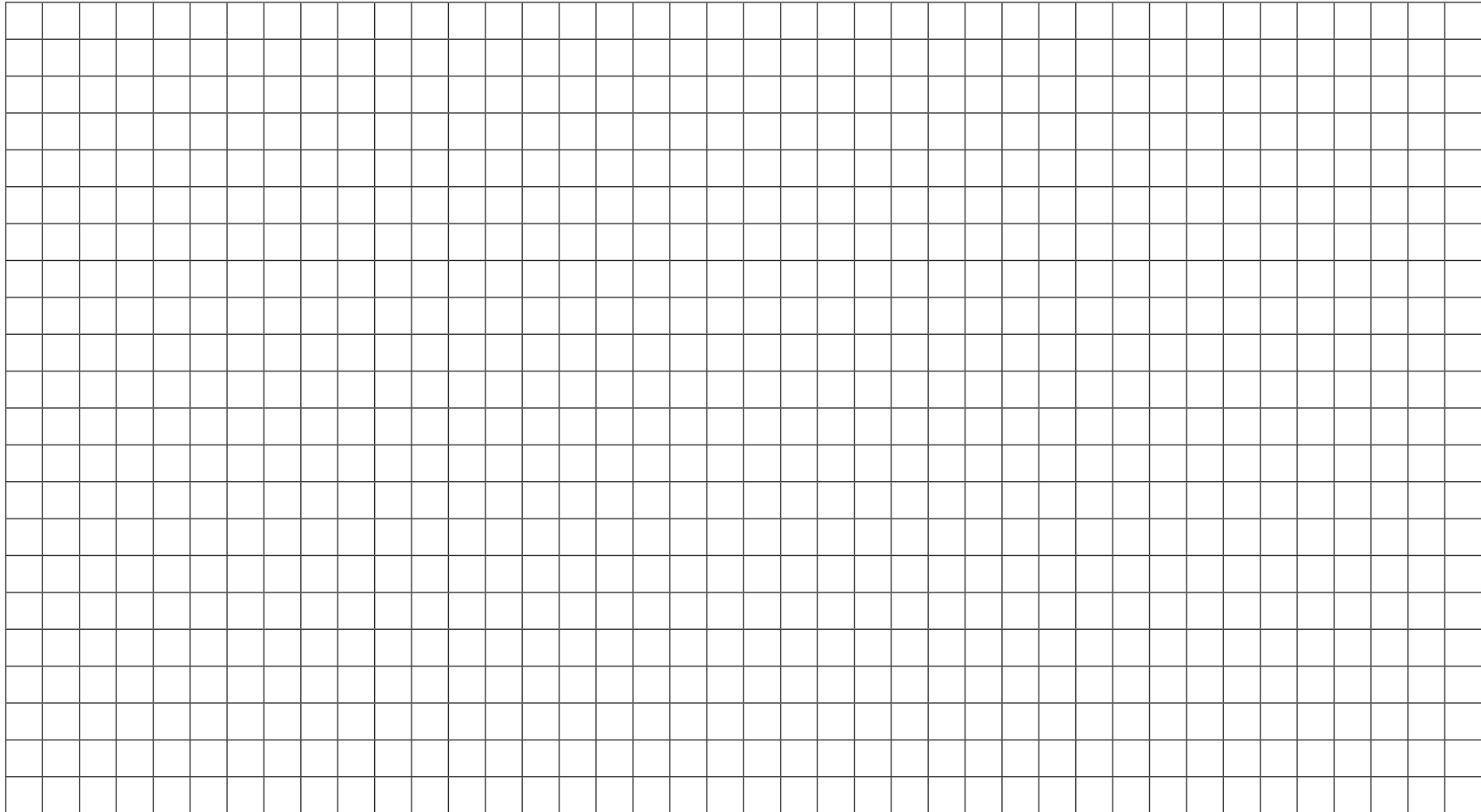
4. Izsaki pamatotu hipotēzi par matemātiskā svārsta svārstību perioda atkarību no svārsta garuma! (2 punkti)

