Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS ATTĪSTĪBAS PLĀNS 2020

EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais fonds

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

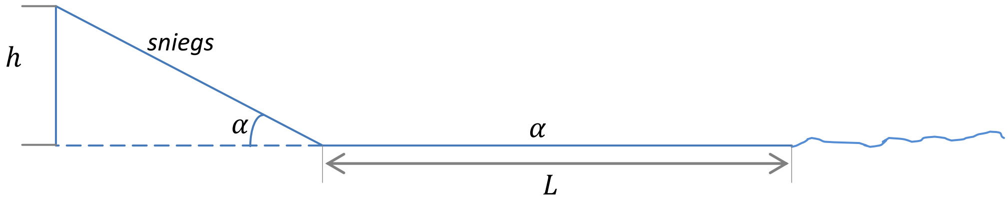
Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 72. olimpiāde
Otrā posma uzdevumi 12. klasei

12 – 1 Ziemas prieki

Brīvās krišanas paātrinājums g = 9.8 m/s^2. Gaisa pretestību neņemt vērā.

1. Ramona ar Viesturu ziemas brīvlaikā vizinājās ar ragaviņām pie aizsalušā pilsētas dīķa. Dīķim vienā pusē ir kalns, kura slīpuma leņķis $\alpha = 12^0$. Slīdes berzes koeficients starp sniegu un ragaviņām $\mu_S = 0{,}08$, bet starp ledu un ragaviņām $\mu_L = 0{,}02$.



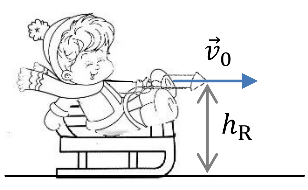
A Cik reizes slīdes berzes spēks, ragaviņām slīdot no kalna, ir lielāks, nekā ragaviņām, slīdot pa ledu? **(1 p)**
$\frac{F_{BS}}{F_{BL}} = \ldots$? *(atbilde ar 1% precizitāti)*

B Nobraucot no kalna, ragaviņu ātrums horizontālā posma sākumā bija 5 m/s. Cik lielu attālumu veiks ragaviņas, turpinot slīdēšanu pa dīķa ledus virsmu, līdz tās apstāsies? **(1 p)** $s = \ldots$ m

C Ragaviņas sāk slīdēt bez sākuma ātruma no kalna virsotnes, kuras augstums ir h = 5 m virs dīķa līmeņa. Cik liels būs ragaviņu ātrums horizontālā posma sākumā? **(1 p)** $v = \ldots$ m/s

D Dīķa platums L = 100 m. No cik liela minimālā augstuma būtu jāsāk slīdēt ragaviņām, lai tās, noslīdot no kalna, pārslīdētu pāri visam dīķim? **(1 p)** $h_{\min} = \ldots$ m

Bērni bija paņēmuši līdzi rotaļu pistoles, no kurām var šaut ar šautriņām. Turpmākajā uzdevumā, pieņemsim, ka piešķirot šautriņai sākuma ātrumu, šautriņas kustība notiek tikai Zemes gravitācijas lauka iedarbībā. Šautriņas izšaušanas reaktīvā spēka iedarbību uz ragaviņu kustību var neņemt vērā šautriņas niecīgās masas dēļ.

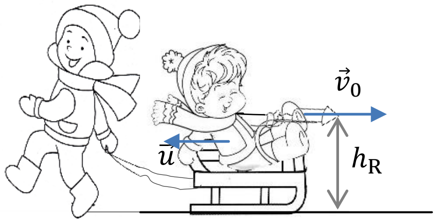


2. Sēžot uz nekustīgām ragaviņām dīķa vidū, Ramona no rotaļu pistoles izšauj šautriņu paralēli dīķa virsmai no augstuma h_R = 0,6 m. Šautriņas sākuma ātrums attiecībā pret ragaviņām v_0 = 10 m/s. Aprēķini šautriņas lidojuma tālumu. **(0.5 p)**
$l_R = \ldots$ m

3. Dīķa labajā krastā nav kalna, tāpēc nobraucot no kalna, ragaviņas pāri dīķim atpakaļ jāvelk pašiem bērniem. Pieņemsim, ka turpmāk apskatītajās situācijās Viesturs velk ragaviņas, kurās sēž Ramona, pāri dīķim vienmērīgi taisnā virzienā ar ātrumu u = 3 m/s.

A Ramona izšauj šautriņu vertikāli uz augšu attiecībā pret ragaviņām ar sākuma ātrumu v_0= 10 m/s. Cik lielā leņķī attiecībā pret dīķa ledus virsmu tiek izšauta šautriņa? Ievadi leņķa vērtību no 0^0 līdz 90^0. **(0.5 p)** α = .. ^{0}

B Ramona izšauj šautriņu pretēji ragaviņu kustības virzienam paralēli dīķa virsmai no augstuma h_R = 0,6 m. Šautriņas sākuma ātrums attiecībā pret ragaviņām v_0= 10 m/s.



B1 Cik liels būs šautriņas pārvietojums horizontālajā virzienā attiecībā pret ragaviņām šautriņas nokrišanas brīdī? **(0.5 p)**
l_{R1} = …. m

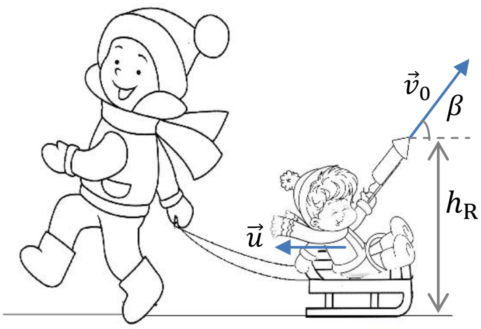
B2 Cik liels būs šautriņas pārvietojums horizontālajā virzienā attiecībā pret šautriņas izšaušanas vietu tās nokrišanas brīdī? **(0.5 p)** l_{R2} = …. m

C Ramona paņēma otrā rokā Viestura spēļu pistoli. Sēžot ragaviņās, kuras Viesturs velk pāri dīķim, Ramona no augstuma h_R = 0,6 m vienlaicīgi ar vienādu sākuma ātrumu izšāva vienu šautriņu vertikāli uz augšu attiecībā pret ragaviņām, bet otru šautriņu – horizontāli pretēji ragaviņu kustības virzienam.

