



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

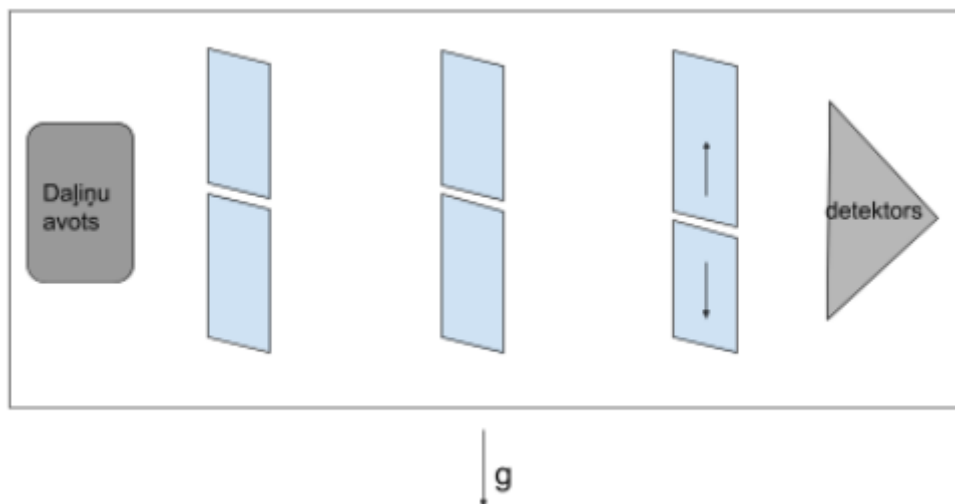
Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 72. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 10. klasei

10 – 1 Daļiņu detektēšana

Moiré deflektometrs ir ierīce, kas tiek izmantota ļoti precīzai daļiņu paātrinājumu noteikšanai. Tā sastāv no 3 režģiem, kam cauri iet daļiņu kūlis.

Uzdevumā aplūkosim vienkāršotu modeli ar 3 spraugām, kas ļauj saprast ierīces darbības principus, bet ir vieglāk aprakstāma nekā reāla ierīce ar režģiem, kas satur daudz spraugu.



Pirmās divas spraugas ir vienā augstumā, bet trešo spraugu var pārbīdīt. Horizontālais attālums gan starp pirmo un otro, gan otro un trešo spraugu ir $l = 0,1$ m. Pirms pirmās spraugas atrodas daļiņu avots, kuru varam uzskatīt par punktveida. Pieņemsim, ka visām daļiņām ir vienāda sākuma ātruma vērtība, bet nejaus kustības virziens. Daļiņas var tikt uzskatītas par punktveida un spraugas var uzskatīt par bezgalīgi šaurām. Aiz trešās spraugas novietots detektors, kas uztver daļiņas, kas izgājušas caur visām spraugām.

Ierīce tiek izmantota pārbīdot trešo spraugu, līdz detektors uztver daļiņu plūsmu, un no šīs nobīdes aprēķina, cik liels ir daļiņu paātrinājums.

1. Kur jāatrodas trešajai spraugai, lai novērotu daļiņas detektorā, ja detektors ir bezsvara stāvoklī? (1 p)

- Uz vienas taisnes ar pārējām spraugām
- Nobīdītai uz leju
- Nobīdītai uz augšu
- Nevienā no minētajiem gadījumiem netiktu novērotas daļiņas

2. Pieņemsim, ka visu daļiņu kustības sākuma ātrums $v = 10 \text{ m/s}$ un uz daļiņām darbojas smaguma spēks (leļup vērstais paātrinājums $g = 10 \text{ m/s}^2$). Daļiņām iznākot no otrās spraugas, ātrums ir vērstš horizontāli. Par cik lielu attāļumu ir jānobīda trešā sprauga, lai caur to izietu daļiņas, ja sākumā visas spraugas atradās uz vienas taisnes? (1 p) $y = \dots \text{ m}$