5. Izveido datu reģistrēšanas tabulu un reģistrē eksperimenta mērījumus! (2 punkti)

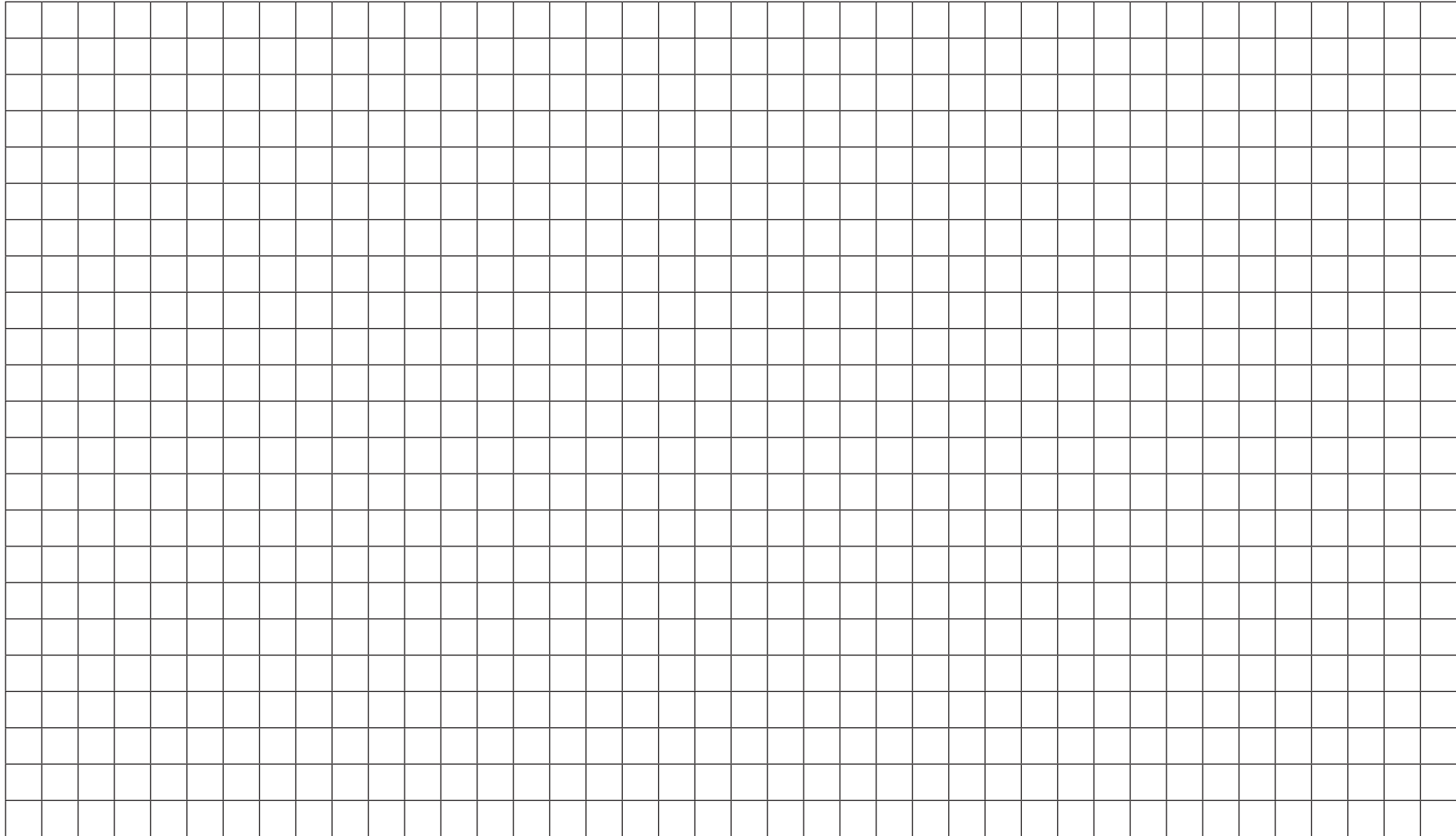
--

6. Veic iegūto datu apstrādi un zīmē grafikus, iezīmējot kļūdu nogriežņus! (3 punkti)

a) Attēlo svārsta svārstību periodu atkarībā no svārsta garuma!



b) Attēlo svārsta svārstību perioda kvadrātu atkarībā no svārsta garuma! Novelc tendences līkni! Šim grafikam kļūdu nogriežņus var nenorādīt.



