

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

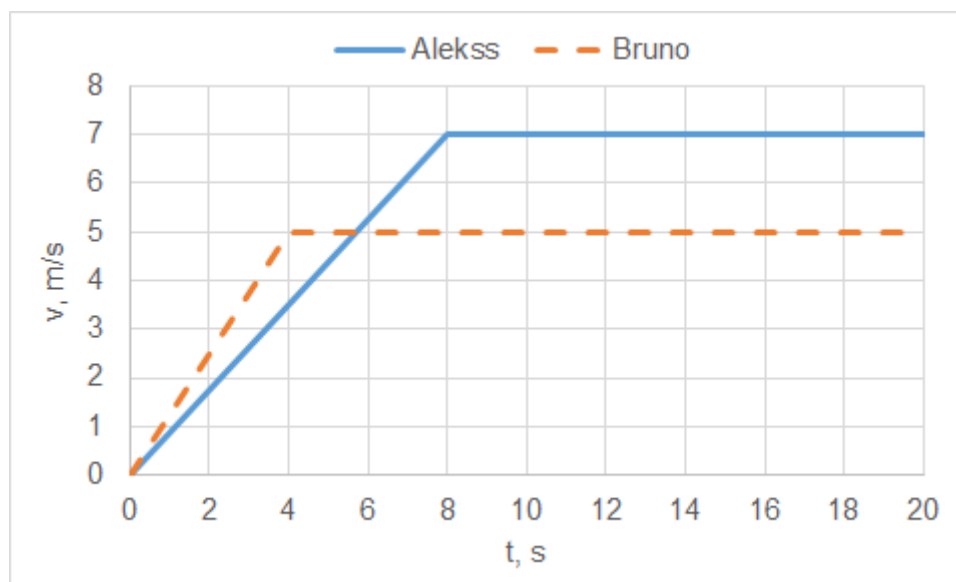
Fizikas valsts 69. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 10. klasei

10 – 1 Futbola treniņš

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Futbola spēlētāji Alekss un Bruno gatavojas 2022. gada Pasaules kausam Katarā. Spēlētājiem ir svarīga ne tikai tehnika un bumbas kontrole, bet arī viņu pašu ātrums un paātrinājums. Lai varētu pilnvērtīgāk sagatavoties, viņi uzaicināja īpašu treneri, kas treniņa laikā uzņēma spēlētāju ātruma maiņas grafikus laikā, spēlētājiem skrienot taisnā virzienā. Šajā uzdevumā tiks vienkāršoti apskatītas dažādas situācijas, kas var notikt futbolā laukumā.

Pievērsiet uzmanību: risinot katru uzdevuma apakšjautājumu, ir jāpieņem, ka spēlētāji Alekss un Bruno kustas tieši tā, kā attēlots grafikā.



1.

A Kā kustas Alekss? [0,5 p]

- vienmērīgi
- vienmērīgi paātrināti
- pirmo 8 s laikā – vienmērīgi, pēc tam vienmērīgi paātrināti
- pirmo 8 s laikā – vienmērīgi paātrināti, pēc tam vienmērīgi
- pirmo 8 s laikā – vienmērīgi, pēc tam apstājas
- pirmo 8 s laikā – vienmērīgi paātrināti, pēc tam apstājas

B Ja Alekss un Bruno uzsāk kustību vienlaicīgi no vienas un tās pašas vietas un abi skrien vienā virzienā, tad skrējiena laikā priekšā atrodas **[0,5 p]**

- Alekss
- Bruno
- kādu laiku priekšā atrodas Alekss, pēc tam – Bruno
- kādu laiku priekšā atrodas Bruno, pēc tam – Alekss
- abi visu laiku skrien blakus

C Skrējiena laikā $t = 10$ s Aleksa un Bruno relatīvais ātrums vienam attiecībā pret otru (cik ātri viens attālinās no otra), ja abi skrien vienā virzienā ir _____ m/s un tas skrējiena atlikušajā laikā **[0.5 + 0.5 p]**

- palielinās
- samazinās
- nemainās
- nav iespējams noteikt

2. Pieņemsim, ka sākuma stāvoklī bumba atrodas tieši pa vidu starp abiem spēlētājiem. Bruno un Alekss uzsāk kustību vienlaicīgi un skrien bumbas virzienā. Kurš no spēlētājiem pirmais tiks līdz bumbai, ja