C1 Cik lielam ir jābūt šautriņu sākuma ātrumam v_R, lai vertikāli uz augšu izšautā šautriņa nokristu atpakaļ izšaušanas vietā (Ramonai rokā) tajā pašā laika momentā, kad horizontāli izšautā šautriņa sasniegs dīķa ledus virsmu? **(1 p)** v_R= … m/s

C2 Cik liels būs attālums starp šautriņām laika momentā, kad vertikāli izšautā šautriņa nokritīs izšaušanas vietā (Ramonai rokā) un horizontāli izšautā šautriņa sasniegs dīķa ledus virsmu? **(1 p)** l = … m

D Lai palielinātu šautriņas lidojuma tālumu, Ramona izšauj šautriņu no augstuma h_R= 0,6 m ar sākuma ātrumu v_0 = 10 m/s attiecībā pret ragaviņām leņķī β = 40^0 attiecībā pret ragaviņu horizontālo virsmu.

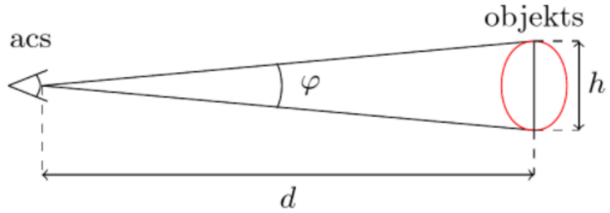


D1 Cik lielā maksimālā augstumā attiecībā pret dīķa ledus virsmu pacelsies šautriņa? **(1 p)** h_{max} = …. m

D2 Pēc cik ilga laika no izšaušanas brīža šautriņa nokritīs uz dīķa ledus virsmas? **(1 p)** t = .. s

12 – 2 Atspulgi un lēcas

Redzes leņķis ir leņķis, kura virsotne ir acs optiskajā centrā, bet stari vērsti uz priekšmeta galējiem punktiem.



Ja objekts atrodas pietiekami tālu, tad **redzes leņķis** φ jeb **objekta leņķiskais lielums** ir pietiekami mazs, lai aprēķinos varētu pielietot maza leņķa tuvinājumu $sin\varphi \approx \varphi \approx tan\varphi$. Līdz ar to leņķisko lielumu var aprēķināt kā $\varphi = \frac{h}{d}$, kur h – objekta platums un d – attālums līdz objektam (skat. zīmējumu). Šo tuvinājumu vari lietot visos uzdevuma jautājumos.

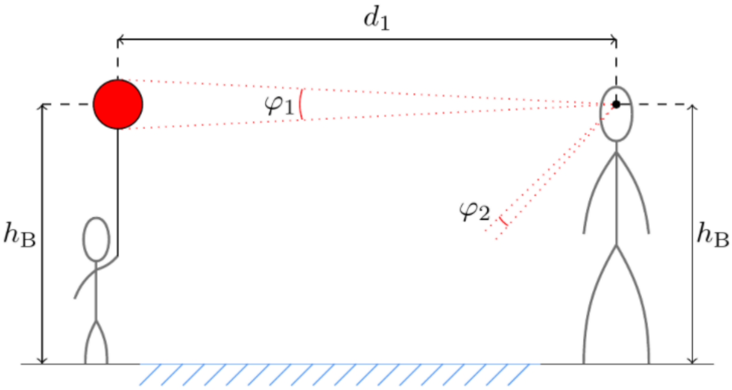
ATSPULGI

1. Bērtulis ar Astrīdu apmeklē pludmali. Kādā ūdens peļķē viņi ierauga viens otra atspulgus un sāk tos pētīt. Bērtuļa acis ir $h_B = 2$ m virs zemes virsmas, bet Astrīdas acis $h_A = 1$ m virs zemes virsmas.

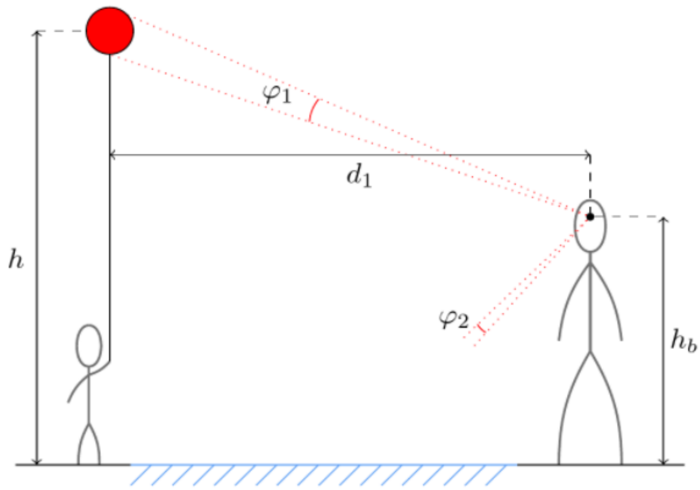
Bērtulis stāv uz vietas, bet Astrīda viņam skrien pretim ar ātrumu v = 1 m/s. Ūdens peļķe atrodas starp viņiem. Bērtulis skatās ūdenī un nosaka Astrīdas atspulga kustības ātrumu pēc tā, cik ātri pa ūdens virsmu pārvietojas Astrīdas acu atspulgs. Ar cik lielu ātrumu pārvietojas Astrīdas atspulgs ūdenī? **(1 p)** v_A = … m/s