7. Aprēķini brīvās krišanas paātrinājumu, izmantojot eksperimenta datus un nosakot arī kļūdu! Parādi aprēķinu gaitu!

Pieraksti rezultātu! (2 punkti)

Vieta aprēķiniem

Rezultāts: _____

8. Eksperimenta izvērtēšana, analīze un secinājumi

8.1. Skaidro, kā iegūtās grafiskās sakarības sakrīt ar teorētiski paredzamajām! Skaidrojumā izmanto formulu lapu!
(3 punkti)

8.2. Salīdzini iegūto brīvās krišanas paātrinājuma vērtību ar prognozēto! (2 punkti)

8.3. Izvērtē eksperimentu un iesaki tam iespējamu uzlabojumu! (2 punkti)

8.4. Izdari secinājumus saskaņā ar izvirzīto hipotēzi! (2 punkti)

Kompleksa pētījuma vērtēšanas kritēriji

Skolēna sniegumu vērtē, izmantojot vērtēšanas shēmu (katram punktam aprakstot konkrētu darbību un rezultātu) un snieguma līmeņu aprakstus (skolēna sniegumu aprakstot dažādās kvalitātes gradācijās). Tabulā ir apkopotas uzdevumu vērtēšanas shēmas un snieguma līmeņu apraksti.

Kompleksa pētījuma vērtēšanas kritēriji

1. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punktu	1 punkts	2 punkti	
Vielu, laboratorijas trauku un piederumu izvēle	Nav papildināts piederumu un mērinstrumentu saraksts. Nepilnīgi izvēlas un papildina eksperimentam nepieciešamo vielu, laboratorijas trauku, piederumu, ierīču sarakstu (trūkst kāds nozīmīgs piederums eksperimenta veikšanai , piemēram, hronometrs).	Izvēlas un papildina eksperimentam nepieciešamo piederumu un mērinstrumentu sarakstu, bet izlaiž kādu maznozīmīgu piederumu un/ vai nenorāda vai nepilnīgi norāda mērtrauku mērapjomu, iedaļas vērtību un mērierīču iedaļas vērtību.	Izvēlas un papildina eksperimentam nepieciešamo piederumu un mērinstrumentu sarakstu, norāda mērtrauku mērapjomu, iedaļas vērtību un mērierīču iedaļas vērtību.	
2. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punktu	1 punkts	2 punkti	3 punkti
Darba gaitas plānošana	Darba gaita nav plānota, vai aprakstīti daži darba gaitas soļi, kas neļauj iegūt drošus un ticamus datus. Pēc darba gaitas apraksta nav iespējams veikt atkārtotu eksperimentu.	Darba gaita saplānota haotiski, bet ir aprakstīti galvenie darba gaitas soļi.	Plāno loģisku, atkārtojamu pētījuma darba gaitu pa soļiem, iekļaujot piederumus un mērinstrumentus, bet darba gaitas apraksts ir nepilnīgs (piemēram, aprakstā nav iekļauti kādi izvēlētie mērinstrumenti, nav uzrakstīts, kā tiks mērīts neatkarīgais un atkarīgais lielums, kā fiksēti nemainīgie lielumi). Darba gaita uzrakstīta, izmantojot zinātnisku valodu.	Plāno loģisku atkārtojamu pētījuma darba gaitu pa soļiem, iekļaujot izvēlētos piederumus un mērinstrumentus un nepieciešamo mērījumu/ paraugu skaitu, lai iegūtu drošus un ticamus datus. Darba gaitā iekļauti nepieciešamie mērījumi neatkarīgajam un atkarīgajam lielumam, kā arī uzrakstīts, kā tiks fiksēti nemainīgie lielumi. Darba gaita uzrakstīta, izmantojot zinātnisku valodu.
3. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Lielumi	Pētījumā saskata un nosauc atkarīgo lielumu – <i>1 punkts</i> . Pētījumā saskata un nosauc divus fiksētos lielumus – <i>1 punkts</i> . Kopā 2 punkti			

4. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punkti Hipotēze nav formulēta.	1 punkts Atbilstoši pētāmajai problēmai formulē hipotēzi. A. Hipotēze ir formulēta, taču tai nav pamatojuma. vai B. Hipotēzes formulējums un pamatojums ir nepilnīgi.	2 punkti Atbilstoši pētāmajai problēmai formulē hipotēzi par kvalitatīvu vai kvantitatīvu sakarību starp lielumiem ar pamatojumu.	
Hipotēze				
5. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punkti A. Neregistrē eksperimenta datus. B. Izveidotā datu tabula neietver visus nepieciešamos lielumus. Pieļautas vairākas neprecizitātes, veidojot datu reģistrēšanas tabulu un reģistrējot datus.	1 punkts A. Nepilnīgi izveido tabulu datu reģistrēšanai, piemēram, nav norādītas mērlielumu mērvienības. B. Nepilnīgi reģistrē pētījumā iegūtos datus, piemēram, neievēro mērinstrumentu precizitāti vai viena un tā paša mērlieluma datus fiksē ar mainīgu precizitāti	2 punkti Izveido tabulu datu reģistrēšanai, uzraksta tabulas nosaukumu, norāda fizikālo lielumu nosaukumu vai apzīmējumu un mērvienības. Reģistrē pētījumā iegūtos datus, ievērojot mērierīces precizitāti.	
Datu reģistrēšana				
6. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punkti Neattēlo nevienu no nepieciešamajiem grafikiem. vai Zīmē grafiku(s), taču pieļauj būtisku kļūdu (piemēram, uz horizontālās ass attēlo atkarīgo lielumu vai rupji kļūdās ar mēroga izvēli) vai vairākas nebūtiskas kļūdas (skat. nākamo kolonnu).	1 punkts Attēlo vienu no abiem grafikiem, taču pieļauj tajā ne vairāk kā vienu nebūtisku kļūdu (piemēram, neattēlo kļūdu nogriežņus pirmajā grafikā, nenorāda fizikālo lielumu mērvienības uz asīm utt.).	2 punkti Attēlo abus nepieciešamos grafikus, taču pieļauj tajos ne vairāk kā vienu nebūtisku kļūdu (piemēram, neattēlo kļūdu nogriežņus pirmajā grafikā, nenorāda mērlielumu mērvienības uz asīm utt.). vai Attēlo vienu no abiem grafikiem, korekti izvēloties mērogu, norādot mērlielumus uz asīm ar mērvienībām, datu punktiem atliekot kļūdu nogriežņus un velkot tendences līkni.	3 punkti Abi nepieciešamie grafiki attēloti, korekti izvēloties mērogu, norādot uz asīm fizikālos lielumu ar mērvienībām, katram datu punktam atliekot kļūdu nogriezni pirmajā grafikā un velkot tendences līkni.
Datu apstrāde				

7. uzdevuma vērtēšanas shēma				
Kritērijs	0 punkti	1 punkts	2 punkti	
Datu apstrāde	<p>Neveic brīvās krišanas paātrinājuma aprēķinus, izmantojot savus iegūtos datus.</p> <p>vai</p> <p>Veic brīvās krišanas paātrinājuma aprēķinus, izmantojot savus iegūtos datus, taču pieļauj būtisku kļūdu aprēķinā (piemēram, izmanto nepareizu formulu, konsekventi iegūst nepareizas skaitliskas vērtības).</p>	<p>Veic brīvās krišanas paātrinājuma aprēķinus, nosakot gan vidējo vērtību, gan kļūdu, taču pieļauj nebūtiskas aprēķinu kļūdas (piemēram, dažviet pieļauj skaitlisku kļūdu aprēķinā) vai kļūdās rezultāta pierakstā (piemēram, rezultātā atstāts nesaskanīgs skaits zīmīgo ciparu rezultātam un kļūdai). Kļūdu var noteikt ar dažādām metodēm – novērtējot maksimālo novirzi, novērtējot absolūto kļūdu, izmantojot vidējās kvadrātiskās kļūdas aprēķināšanu vai novērtējot kļūdu no linearizētā grafika.</p>	<p>Veic brīvās krišanas paātrinājuma aprēķinus, nosakot gan vidējo vērtību, gan kļūdu. Pieraksta rezultātu korekti, norādot vidējo vērtību un kļūdu ar vienādu zīmīgo ciparu skaitu, kā arī norādot mērvienību. Kļūdu var noteikt ar dažādām metodēm – novērtējot maksimālo novirzi, novērtējot vidējo novirzi, novērtējot absolūto kļūdu, izmantojot vidējās kvadrātiskās kļūdas aprēķināšanu vai novērtējot kļūdu no linearizētā grafika.</p>	
8.1. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punkti	1 punkts	2 punkti	3 punkti
Datu analīze	<p>Grafiski attēlotos datus nesalīdzina ar teorētiski paredzamajām sakarībām.</p>	<p>Analizē pētījumā iegūtos datus un grafiku, pieļaujot būtisku kļūdu, rezultātus nesalīdzina ar teoriju, nepilnīgi lieto zinātnisku valodu.</p>	<p>Abu grafiku datus salīdzina ar teorētiskajiem datiem tikai kvalitatīvi – analizē, vai grafiskie dati un tiem piekārtotās tendences līknes kopumā atbilst tam, kā tas būtu sagaidāms, taču nav kvantitatīva, matemātiska salīdzinājuma.</p> <p>vai</p> <p>Tikai viena grafika datus salīdzina kvantitatīvi ar teorētiskajiem datiem – analizē grafiskos datus; tiem piekārtotās tendenču līknes atbilst matemātiski sagaidāmajam rezultātam. Otrs grafiks nav analizēts vai analizēts tikai kvalitatīvi bez norādes, kādēļ tikai viens grafiks aplūkots kvantitatīvi.</p>	<p>Abos grafikos attēlotos datus kvantitatīvi salīdzina ar teoriju – analizē, vai grafiskie dati un tiem piekārtotās tendences līknes atbilst matemātiski sagaidāmajam rezultātam. Pieļaujams, ka tikai viens no grafikiem tiek analizēts kvantitatīvi, ja ir atsauce uz to, ka abus analizēt vienlaicīgi nav nepieciešams (piemēram, skolēns norāda, ka aplūkos tikai linearizēto grafiku, jo tas vislabāk parāda saskanību ar teorētisko sakarību).</p>