A sākuma stāvoklī attālums starp spēlētājiem $L = 20$ m un bumba nekustīgi stāv uz vietas? **[0,5 p]**

- Alekss
- Bruno
- Abi tiks līdz bumbai vienlaicīgi
- to nav iespējams noteikt, izmantojot doto informāciju

B sākuma stāvoklī attālums starp spēlētājiem $L = 80$ m un bumba nekustīgi stāv uz vietas? **[0,5 p]**

- Alekss
- Bruno
- Abi tiks līdz bumbai vienlaicīgi
- to nav iespējams noteikt, izmantojot doto informāciju

C sākuma stāvoklī attālums starp spēlētājiem $L = 20$ m un laika momentā, kad spēlētāji uzsāk kustību, bumba atrodas pa vidu starp spēlētājiem un vienmērīgi ripo ar ātrumu $0,5$ m/s Aleksa virzienā? **[0,5 p]**

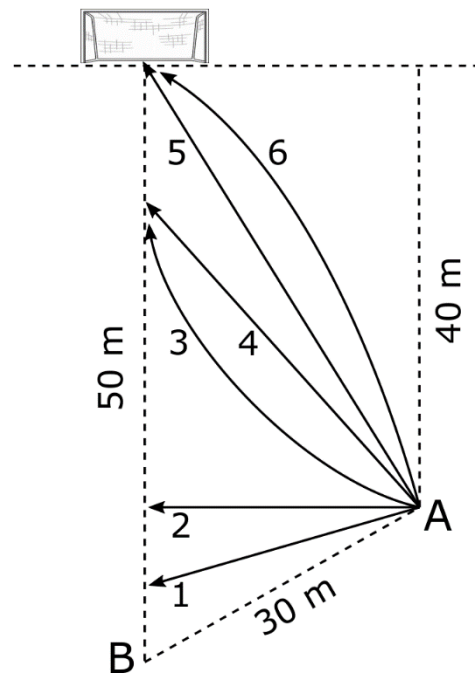
- Alekss
- Bruno
- Abi tiks līdz bumbai vienlaicīgi
- to nav iespējams noteikt, izmantojot doto informāciju

D sākuma stāvoklī attālums starp spēlētājiem ir L , bumba nekustīgi stāv uz vietas un viens no spēlētājiem sasniedz bumbu laikā $t = 5$ s? **[0,5 p]**

- Alekss
- Bruno
- Abi tiks līdz bumbai vienlaicīgi
- to nav iespējams noteikt, izmantojot doto informāciju

3. Dažreiz spēles laikā notiek pretuzbrukumi, kad komanda, kas ilgu laiku atradās aizsardzībā, pārņem bumbu un uzsāk uzbrukumu. Abu komandu spēlētājiem šajā gadījumā ir jāsteidzas uz otru laukuma pusi. Attālums no aizsardzības zonas līdz uzbrukuma zonai ir 60 m. Alekss to var veikt _____ sekundēs, bet Bruno _____ sekundēs. **[1 p + 1 p]**

4. Bruno uzsāk kustību 50 m attālumā no vārtu līnijas, un skrien vārtu virzienā (sk. att.). Var pieņemt, ka Bruno neredz Aleksi un tāpēc kustas pa taisnu līniju, neatkarīgi no Alekša. Alekss atrodas 30 m attālumā no Bruno un 40 m attālumā no vārtu līnijas.



A Pa kuru no trajektorijām ir jāskrien Aleksam, lai pēc iespējas ātrāk sasniegtu Bruno? [0,5 p]

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

B Attālums no Bruno līdz vārtiem, kad Bruno skrien vārtu virzienā, kustības pirmajās 4 sekundēs mainās laikā atbilstoši vienādojumam (SI vienībās)

$$x = \text{___} + \text{___} t + \text{___} t^2 \text{ [0,5 p]}$$

C Cik ilgs ir visīsākais laiks, kurā Alekss var sasniegt Bruno? **Atbilde:** $t = \text{___} \text{ s}$ [1 p]

Cik liels attālums ir jānoskrien Aleksam šajā gadījumā? **Atbilde:** $d_A = \text{___} \text{ m}$ [1 p]