2. Tagad aplūkosim pretējo situāciju – Astrīda stāv uz vietas, bet Bērtulis skrien viņai pretī ar ātrumu $v = 1$ m/s. Ūdens peļķe atrodas starp viņiem. Astrīda skatās ūdenī un nosaka Bērtuļa atspulga kustības ātrumu. Ar cik lielu ātrumu pārvietojas Bērtuļa acu atspulgs ūdenī? **(1 p)** v_B = … m/s

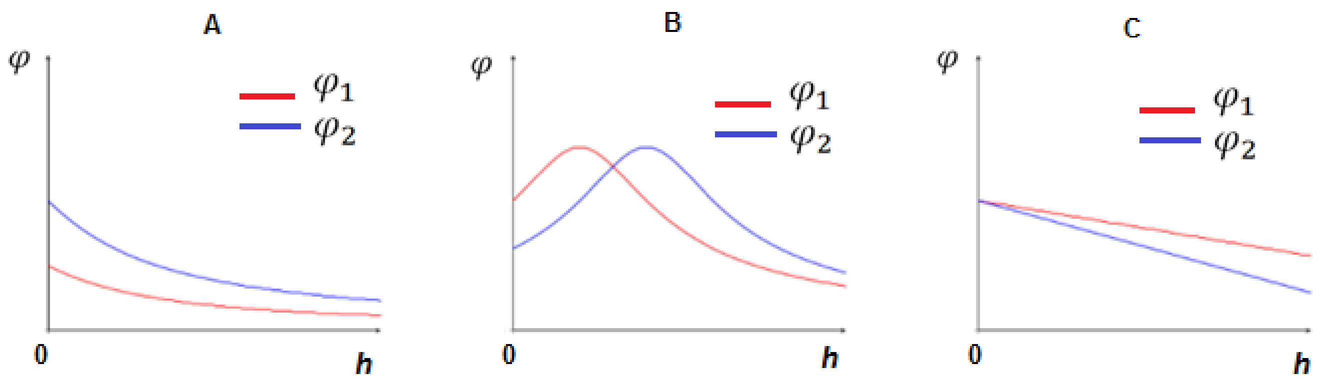
3. Astrīda tur rokās sfērisku hēlija balonu, tā centrs atrodas tieši Bērtuļa acu augstumā $h_B = 2$ m. Bērtulis redz, ka balona leņķiskais lielums ir $\varphi_1 = 0.07$ rad, bet balona atspulga ūdenī leņķiskais lielums ir $\varphi_2 = 0.058$ rad. Nosaki attālumu d_1 starp Bērtuli un balonu! **(1 p)** $d_1 = \cdots$ m

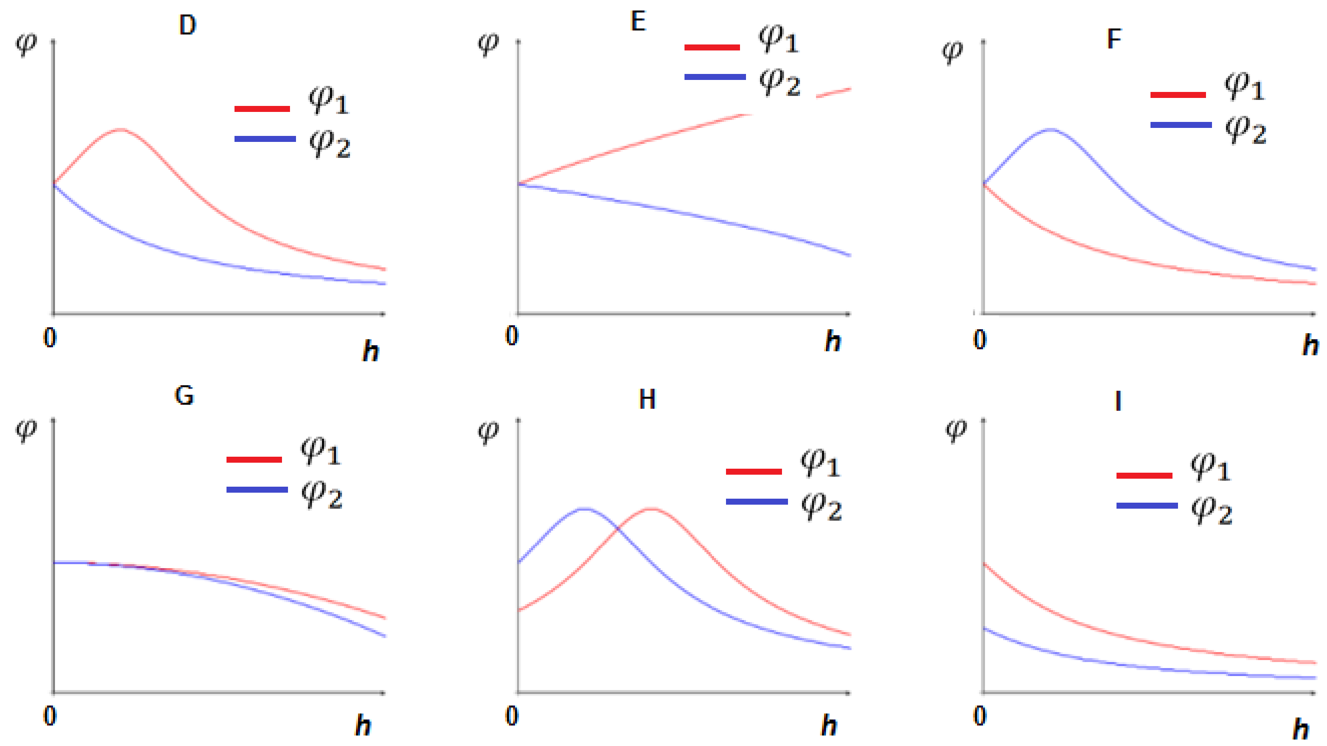


4. Tagad Astrīda ļauj celties balonam augšup no zemes virsmas līmeņa (no $h = 0$). Balona atrašanās augstums var brīvi mainīties. Līdzīgi kā iepriekšējā jautājumā ar φ_1 un φ_2 apzīmēsim balona un tā atspulga leņķiskos lielumus, ja uz balonu skatās Bērtulis.