8.2. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punkti	1 punkts	2 punkti	
Datu analīze	Nesalīdzina iegūto brīvās krišanas paātrinājumu ar sagaidāmo vērtību.	Salīdzina iegūto brīvās krišanas paātrinājumu ar sagaidāmo vērtību, taču salīdzinājumā neizmanto kļūdas intervālu.	Salīdzina iegūto brīvās krišanas paātrinājumu ar sagaidāmo vērtību, izmantojot aprēķināto kļūdas intervālu.	
8.3. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punkti	1 punkts	2 punkti	
Pētījuma vērtējums un uzlabojumi	Neveic eksperimenta izvērtēšanu, neiesaka nepieciešamos uzlabojumus vai arī to veic kļūdaini.	Nepilnīgi izvērtē eksperimentu, pieļaujot neprecizitātes, aprakstot eksperimenta trūkumus un ierobežojumus. Ierosina nebūtiskus eksperimenta uzlabojumus, kas neietekmē iegūto datu ticamību un precizitāti. Ierosina nerealizējamus eksperimenta uzlabojumus	Izvērtē eksperimentu (izvēlēto mērierīču un izvēlētos eksperimentālās metodes ierobežojumus), datu ticamību un precizitāti, iespējamus kļūdu avotus un piedāvā reālus, konkrētus eksperimenta uzlabojumus attiecībā uz identificētajiem trūkumiem un ierobežojumiem.	
8.4. uzdevuma snieguma līmeņu apraksts				
Kritērijs	0 punkti	1 punkts	2 punkti	
Secinājumi	Secinājumus neraksta vai raksta tos nesaistīti ar pētījumu, vai par kļūdainiem datiem.	Nepilnīgi saista hipotēzi ar iegūtajiem rezultātiem, formulējot secinājumus par saskatītajām likumsakarībām.	Formulē secinājumus atbilstoši pētāmajai problēmai un hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem. Norāda, kā pētījuma dati apstiprina vai noraida hipotēzi.	

Kompleksā pētījuma uzdevumu raksturojums

Lai nodrošinātu VPD atbilstību izvirzītajam mērķim – pārbaudīt standartā noteikto SR apguvi un iegūt iespējami reprezentatīvus datus par skolēnu sniegumu VPD, katrs kompleksā uzdevums tiek raksturots vairākās kategorijās (sk. tabulu).

Kompleksā pētījuma uzdevumu raksturojums

Uzd.	SR	Standarta SR kods	Indikatora kods	SR grupa	Satura modulis	Izziņas darbības līmenis (pēc SOLO)
Plānošanas daļa						
1.	Izvēlas un nosauc piederumus un mērīinstrumentus, kas nepieciešami pētījumam.	O. 11.2.3. A. 11.2.1.	7.1. 7.14. 7.16. 7.18.	Komplekss pētījums	Pētnieciskā un eksperimentālā darbība	II
2.	Plāno darba gaitu atbilstoši darba uzdevumam.	A. 11.2.1. O. 11.2.3.	7.1. 7.2.			IV
3.	Nosaka atkarīgo lielumu un divus fiksētos lielumus.	A. 11.2.2. A. 11.3.1.	7.4.	Komplekss pētījums		II
Eksperimentālā daļa						
4.	Izvirza zinātnisku hipotēzi saskaņā ar pētāmo problēmu.	O. 11.2.2. A. 11.2.2.	7.3.	Komplekss pētījums	Pētnieciskā un eksperimentālā darbība	III
5.	Reģistrē eksperimentā iegūtos kvantitatīvos datus.	A. 11.3.1. A. 11.3.2.	7.5. 7.6.	Informācijpratība, komplekss pētījums		II
6.	Apstrādā iegūtos datus, veicot aprēķinus un konstruējot grafiku.	A.12.3.1. A. 12.3.2.	7.7. 7.8. 7.9.	Analītiska spriešana, komplekss pētījums		III
7.	Apstrādā iegūtos datus, veicot aprēķinus, lai iegūtu netieša mērījuma rezultātu un tā kļūdu.	A.12.3.1. A. 12.3.2.	7.7. 7.8. 7.9.	Analītiska spriešana, komplekss pētījums		III
8.1.	Analizē iegūtos eksperimenta datus, salīdzinot grafiski iegūtos datus ar teorētiskajiem.	A. 11.4.1. A. 12.1.3.	7.10. 7.11.	Komplekss pētījums		III
8.2.	Analizē iegūtos eksperimenta datus, salīdzinot eksperimentāli iegūtu vērtību ar prognozēto.	A. 11.4.1. A. 12.1.3.	7.10. 7.11.			III
8.3.	Izvērtē eksperimentu un iesaka uzlabojumus.	A. 11.5.1. A. 11.5.2. A. 12.1.3.	7.10. 7.11. 7.12.			III
8.4.	Izdara secinājumus saskaņā ar pētījuma pētāmo problēmu un hipotēzi.	A. 11.5.1. A. 11.5.2. A. 12.1.3.	7.13.			III