5. Alekss nejauši pārkāpa noteikumus, tāpēc tiesnesis piesprieda 11 m soda sitienu (to veic no punkta, kas atrodas 11 m attālumā no vārtiem). Bruno uzsita pa bumbu un tā lidoja tieši augšējā vārtu stūrī. Ir zināms, ka vārtsargs var paspēt noķert bumbu 1,2 s laikā. Ar kādu ātrumu jālidina bumbai, lai vārtsargs nepaspētu to noķert un tā trāpītu vārtos? Var pieņemt, ka bumbas trajektorija ir taisne un bumbas ātrums lidojuma laikā nemainās. Vārtu platums ir 8 m un augstums ir 2 m. [1 p]

Atbilde: Ātrumam ir jābūt lielākam par $\text{___} \text{ m/s}$

10 – 2 Arhimēds

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Senās Grieķijas domātājs Arhimēds ir pētījis gan spēku, kas darbojas uz šķidrums vai gāzēs esošiem objektiem, gan arī citas fizikas problēmas, ko apskatīsim šajā uzdevumā.

Brīvās krišanas paātrinājums $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Ūdens blīvums $\rho_{\text{ūds}} = 1000 \text{ kg/m}^3$, zelta blīvums $\rho_z = 19\,300 \text{ kg/m}^3$, sudraba blīvums $\rho_s = 10\,500 \text{ kg/m}^3$. Pieņem, ka $\pi = 3.14$ un ka metālu sakausējuma blīvums ir atsevišķo metālu blīvumu svērtais vidējais (t.i., kopējais tilpums ir atsevišķo tilpumu summa).

ZELTA KRONIS

Valdnieks reiz prasījis kalējam uztaisīt kroni no tīra zelta un sagādājis darbam nepieciešamo zeltu. Tomēr valdnieks pilnībā nav uzticējies kalējam, tādēļ vaicājis Arhimēdam noteikt, vai kronī nav iejaukts sudrabs, un to izdarīt, nesabojājot kroni.

1. Salīdzinot kroņa blīvumu ar zelta blīvumu, ir iespējams noteikt, vai kronis ir no tīra zelta vai nē.

A Lai noteiktu kroņa tilpumu, izmanto cilindrisku trauku ar ūdeni. Trauka rādiuss ir $r = 15 \text{ cm}$. Pilnībā iemērcot kroni ūdenī, ūdens līmenis traukā palielinājās par $\Delta h = 0.6 \text{ mm}$. Cik liels ir kroņa tilpums un blīvums, ja kroņa masa $m_k = 600 \text{ g}$?

Atbilde: $V_k = \text{___} \text{ cm}^3$ [0,5 p] $\rho_k = \text{___} \text{ kg/m}^3$ [0,5 p]

B Kalējs, veidojot kroni, zeltam piejauca sudrabu. Kroņa tilpums $V_k = 35 \text{ cm}^3$ (**vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās**), kroņa masa $m_k = 600 \text{ g}$. Cik liela ir piejauktā sudraba masa kronī? [1 p]

Atbilde: $m_s = \boxed{} \text{ g}$

2. Tā kā ūdens līmeņa izmaiņa, ieliekot kroni cilindrā, ir ļoti niecīga, tad šādā veidā noteikt, vai eksistē piejaukumi nav reāli. Var izmantot sviras svarus ar vienādiem pleciem. Uz svariem vienā pusē novieto kroni, otrā pusē to nolīdzsvaro ar tīra zelta stieņiem un visu šo konstrukciju pilnībā iegremdē traukā ar ūdeni.

A Kas notiktu ar svariem pēc to iemērķšanas ūdenī, ja kronis nebūtu no tīra zelta, bet ar sudraba piejaukumiem? [1 p]

- Svaru kauss, kurā atrodas kronis, nolaistos uz leju, jo tam ir lielāks blīvums nekā zelta stieņiem.
- Svaru kauss, kurā atrodas kronis, nolaistos uz leju, jo uz to darbojas lielāks Arhimēda spēks nekā uz zelta stieņiem.
- Svāri paliktu līdzsvarā.
- Svaru kauss, kurā atrodas zelta stieņi, nolaistos uz leju, jo uz tiem darbojas lielāks smaguma spēks nekā uz kroni.
- Svaru kauss, kurā atrodas zelta stieņi, nolaistos uz leju, jo uz tiem darbojas mazāks Arhimēda spēks nekā uz kroni.