Izvēlies, kurš no grafikiem visprecīzāk attēlo leņķu φ_1 un φ_2 atkarību no balona atrašanās vietas augstuma h? **(1 p)**

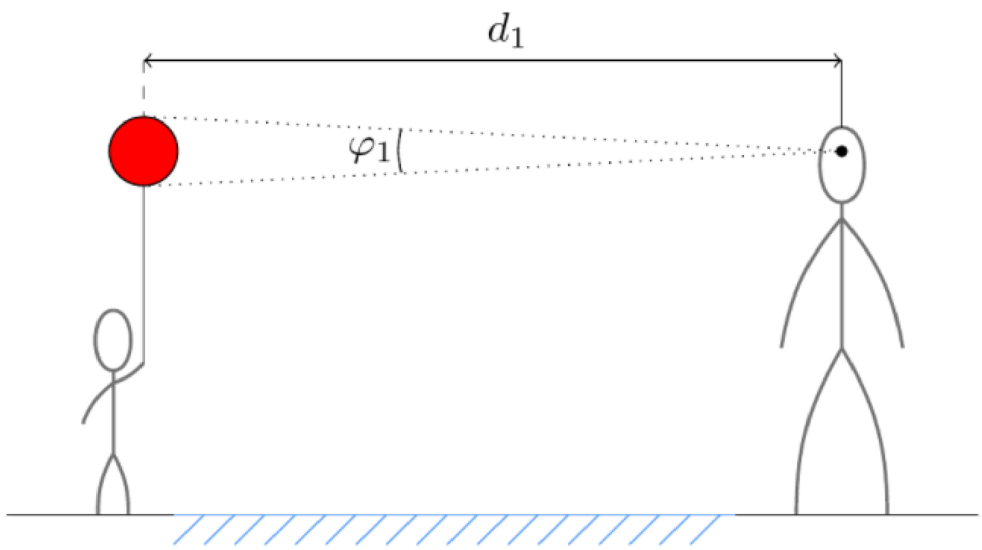




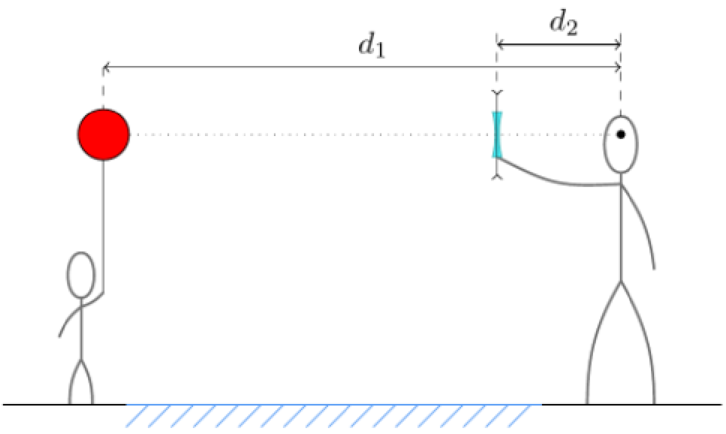
LĒCAS UN ŪDENS

5.

A Bērtulis skatās uz balonu, kuru Astrīda tur tieši viņa acu augstumā. Balona leņķiskais lielums $\varphi_1 =$ 0,05 rad attālumā $d_1 = 4$ m no Bērtuļa.



Cik liels būs balona šķietamais leņķiskais lielums φ_2, ja Bērtulis uz to skatīsies caur savu briļļu lēcu - izkliedētājlēcu ar optisko stiprumu $D = -0.5$ dioptrijas, turot to attālumā $d_2 = 1$ m no acīm? Pieņemsim, ka balona attēls lēcā ir sfērisks. **(1 p)** $\varphi_2 = \ldots$ rad



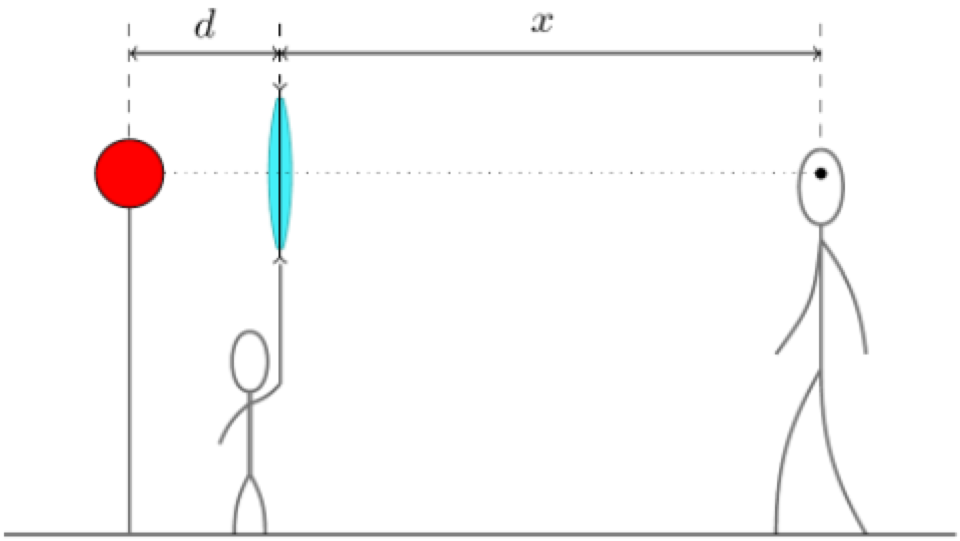
B Atzīmē, vai dotie apgalvojumi ir patiesi vai aplami.