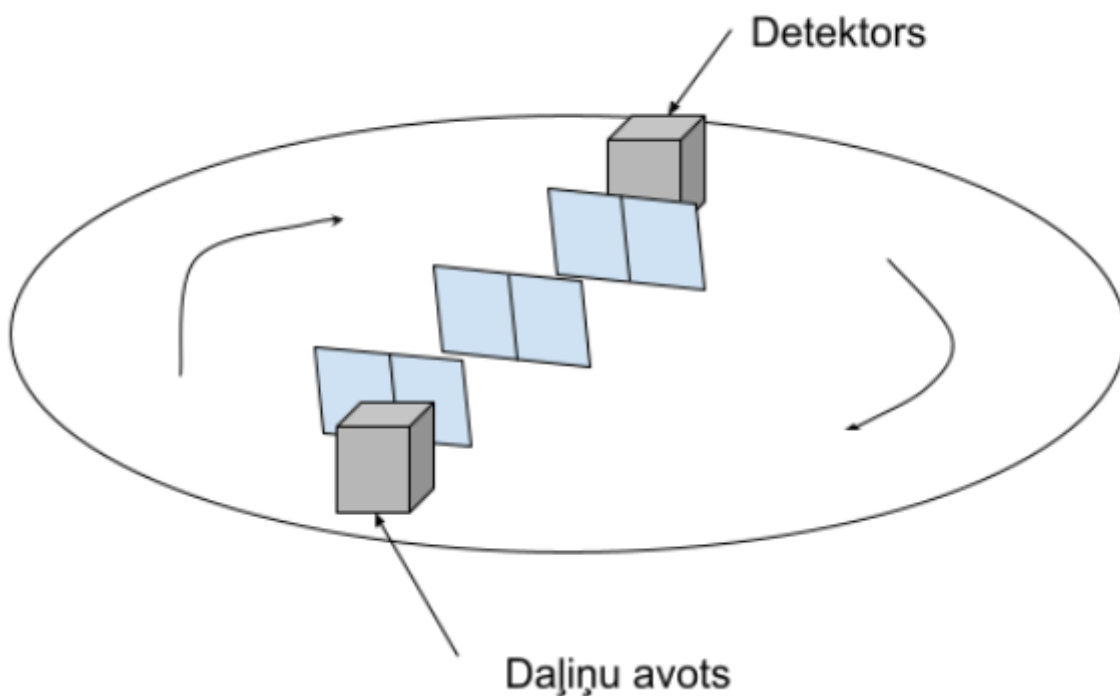
3. Kas mainītos, ja daļiņu avots, izsviestu daļiņas ar dažādiem sākuma ātrumiem – gan lielākiem, gan mazākiem par 10 m/s ? (1 p)

- Nebūtu novērojama nekāda atšķirība
- Bīdot trešo spraugu, daļiņas tiktu detektētas plašākā intervālā
- Bīdot trešo spraugu, daļiņas tiktu detektētas šaurākā intervālā
- Detektors nenovērotu daļiņas

4. Kas mainītos, ja spraugas būtu platākas? (1 p)

- Nebūtu novērojama nekāda atšķirība
- Detektors nenovērotu daļiņas
- Bīdot trešo spraugu, daļiņas tiktu detektētas šaurākā intervālā
- Bīdot trešo spraugu, daļiņas tiktu detektētas plašākā intervālā

Moiré deflektometru izmanto arī rotācijas mērījumiem. Tālāk aplūkosim situāciju, kur visa sistēma rotē, ieskaitot arī daļiņu avotu. Daļiņu sākuma ātrums ir 10 m/s . Turpmākajā uzdevumā pieņemsim, ka uz daļiņām nedarbojas nekādi spēki.



5. Sistēmas rotācijas ass sakrīt ar centrālo spraugu. Sistēmas rotācijas ātrums $\omega = 1 \text{ rad/s}$. Par cik lielu attāļumu jānobīda trešā sprauga, lai detektorā novērotu daļiņas? (1 p) $x = \dots \text{ m}$

6. Sistēmas rotācijas ass sakrīt ar centrālo spraugu. Kurā virzienā jānobīda trešā sprauga, lai detektorā novērotu daļiņu? (1 p)

- Rotācijas virzienā
- Pretēji rotācijas virzienam
- Virzienam nav nozīmes
- Atkarīgs no rotācijas ātruma

7. Sistēmas rotācijas ass sakrīt ar pirmo spraugu. Kurā virzienā jānobīda trešā sprauga, lai detektorā novērotu daļiņu? (1 p)