Pieņemsim, ka 30% no kroņa masas ir aizvietota ar sudrabu un kronis tiek nolīdzsvarots uz svāriem ar $m_{zs} = 700 \text{ g}$ zelta stieņu. Tad šī konstrukcija tiek pilnībā iemērķta ūdenī. Salīdzinot Arhimēda un smaguma spēkus, kas darbojas uz kroni un zelta stieņiem, iespējams noteikt, uz kuri pusi sasvērsies svāri, un tas, savukārt, parāda, vai kronī ir mazāk blīvi piejaukumi vai nav.

B Cik liels smaguma spēks darbojas uz kroni? [1 p]

Atbilde: $F_{sm} = \boxed{} \text{ N}$

C Cik liels Arhimēda spēks darbojas uz kroni? [1 p]

Atbilde: $F_{A1} = \boxed{} \text{ N}$

D Cik liels Arhimēda spēks darbojas uz zelta stieņiem? [1 p]

Atbilde: $F_{A2} = \boxed{} \text{ N}$

KUĢIS

Arhimēds esot bijis pirmais, kurš iedomājies izmantot vairākus trīšus kopā vienā sistēmā, lai palielinātu spēka ietaupījumu. Stāsta, ka viņš pat ir teicis, ka spētu pacelt jebkādu svaru, ja viņam dotu pietiekoši daudz trīšu. To izdzirdējis, valdnieks izaicinājis Arhimēdu izkustināt milzīgu kuģi pilnu ar pasažieriem un kravu.

Arhimēds, lai sevi lieki nenogurdinātu, negrasījās trīšu sistēmai pielikt vairāk par 200 N lielu spēku. Arhimēds esot izkustinājis kuģi bez īpašas piepūles, sēžot netālu no tā.

3. Kuģis kopā ar pasažieriem un kravu sver 500 tonnas un tas novietots uz koka baļķiem (pieņemsim, ka tie neizkustas kuģa vilkšanas laikā). Miera berzes koeficients starp kuģi un koku $\mu = 0.5$.

A Cik liels spēks horizontāli jāpieliek kuģim, lai to izkustinātu? [1 p]