B1 Bērtulis balonu redz apgrieztu. P/A **(0.5 p)**

B2 Visām lielumu d_2 un D vērtībām, tas ir, visu stiprumu izkliedētājlēcām jebkurā pozīcijā starp Bērtuli un balonu, šķietamais balona leņķiskais lielums φ_2 būs mazāks nekā balona leņķiskais lielums bez izkliedētājlēcas φ_1. P/A **(0.5 p)**

B3 Jo lielāks ir attālums d_2, jo mazāks būs leņķis φ_2. P/A **(0.5 p)**

6. Tagad Astrīda balonu piesien nemainīgā pozīcijā, Bērtuļa acu augstumā un pati tur savācējlēcu ar fokusa attālumu F tieši priekšā balonam, uz taisnes starp Bērtuli un balonu attālumā $d = 2F$ no balona. Bērtulis iet uz priekšu, balona virzienā. Ko redz Bērtulis, attālumam x starp viņu un lēcu samazinoties? Pieņem, ka Bērtulis fokusējas tieši uz balonu, un ka acs akomodācija katrā brīdī nodrošina, ka attēls ir ass. **(1 p)**



A x samazinoties no bezgalības līdz 0, balons izskatās arvien lielāks

B x samazinoties no bezgalības līdz 0, balons izskatās arvien mazāks

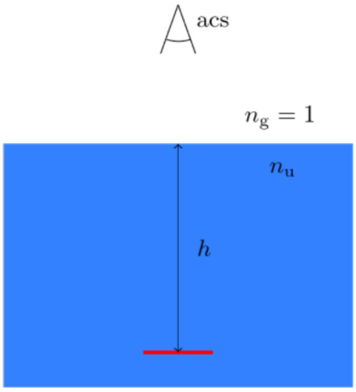
C x samazinoties no bezgalības līdz 2F, balons izskatās arvien lielāks; x samazinoties no 2F līdz 0, balons izskatās arvien mazāks

D x samazinoties no bezgalības līdz F, balons izskatās arvien lielāks; x samazinoties no F līdz 0, balons izskatās arvien mazāks

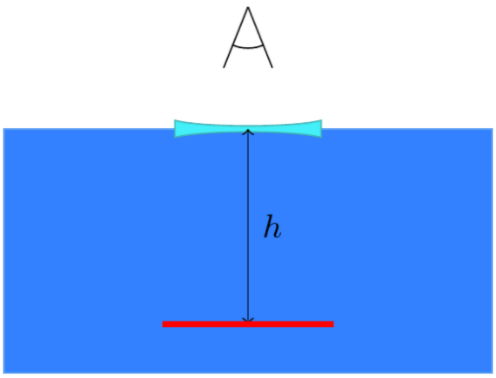
E x samazinoties no bezgalības līdz $2F$, balons izskatās arvien lielāks; x samazinoties no $2F$ līdz F, balons izskatās arvien mazāks; x esot mazākam par F, Bērtulis balonu vairs neredz

F x samazinoties no bezgalības līdz $2F$, balons izskatās arvien lielāks; ja x ir mazāks par $2F$, Bērtulis balonu vairs neredz

7. Bērtulis pievērš uzmanību plakanam riņķim, kas atrodas $h = \frac{1}{3}$ m dziļumā zem ūdens virsmas. Gaismas laušanas koeficients gaisā $n = 1$, bet ūdenī $n_u = \frac{4}{3}$. Bērtulis uz riņķi skatās vertikāli (skat. zīmējumu). Cik dziļi, kā Bērtulim izskatās, zem ūdens atrodas riņķis? **(1 p)** h` = … m



8. Bērtuļa briļļu lēca – izkliedētājlēca ar optisko stiprumu $D = -3$ dioptrijas, izkrīt no briļļu rāmja un iekrīt ūdenī. Bērtulis to tur tieši uz ūdens virsmas. Lēcas abas virsmas ir izliektas un ar vienādu liekuma rādiusu. Gaismas laušanas koeficients stiklā ir $n_s = \frac{3}{2}$, bet ūdenī – $n_u = \frac{4}{3}$.



Bērtulis skatās uz plakanu, horizontālu riņķi, kas atrodas $h = \frac{1}{3}$ m zem ūdens virsmas, uz vienas vertikālas taisnes ar Bērtuļa aci un lēcu.

Aprēķiniem noderēs 'lēcu veidotāja' vienādojums, kurš apraksta, kā lēcas optiskais stiprums ir saistīts ar tās laušanas koeficientu n un abu virsmu liekuma rādiusiem R_1 un R_2

$$D = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Lēcas virsmas liekuma rādiusi ir pozitīvi, ja attiecīgā virsma ir izliekta un negatīvi, ja tā ir ieliekta. Vienādojums ir spēkā lēcai, kura atrodas vidē, kuras gaismas laušanas koeficienta vērtība ir tuvu 1 (piemēram, gaisā).