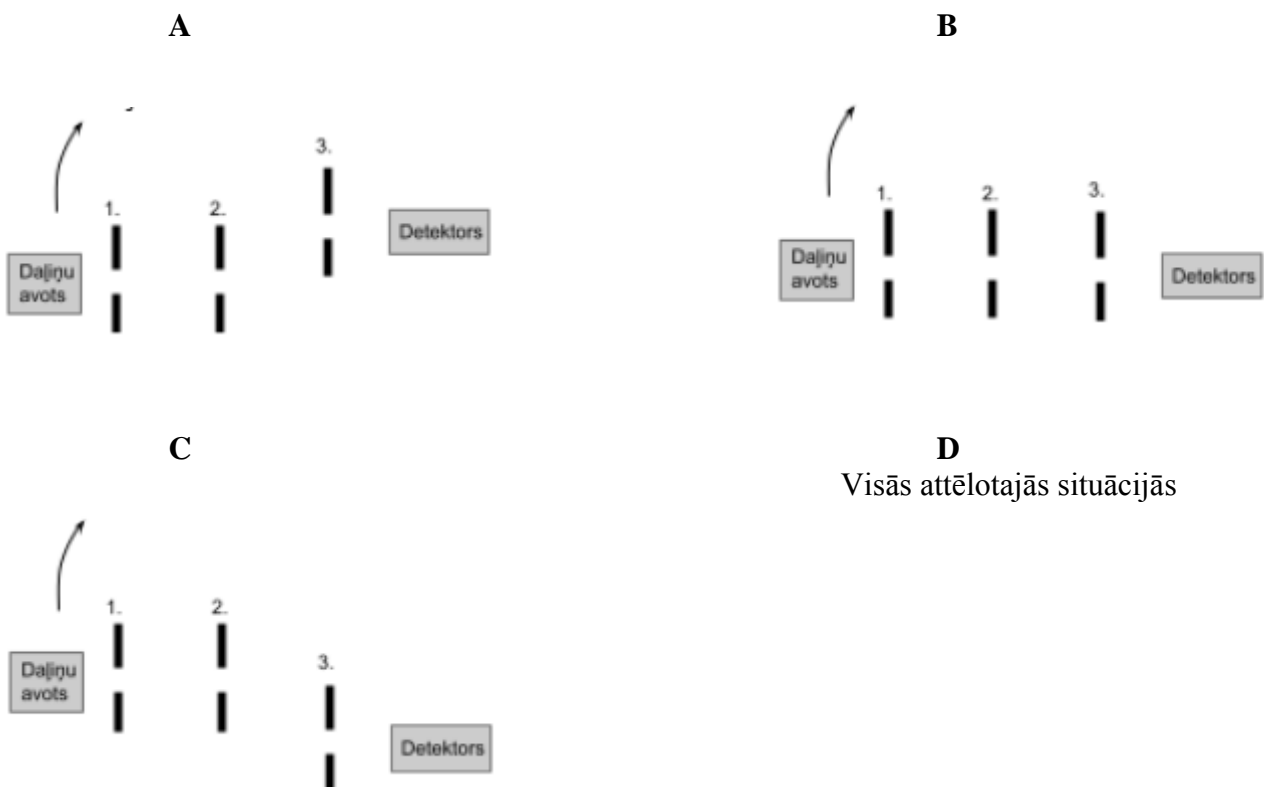
- Rotācijas virzienā
- Pretēji rotācijas virzienam
- Virzienam nav nozīmes
- Atkarīgs no rotācijas ātruma

8. Sistēmas rotācijas ass sakrīt ar pirmo spraugu. Signāls detektorā tiek novērots, kad trešā sprauga tiek pārbīdīta par $\Delta x = 2$ mm. Cik liels ir sistēmas rotācijas leņķiskais ātrums (absolūtā vērtība)? Pieņemsim, ka visas rotācijas izraisītās nobīdes notiek pa taisnu līniju nevis līklīniju. (1 p) $|\omega| = \dots$ rad/s

9. Kādas būtu atšķirības salīdzinājumā ar iepriekšējā jautājumā apskatīto situāciju, ja daļiņas būtu 10x smagākas, pieņemot, ka cits nekas nemainās? (1 p)

- Nebūtu novērojama nekāda atšķirība
- Detektors nenovērotu daļiņas
- Bīdot trešo spraugu, daļiņas tiktu detektētas šaurākā intervālā
- Bīdot trešo spraugu, daļiņas tiktu detektētas plašākā intervālā