1. pielikums

Kompleksā pētījuma uzdevumu atrisinājumi

Matemātiskais svārsts

2.1. Plānošanas daļa (9 punkti)

Matemātiskais svārsts ir svārsta paveids, kur diegā tiek iekārts objekts – objekta izmēriem jābūt daudzkārt mazākiem par diega garumu, bet diega masai jābūt daudzkārt mazākai par objekta masu. Ja šādu svārstu atvirza nelielā leņķī, tas sāk svārstīties, veicot harmoniskas svārstības. No teorijas zināms, ka matemātiskā svārsta periodu ar tā garumu saista formula:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

kur g ir brīvās krišanas paātrinājums.

Izdomā eksperimentu, kas ļauj ar matemātiskā svārsta palīdzību eksperimentāli noteikt brīvās krišanas paātrinājumu!

1. Papildini nepieciešamo piederumu un mērinstrumentu sarakstu! Norādi mērinstrumentu mērapjomu un iedaļas vērtību! (2 punkti)

Statīvs, diegs, objekts iekarināšanai diegā, ... hronometrs (precizitāte $\pm 0,03$ s, ņemot vērā cilvēka reakcijas laiku), mērlenta (mērapjoms 1 m, precizitāte $\pm 0,0001$ m), transportieris (mērapjoms 180° , precizitāte $\pm 1^\circ$).

2. Plāno eksperimenta darba gaitu, iekļaujot izvēlētos piederumus un mērinstrumentus! (3 punkti)

- 1) Izvēlas objektu, ko karināt diegā, un iekar to tajā. Objektu eksperimenta laikā nemaina.
- 2) Diegu ar iekārto objektu izvēlētā garuma diegā piestiprina pie statīva, nomēra attālumu no piestiprināšanas punktam līdz objekta masas centram.
- 3) Atvirza svārstu par 3° no līdzsvara stāvokļa, nomēra laiku, kurā svārsts veic desmit pilnas svārstības, un fiksē to tabulā kopā ar mērījuma kļūdu.
- 4) Izvēlas citu svārsta garumu, atkārti 2. un 3. punktu vairākas (6 – 10) reizes.
- 5) Katrā mērījumu sērijā aprēķina g vērtību, izmantojot izteiksmi $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$.
- 6) Aprēķina vidējo g vērtību un aprēķina tā kļūdu.

3. Nosaki atkarīgo lielumu un divus fiksētos lielumus! (2 punkti)

Atkarīgais lielums: Svārsta periods

Fiksētie lielumi: Iekārtā objekta masa un svārsta sākotnējās atvirzes leņķis.

2. daļa. Kompleksais pētījums – eksperimentālā daļa

Skolēna darba lapa
Darba izpildes laiks: 120 minūtes

Matemātiskais svārsts

2.2. Eksperimentālā daļa (16 punkti)

Realizē pētījumu, kas atbild uz pētāmo problēmu! Izmanto doto darba gaitu un pieejamos darba piederumus!

Pētāmā problēma: kā matemātiskā svārsta svārstību periodu ietekmē svārsta garums?