A Cik liels ir stikla lēcas liekuma rādiuss? **(0.5 p)** R = …. m

B Cik dziļi zem ūdens veidosies plakanā riņķa attēls? **(1 p)** f = … m

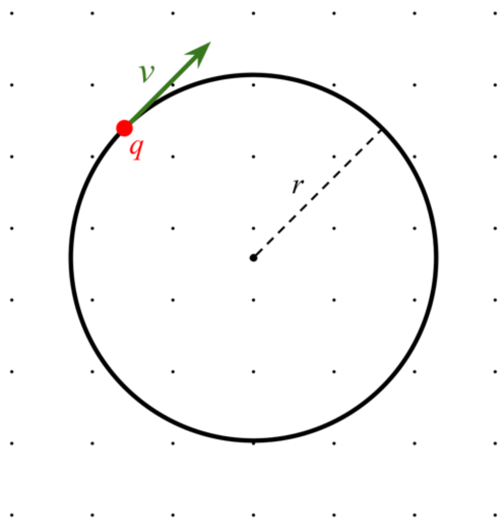
12 – 3 Svārstības magnētiskajā laukā

Magnētiskā lauka iedarbībā ir novērojamas dažādas svārstības. Svārstības ir jebkādas kustības, kas atkārtojas laikā, tāpēc arī riņķveida kustības var aprakstīt kā svārstības. Uzdevumā apskatīsim lādētas daļiņas un magnēta svārstības magnētiskajā laukā.

Elektrona lādiņš $e = -1.60 \cdot 10^{-19}$ C, elektrona masa $m_\mathrm{e} = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg.

LĀDĒTAS DAĻIŅAS SVĀRSTĪBAS MAGNĒTISKAJĀ LAUKĀ

1. Kāda lādēta daļiņa ar lādiņu q ($|q| = e$, kur e ir elementārlādiņš) un masu $m = m_\mathrm{e}$ (m_e ir elektrona masa) homogēna magnētiskā lauka iedarbībā kustas pa riņķveida orbītu kā redzams zīmējumā. Daļiņa kustas ar nemainīgu ātrumu v ($v > 0$) perpendikulāri magnētiskā lauka virzienam. Vienu pilnu apriņķojumu daļiņa veic $T = 12$ ms.



A Nosaki, vai lādētā daļiņa ir elektrons, pozitrons vai neitrons. Pozitrons ir daļiņa ar tikpat lielu masu kā elektronam m_e, bet ar pozitīvu lādiņu $q = +e$. **(0.5 p)**

- elektrons
- pozitrons
- neitrons
- nav iespējams noteikt

B Cik liels ir magnētiskā lauka stiprums jeb indukcija B? **(1 p)** $B = \ldots$ nT

2. Kāda cita lādēta daļiņa kustas ar nemainīgu ātrumu $v = 5.1$ m/s homogēnā magnētiskajā laukā perpendikulāri magnētiskā lauka virzienam pa riņķveida orbītu ar rādiusu $r = 10$ cm. Magnētiskā lauka indukcija $B = 0.34$ T.

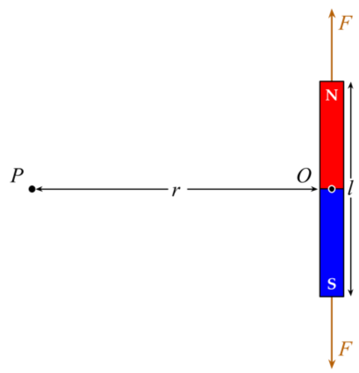
A Cik lielu darbu magnētiskā lauka spēks veiks uz minēto daļiņu $t = 25$ s laikā? **(1 p)** $A = \ldots$ J

B Aplūkotajai sistēmai tiek pielikts homogēns elektriskais lauks ar stiprumu E tā, ka lādētā daļiņa vairs nepārvietojas pa riņķveida orbītu, bet kustas pa taisnu līniju. Cik liels ir pieliktā elektriskā lauka stiprums jeb intensitāte E? **(1 p)** $E = \ldots$ V/m

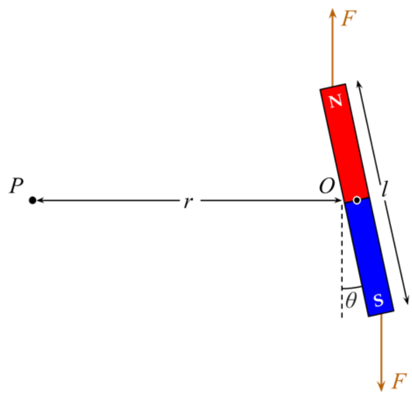
MAGNĒTA SVĀRSTĪBAS MAGNĒTISKAJĀ LAUKĀ

Visās turpmāk aplūkotajās situācijās Zemes magnētisko lauku var neņemt vērā. Tāpat var pieņemt, ka magnētiņa garums l ir ievērojami mazāks nekā tā attālums līdz vadam r.

3. Punktā P novietots vads perpendikulāri attēla plaknei (skat. zīmējumu). Magnētiņš ar garumu l un masu m novietots attālumā r no vada, pa kuru plūst strāva I tā, ka magnētiņš atrodas stabilā līdzsvara stāvoklī. Magnētiņš var brīvi rotēt attēla plaknē ap savu centru O.



Ja magnētiņš tiek pagriezts par mazu leņķi θ, tad efektīvais spēks F, kas darbojas uz magnēta galiem, rada spēka momentu uz magnētiņu, griežot to atpakaļ stabila līdzsvara stāvokļa virzienā (skat. zīmējumu).