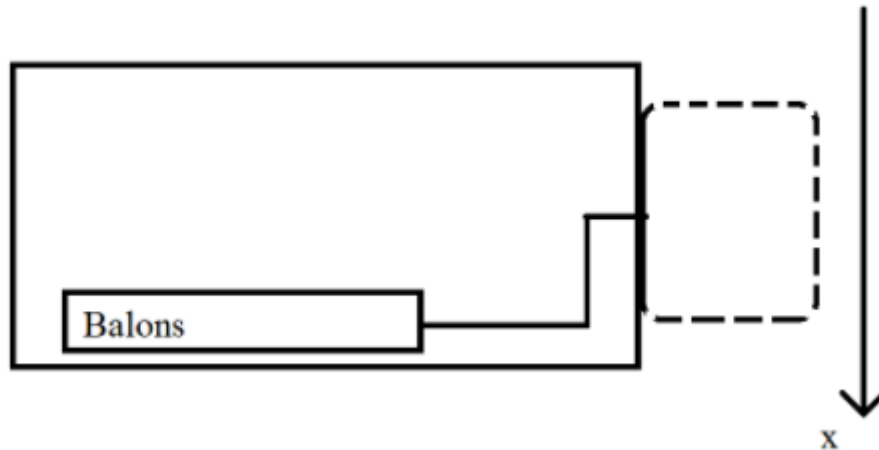
10. Sistēmas rotācijas ass sakrīt ar trešo spraugu. Sistēmas rotācijas virziens ir norādīts zīmējumā ar bultiņu. Kurā no attēlotajām situācijām detektors uztvers daļiņas? (1 p)



D
Visās attēlotajās situācijās

10 –2 Zemūdenes modelis

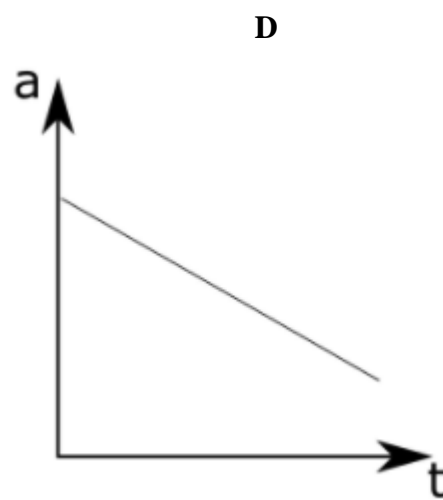
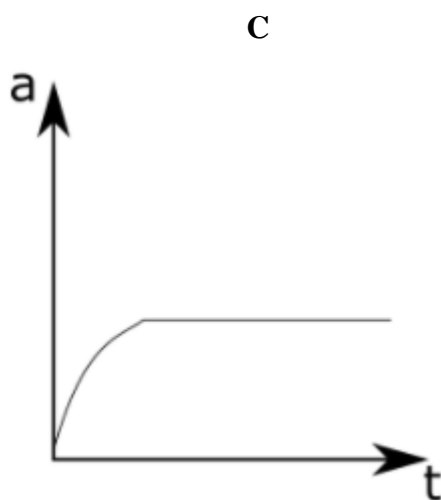
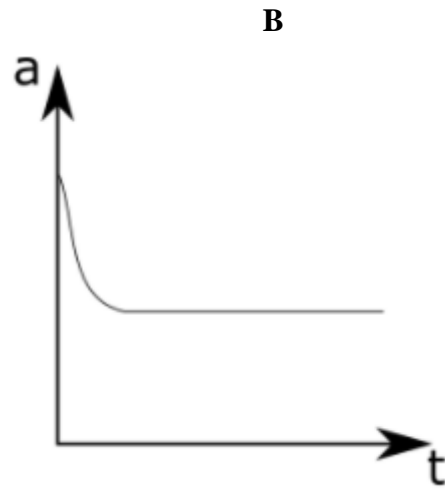
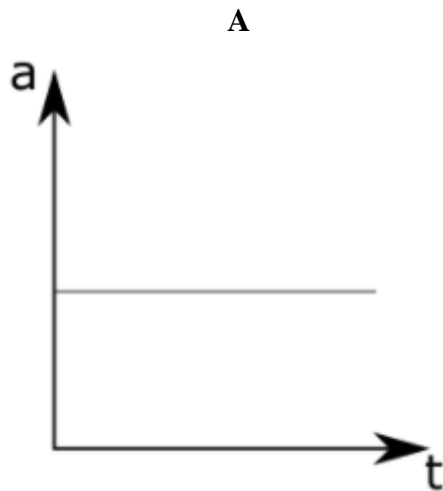
Zemūdenes modelis sastāv no hermētiska korpusa (tas nēlaiž cauri ūdeni). Lai kontrolētu zemūdenes iegremdēšanos, tajā ir ievietots balons ar saspīestu gaisu un pie zemūdenes ir pievienots maiss, kuru var uzpildīt ar gaisu no balona. Balona tilpums ir 5 l, gaisa spiediens tajā ir 600 kPa. Maisa maksimālais tilpums ir 2 l. Zemūdens kopējā masa ir 8 kg, un tās tilpums, kad maiss nav piepildīts, ir 7 l. Atmosfēras spiediens ir 101 kPa un brīvās krišanas paātrinājums ir 9.81 m/s^2 . Ūdens blīvums ir 10^3 kg/m^3 . Sākotnēji zemūdene atrodas pilnībā zem ūdens un maiss nav piepildīts ar gaisu.