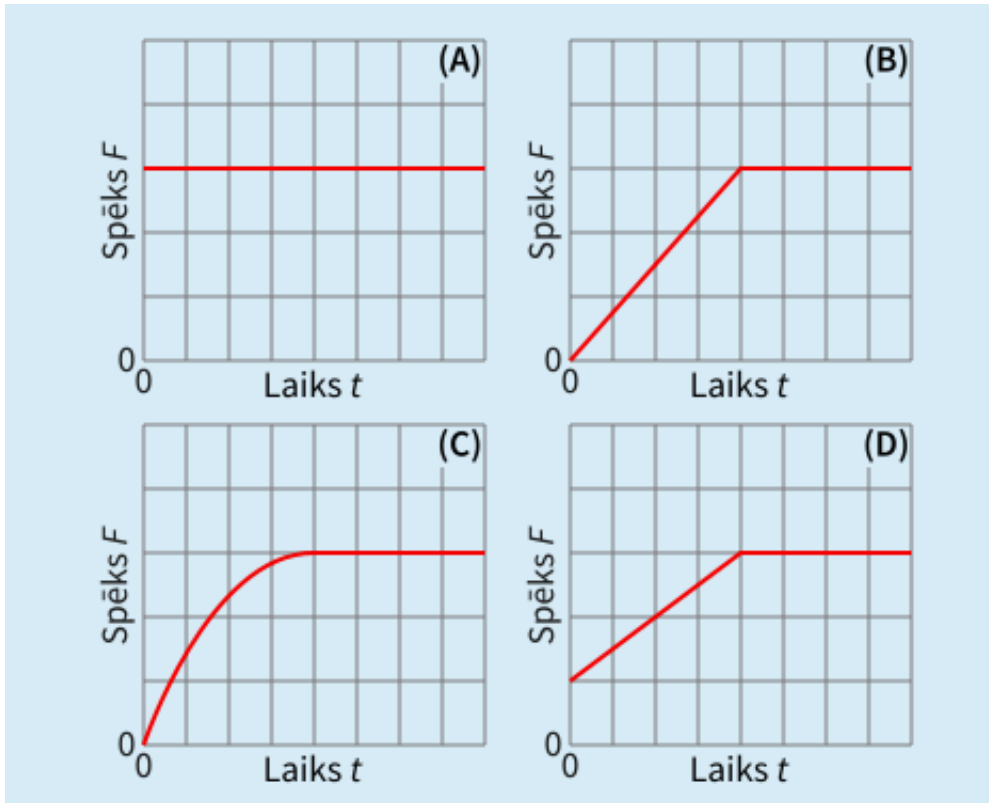
Atbilde: $F_k = \boxed{} \text{ MN}$

B Pieņemsim, ka kuģa izkustināšanai nepieciešamais spēks $F_k = 3 \text{ MN}$ (**atšķiras no iepriekš aprēķinātās vērtības**). Spēka ieguvums rāda, cik reizes mazāks spēks ir jāpieliek, izmantojot vienkāršo mehānismu, salīdzinot ar to pašu darbību, ja netiek izmantots vienkāršais mehānisms.

Cik liels ir mazākais nepieciešamais Arhimēda trīšu sistēmas spēka ieguvums, lai varētu izkustināt kuģi, ja trīšu sistēma pieliek spēku kuģim $\alpha = 20^\circ$ leņķī pret horizontu? [1 p]

Atbilde: $n_{\min} = \boxed{}$ reizes

4. Kraujot kravu kuģī, viena kuba formas kravas kaste iekrita ūdenī. Kaste peld tā, ka kastes virspuse ir paralēla ūdens līmenim. Kasti ceļ ārā tieši uz augšu tā, ka kastes apakša atrodas paralēli ūdens virsmai. Pretestības spēkus neņemam vērā.



A Kurš no grafikiem attēlo kā laikā mainās spēks, kas pielikts kastei, lai to vienmērīgi izceltu no ūdens ar mazu ātrumu? [1 p]

Atbilde:

- A
- B
- C
- D

B Kurš no grafikiem attēlo kā laikā mainās spēks, kas pielikts kuģim, lai to vienmērīgi izceltu no ūdens ar mazu ātrumu? Pieņemsim, ka kuģa korpusa iegremdēto daļu var aptuveni uzskatīt par regulāru trijstūra prizmu, kuras ass ir horizontāla. Kuģi ceļ ārā tieši uz augšu. [1 p]

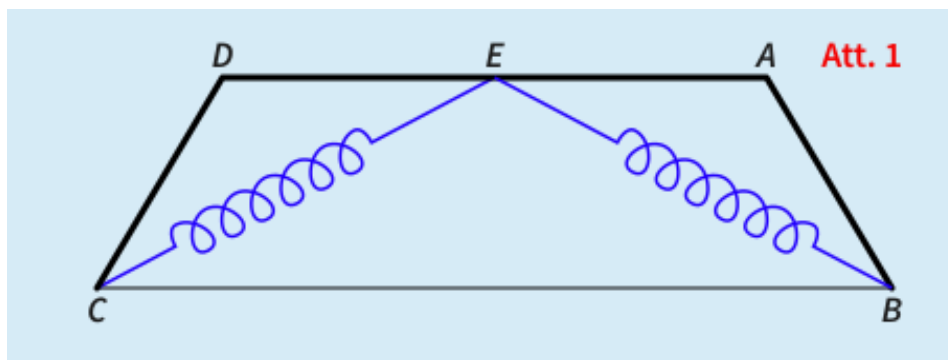
Atbilde:

- A
- B
- C
- D

10 – 3 Loka šaušana

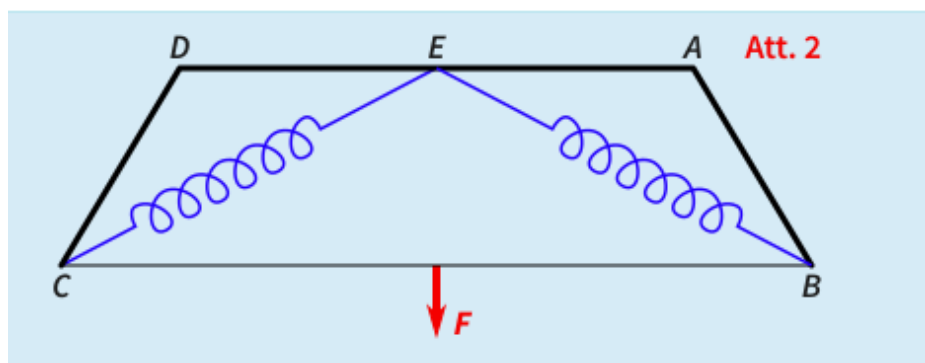
Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Aplūkosim vienkāršotu loka modeli, kuru veido trīs ar enģēm savienoti stieņi, divas vienādas atsperes un aukla jeb stiegra (skat. 1. att.). Loka masu un berzi mehānismā neņemsim vērā.



1.

A Ja loku (skat. 1. att.) aiz auklas viduspunkta sāk vilkt uz leju ar spēku F (skat. 2. att.), kurā virzienā būs vērsts auklas sastiepuma spēks punktā B? [1 p]



- Spēks būs vērsts pa auklu virzienā uz punktu C
- Spēks būs vērsts virzienā prom no punkta C
- Spēks būs vērsts tādā pašā virzienā kā spēks F
- Spēks būs vērsts pretēji spēka F virzienam
- Spēks būs vērsts ārā no loka plaknes

B Cik liels šajā gadījumā būs spēks punktā B, ja leņķis starp spēka F un punktā B esošā spēka virzienu ir φ ? [1 p]

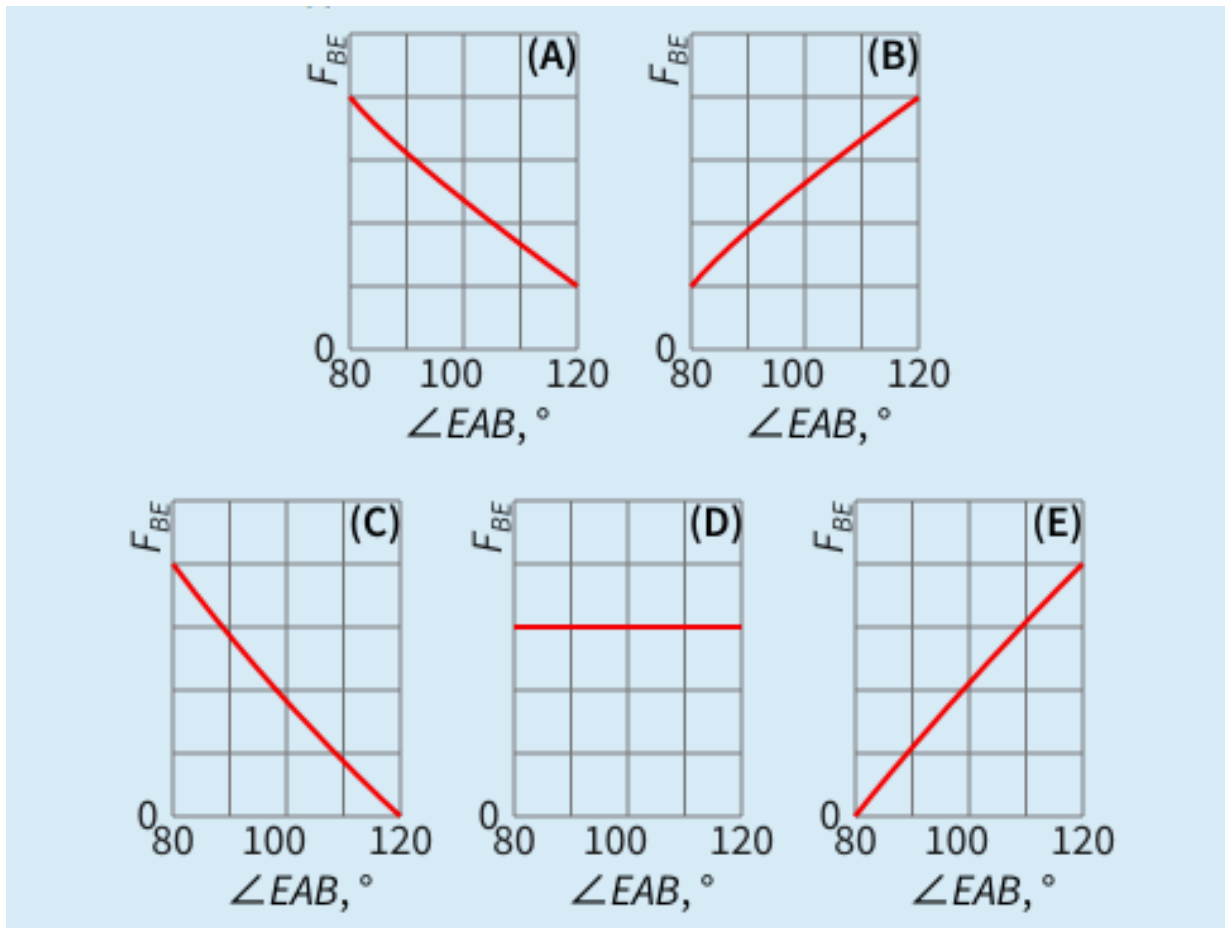
- F
- $F/2$
- $F \sin \varphi$
- $F / \sin \varphi$
- $F \cos \varphi$
- $F / \cos \varphi$
- $F \sin(\varphi/2)$
- $F / (2 \sin \varphi)$
- $F \cos(\varphi/2)$
- $F / (2 \cos \varphi)$