Ja $l \ll r$, tad pie maza pagrieziena leņķa θ, efektīvais spēks F, kas darbojas uz magnētiņa galiem nav atkarīgs no θ. Ja magnētiņš tiek atlaists, pēc tam, kad tas ir pagriezts par mazu leņķi θ, tas sāk svārstīties ar periodu T. Šo periodu apraksta sekojoša izteiksme:

$$T = \lambda m^{\alpha} \sqrt{\frac{l}{F}}$$

kur λ un α ir skaitliskas konstantes. Aprēķini α. **(1 p)** $\alpha = \ldots$

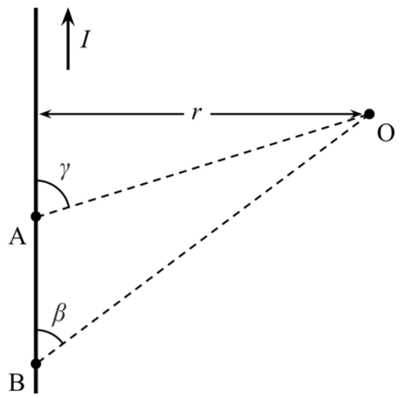
4. Magnētiņa svārstību periodu apraksta izteiksme

$$T = \lambda m^{\alpha} \sqrt{\frac{l}{F}}$$

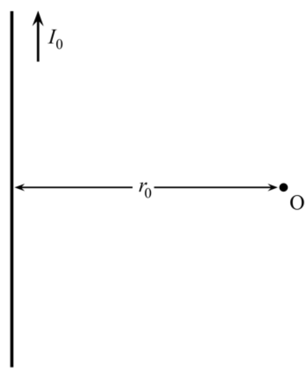
A Cik reizes palielināsies magnētiņa svārstību periods T, ja magnētiņa garums l tiks palielināts divas reizes, nemainot magnētiņa masu? **(1 p)**
Magnētiņa svārstību periods palielināsies … reizes.

B Cik reizes palielināsies magnētiņa svārstību periods T, ja strāvas stiprums I tiks samazināts četras reizes? **(1 p)**
Magnētiņa svārstību periods palielināsies … reizes.

5. Apskatīsim situāciju plaknē, kurā atrodas vads. Magnētiņš ir novietots perpendikulāri attēla plaknei punktā O (skat. attēlu). Spēks, ko uz magnētiņa galiem punktā O rada strāva, kas plūst caur vada posmu AB ir izsakāms kā $f = k\frac{I}{r}(\cos\beta - \cos\gamma)$, kur k – konkrētam magnētam raksturīga konstante, r – attālums no magnēta atrašanās vietas (punktam O) līdz vadam un I – strāvas stiprums vadā.

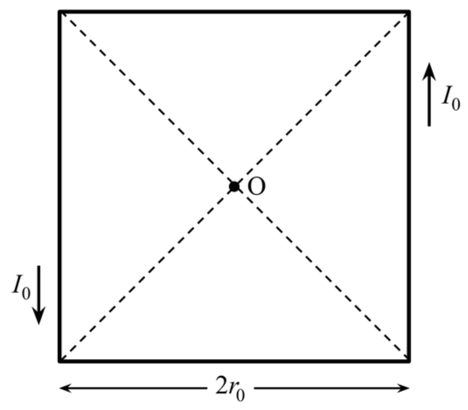


Magnētiņš ar garumu l_0, masu m_0 un šim magnētam raksturīgo konstanti k ir novietots attālumā r_0 no **bezgalīgi** gara vada, pa kuru plūst strāva ar nemainīgu strāvas stiprumu I_0 (skat. attēlu). Magnētiņš ir novietots perpendikulāri attēla plaknei punktā O un var brīvi rotēt ap punktu O plaknē, kas perpendikulāra vadam.

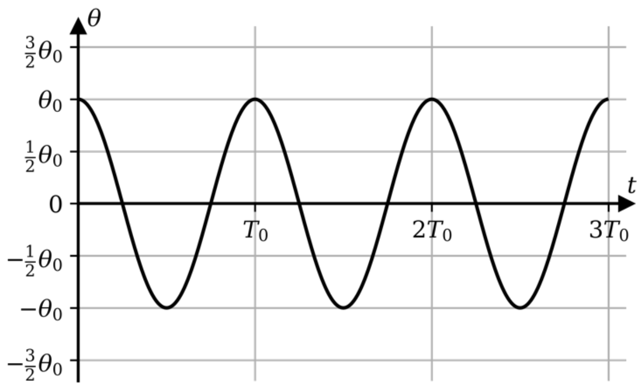


Kad magnētiņu iesvārsta, izvirzot to no līdzsvara stāvokļa par nelielu leņķi, magnētiņš sāk svārstīties ar periodu T_1. Spēks, kas darbojas uz magnētiņa galiem ir izsakāms kā $F_1 = A \cdot \frac{kI_0}{r_0}$ Nosaki skaitliskās konstantes A vērtību. **(1 p)** A = ….

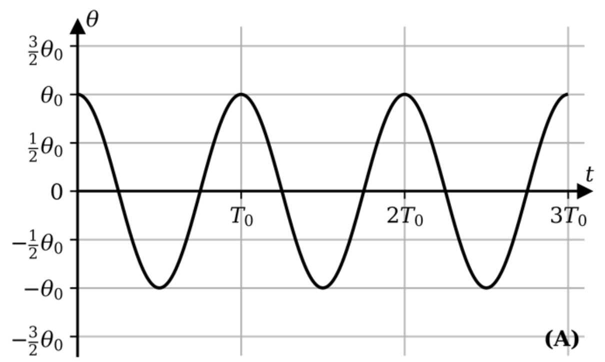
6. No vada ar kopējo garumu $8r_0$ izveidota shēma, kas redzama attēlā. Vadā ir iebūvēts strāvas avots, kas nodrošina, ka vadā plūst nemainīga strāva, kuras stiprums ir I_0. Punktā O perpendikulāri attēla plaknei atrodas tas pats magnētiņš, kas apskatīts iepriekšējā jautājumā. Magnētiņa centrs atrodas punktā O. Magnētiņš var brīvi griezties kādā plaknē, kas ir perpendikulāra attēla plaknei. Kad magnētiņu izvirza no līdzsvara stāvokļa par mazu leņķi, tas sāk svārstīties ar svārstību periodu T_2. Lielumiem I_0 un r_0 ir tādas pašas vērtības kā iepriekšējā jautājumā apskatītajā situācijā. Nosaki svārstību periodu attiecību $\frac{T_2}{T_1}$, kur T_1 – svārstību periods iepriekšējā jautājumā apskatītajai sistēmai. **(1 p)** $\frac{T_2}{T_1} = \cdots$