Darba uzdevumi:

1. Noteikt svārsta svārstību periodu atkarībā no garuma.
2. Iegūto sakarību attēlot grafiski.

Darba gaita datu iegūšanai:

- 1) Izvēlies objektu, ko iekarināt diegā. Izveido matemātisko svārstu.
- 2) Izvēlies svārsta garumu. Svārstu piestiprini pie statīva, nomēri attālumu no piestiprināšanas punkta līdz objekta masas centram.
- 3) Atvirzi svārstu leņķī, kas nav lielāks par 5° . Izmēri laiku, kurā svārsts veic desmit pilnas svārstības. Fiksē to tabulā kopā ar mērījuma kļūdu.
- 4) Izvēlies citu svārsta garumu, atkārtotot 2. un 3. punktu vairākas (6–10) reizes.
- 5) Veic aprēķinus un analizē iegūtos mērījumus.

4. Izsaki pamatotu hipotēzi par pētāmo problēmu! (2 punkti)

Matemātiskā svārsta svārstību periods T pieaug proporcionāli svārsta garuma kvadrātsaknei \sqrt{L} , to iespējams noteikt no teorētiskās formulas

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

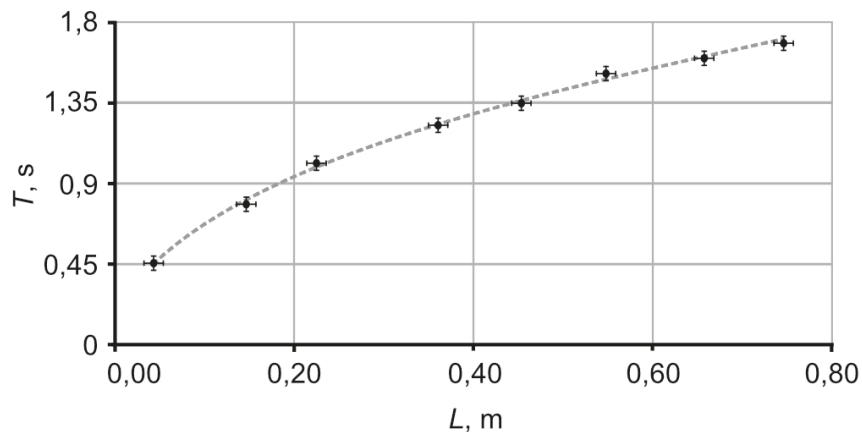
5. Izveido datu reģistrēšanas tabulu un reģistrē eksperimenta mērījumus! (2 punkti)

N.p.k.	L, m	t_{kop}, s	N	T, s	T^2, s^2	$g, m/s^2$	$ g_i - g_{vid} , m/s^2$
1.	0,05 +/- 0,01	4,5 +/- 0,3	10	0,45 +/- 0,03	0,21	9,75	0,11
2.	0,15	7,9		0,79	0,62	9,49	0,15
...
10.	0,75	17,3		1,73	0,03	9,89	0,25

6. Veic iegūto datu apstrādi un zīmē grafikus! (3 punkti)

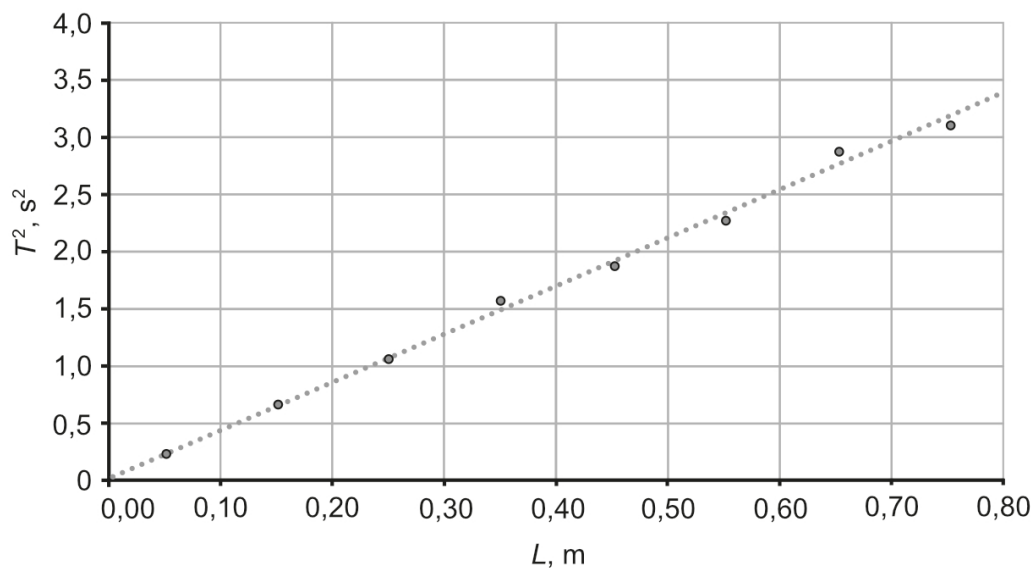
a) Attēlo svārsta svārstību periodu atkarībā no svārsta garuma, norādot kļūdu nogriežņus!