1. Cik liela un kādā virzienā vērsta ir Arhimēda spēka, kas darbojas uz zemūdeni, komponente x ass virzienā, kad maiss nav piepildīts? (1 p) $F_A = \dots \text{ N}$
2. Cik liela ir kopējā rezultējošā spēka, kas darbojas uz zemūdeni, komponente x ass virzienā – sākumā, kad maiss vēl nav piepildīts ar gaisu? (1 p) $F_{\text{kop}} = \dots \text{ N}$
3. Kad maiss nav uzpildīts, kurā virzienā ir vērsti spēki, kas darbojas uz zemūdeni? (1 p)
 - Gravitācijas spēks - uz leju, Arhimēda spēks - uz leju, rezultējošais spēks - uz leju
 - Gravitācijas spēks - uz leju, Arhimēda spēks - uz augšu, rezultējošais spēks - uz augšu
 - Gravitācijas spēks - uz augšu, Arhimēda spēks - uz leju, rezultējošais spēks - uz leju
 - Gravitācijas spēks - uz augšu, Arhimēda spēks - uz leju, rezultējošais spēks - uz augšu
 - Gravitācijas spēks - uz leju, Arhimēda spēks - uz leju, rezultējošais spēks - uz augšu
 - Gravitācijas spēks - uz leju, Arhimēda spēks - uz augšu, rezultējošais spēks - uz leju
 - Gravitācijas spēks - uz augšu, Arhimēda spēks - uz augšu, rezultējošais spēks - uz leju
 - Gravitācijas spēks - uz augšu, Arhimēda spēks - uz augšu, rezultējošais spēks - uz augšu.
4. Cik liels kopējais spiediens darbojas uz zemūdeni 20 m zem ūdens virsmas? (1 p) $p = \dots \text{ Pa}$
5. Lai zemūdeni paceltu, tiek atvērts ventilis, kas savieno balonu un maisu, šādā veidā maiss tiek uzpildīts ar gaisu un izplešas. Cik liels būs spiediens maisā, kad spiediens starp balonu un maisu būs izlīdzinājies, ja zināms, ka maisa tilpums sasniedzis maksimālo vērtību (2 l). Pieņemt, ka procesa laikā gāzes temperatūra nemainās. (1 p) $p_{\text{kop}} = \dots \text{ Pa}$
6. Cik liels ir zemūdenes maksimālais dziļums, pie kura maiss tiks uzpildīts pilnībā? (1 p) $h = \dots \text{ m}$
7. Cik liela ir rezultējošā spēka, kas darbojas uz zemūdeni, komponente x ass virzienā, kad maiss ir pilnībā piepildīts (maisā tilpums ir sasniedzis 2 l) un zemūdene atrodas zem ūdens virsmas? (1 p) $F_{\text{kop}} = \dots \text{ N}$
8. Līdz kādam tilpumam ir jāizplešas maisam, lai kopējais spēks, kas darbojas uz zemūdeni būtu 0? (1 p) $V_{\text{maiss}} = \dots \text{ l}$

9. Ņemot vērā, ka maiss var tikt nepiepildīts līdz galam pārāk liela ārēja spiediena dēļ, cik liels ir maksimālais dziļums, no kura vēl ir iespējams pacelt zemūdeni, atverot ventili starp balonu un maisu? Pieņem, ka procesa laikā temperatūra nemainās. (1 p) $h = \dots$ m

10. Maiss tiek uzpildīts (ne līdz galam ārējā spiediena dēļ) nedaudz pirms zemūdenes iegrimšanas dziļums sasniedz maksimālo pieļaujamo vērtību un zemūdene sāk celties augšup. Kurš no dotajiem grafikiem vislabāk apraksta paātrinājuma absolūto vērtību, ar kuru zemūdene kustas? Berzes spēku neievērojam. (1 p)



10 – 3 Miniaturizēšana

Jāņa Larri grāmatā „Karika un Vaļas neparastie piedzīvojumi” (1937.) profesors izgudrojis eliksīru, kurš miniaturizē (samazina) jebkuru dzīvu būtni. Šo eliksīru iedzer pats profesors, puisis Kariks un viņa māsiņa Vaļa un viņu lineārie izmēri kļūst 200 reizes mazāki. Brīvās krišanas paātrinājums $g = 10 \text{ m/s}^2$. Pieņemsim, ka miniaturizēšanas procesā blīvums nemainās.