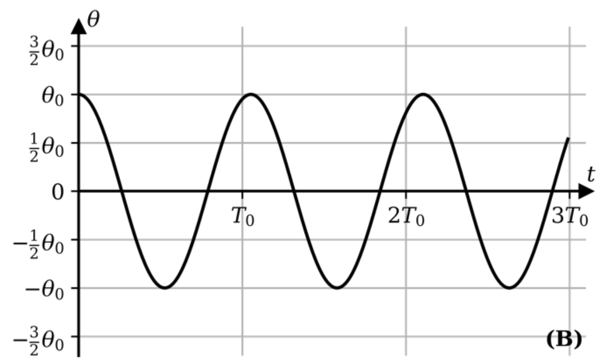


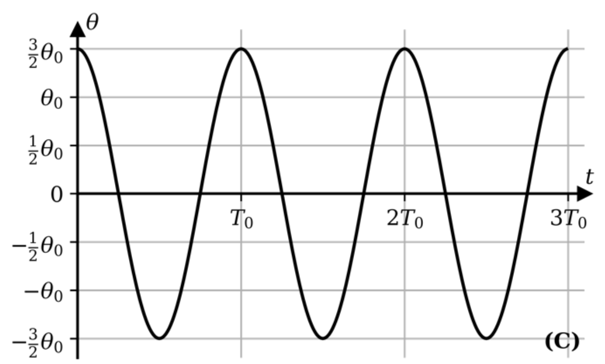
7. Apskatīsim 5. jautājumā aprakstīto situāciju, kad magnētiņš ir novietots tuvumā bezgalīgi garam vadam, pa kuru plūst strāva ar nemainīgu strāvas stiprumu I_0. Magnētiņš tiek izvirzīts no līdzsvara stāvokļa par nelielu leņķi θ_0, un magnētiņš sāk harmoniski svārstīties ar periodu T_0. Magnētiņa pagrieziena leņķa atkarība no laika ir dota grafikā.

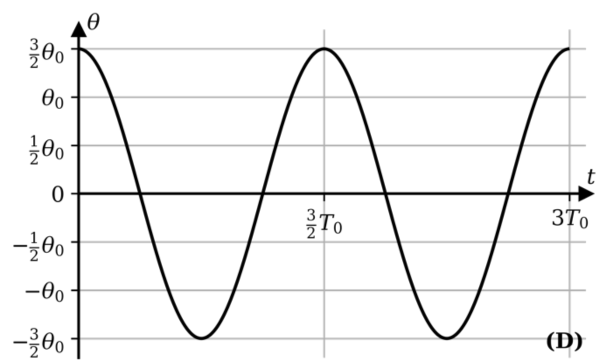


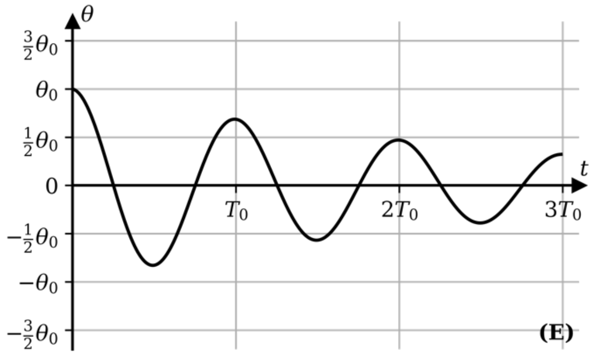
Grafikos (A-F) ir attēlota magnētiņa pagrieziena leņķa atkarība no laika dažādās situācijās.

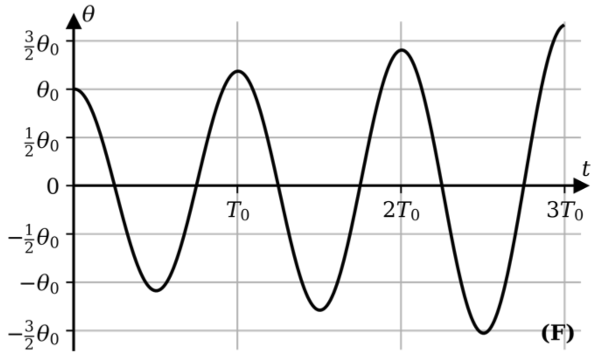












Kurā no dotajiem grafikiem (A–F) ir attēlota magnētiņa pagrieziena leņķa atkarība no laika katrā no sekojošiem gadījumiem:

7.1. Magnētiņš tiek iesvārstīts par leņķi $\theta_1 = \frac{3}{2}\theta_0$ **(0.5 p)** A/B/C/D/E/F

7.2. Magnētiņa tuvumā tiek novietots homogēns vara kubs tā, ka tas nepieskaras magnētiņam. **(0.5 p)** A/B/C/D/E/F

7.3. Magnētiņa tuvumā tiek novietots stikla plāksne tā, ka tā nepieskaras magnētiņam. **(0.5 p)** A/B/C/D/E/F