Svārsta periods atkarībā no svārsta garuma



b) Attēlo svārsta svārstību perioda kvadrātu atkarībā no svārsta garuma! Novelc tendences līkni! Šim grafikam kļūdu nogriežņus var nenorādīt.

Svārsta periods atkarībā no svārsta garuma



7. Aprēķini brīvās krišanas paātrinājumu, izmantojot eksperimenta datus, nosakot arī kļūdu! Parādi aprēķinu gaitu!

Pieraksti rezultātu! (2 punkti)

Vieta aprēķiniem

$$g_1 = \frac{4\pi^2 L_1}{T_1^2} = 9,75 \text{ m/s}^2$$
$$g_{\text{vid}} = \frac{g_1 + g_2 + \dots + g_{10}}{10} = 9,64 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Kļūdu novērtē kā lielāko absolūto novirzi no vidējā. Novirzi aprēķina katrai mērījumu sērijai, izmantojot izteiksmi $|g_i - g_{\text{vid}}|$, m/s^2 .

Lielākā kļūda bija $\Delta g = 0,25 \text{ m/s}^2$.

Rezultāts: $g \pm \Delta g = (9,64 \pm 0,25) \text{ m/s}^2$

8. Eksperimenta izvērtēšana, analīze un secinājumi

8.1. Skaidro, kā iegūtās grafiskās sakarības sakrīt ar teorētiski paredzamajām! Skaidrojumā izmanto formulu lapu! (3 punkti)

Iegūtie grafiki labi sakrīt ar teorētisko formulu. Abos grafikos vērojams, ka gan periods, gan perioda kvadrāts pieaug, palielinoties svārsta garumam. Pirmajā grafikā būtu jāierauga kvadrātsaknes tendences līkne, taču tas ar aci nav skaidri pasakāms. Tādēļ svarīgi ievērot, ka otrajā grafikā punkti izkārtojas ap taisnes tendences līkni, kas sakrīt ar paredzamo no formulas $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$. Tas liek secināt, ka eksperimentālie dati labi sakrīt ar teorētisko paredzējumu.

8.2. Salīdzini iegūto brīvās krišanas paātrinājumu ar sagaidāmo! (2 punkti)

Eksperimentāli ieguva vērtību $g \pm \Delta g = (9,64 \pm 0,25) \text{ m/s}^2$, kas kļūdas robežās sakrīt ar teorētiski zināmo $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Jāatzīmē, ka konkrētā vietā g vērtība var atšķirties no pieņemtās.

8.3. Izvērtē eksperimentu un iesaki tam iespējamu uzlabojumu! (2 punkti)

Šajā eksperimentā izmantotie instrumenti ir piemēroti eksperimenta veikšanai – to var redzēt no salīdzinoši mazajiem kļūdu nogriežņiem grafikā. Arī eksperimentāli iegūtā vērtība ļauj uzticēties datiem. Tomēr eksperimentu varētu uzlabot, veicot mērījumus plašākā diega garumu diapazonā. Pašreizējā diapazonā sakarība starp periodu un garumu vizuāli izskatās gandrīz lineāra (piemēram, ja atmet pirmo punktu) – kvadrātsaknes sakarības pārbaudei būtu vajadzīgs iegūt vairāk datu.

8.4. Izdari secinājumus saskaņā ar izvirzīto hipotēzi! (2 punkti)

Apskatot iegūto grafiku, var droši secināt, ka matemātiskā svārsta svārstību periods pieaug, palielinoties svārsta garumam, turklāt otrais grafiks parāda, ka izpildās tieši prognozētā sakarība, ka svārsta periods ir proporcionāls kvadrātsaknei no svārsta garuma (jeb svārsta perioda kvadrāts proporcionāls svārsta garumam). Tātad hipotēze izpildās.

**DOMĀT.
DARĪT.
ZINĀT.**

Valsts izglītības satura centra īstenotā projekta "Kompetenču pieeja mācību saturā" mērķis ir izstrādāt, aprobēt un pēctecīgi ieviest Latvijā tādu vispārējās izglītības saturu un pieeju mācīšanai, lai skolēni gūtu dzīvei 21. gadsimtā nepieciešamās zināšanas, prasmes un attieksmes.

Projekts Nr. 8.3.1.1/16/I/002 Kompetenču pieeja mācību saturā



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