1. Profesora masa $M = 80 \text{ kg}$ un garums $H = 180 \text{ cm}$.

A Cik liels ir profesora garums pēc miniaturizēšanas? (0.5 p) $h = \dots$ cm

B Cik liela būs profesora masa pēc miniaturizēšanas? (1 p) $m = \dots$ mg

C Cik reizes profesoram samazinājās viņa potenciālā enerģija attiecībā pret zemes virsmu pēc eliksīra izdzeršanas? Pieņemsim, ka masas centrs atrodas augstumā $\frac{1}{2} H$. **(1 p)** $\frac{E_{sākumā}}{E_{beigās}} = \dots$

D Kāda ir attiecība spiedieniem, ko profesors rada uz virsmu, uz kuras viņš stāv, pirms un pēc miniaturizēšanās? **(1 p)**

$$\frac{p_{pēc}}{p_{pirms}} =$$

E Ar cik lielu spiedienu profesors spiež uz virsmu pēc miniaturizēšanās, ja viņa pēdas laukums pirms miniaturizēšanās bija 240 cm^2 ? **(1 p)** $p_{pēc} = \dots \text{ Pa}$

2. Pēc tam, kad profesors un Kariks palika ļoti mazi, viņiem lielas grūtības sagādāja pārvietošanās apkārtējā vidē. Lai pārvarētu šķērslī, profesors un Kariks izmantoja mazu atsperi no pildspalvas.

Lai pārvietotos uz augšu viņi izmantoja enerģiju, ko varēja iegūt, ja atbrīvoja saspiestu atsperi. Pieņemsim, ka profesora masa $m = 20 \text{ mg}$ (vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās). Karika masa bija divas reizes mazāka nekā profesora masa. Kustības sākumā katram lēcējam atsperē piešķir vienāda lieluma enerģiju. Gaisa pretestību nākamajos uzdevuma jautājumos neņemsim vērā!

A Cik liela būs profesora kinētiskā un potenciālā enerģija 1 sekundi pēc lidojuma sākuma, ja profesors, izmantojot atsperes piešķirto enerģiju, uzlidoja vertikāli uz augšu ar sākuma ātrumu 20 m/s ? Sākuma momentā potenciālā enerģija ir 0.

A1 Kinētiskā enerģija $E_{k1} = \dots \text{ mJ}$ **(0.5 p)**

A2 Potenciālā enerģija $E_{p1} = \dots \text{ mJ}$ **(0.5 p)**

B Ar cik lielu sākuma ātrumu atsperē izsvieda Kariku vertikāli augšup, ja atsperē kustības sākumā Karikam atdeva tikpat lielu enerģiju kā profesoram? **(1 p)** $v_{0k} = \dots \text{ m/s}$

C Cik lielā maksimālā augstumā uzlidos profesors? **(0.5 p)** $h_{maxp} = \dots \text{ m}$

D Cik lielā maksimālā augstumā uzlidos Kariks? **(0.5 p)** $h_{maxk} = \dots \text{ m}$

E Kariks, izmantojot atsperi, lēca uz augšu 2 sekundes vēlāk nekā profesors. Atsperē kustības sākumā Karikam atdeva tikpat lielu enerģiju kā profesoram.

E1 Pēc cik ilga laika no profesora lēciena sākuma viņš un Kariks satiksies gaisā? **(1 p)** $t = \dots \text{ s}$

E2 Cik lielā augstumā profesors un Kariks lidos viens otram garām? **(0.5 p)** $h = \dots \text{ m}$

E3 Kurā virzienā lidos profesors un Kariks satikšanās brīdī? **(1 p)**

- Abi lido uz augšu
- Profesors lido uz leju, Kariks lido uz augšu
- Profesors lido uz augšu, Kariks lido uz leju
- Abi lido uz leju