2. Kad $\angle BAE = \angle EDC = 120^\circ$, tad rezultējošais spēks, kas darbojas uz atsperēm ir 0. Zināms, ka $AB = AE = ED = DC = 0.3 \text{ m}$ un atsperu stinguma koeficients $k = 100 \text{ N/m}$.

A Cik liels spēks (pēc moduļa) darbojas uz katru atsperi, ja loks tiek atvilkts līdz $\angle BAE = \angle EDC = 90^\circ$? [1 p]

Atbilde: $F = \boxed{} \text{ N}$

B Kurā grafikā attēlota spēka, kas darbojas uz atsperi BE, atkarība no leņķa EAB? [1 p]



Atbilde:

- A
- B
- C
- D
- E

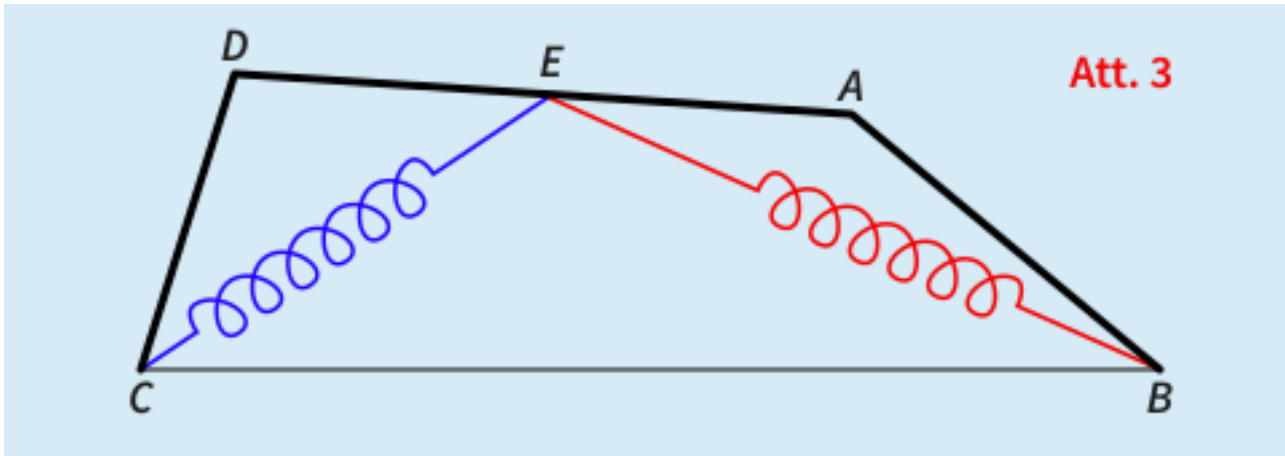
Izpētīsim, kā mainītos dažādi fizikālie raksturlielumi, ja mainītu kādus no loka parametriem.

3. Lai izgatavotu lielāku loku, visas loka detaļas palielina divas reizes un izvēlas atsperes, kuru stinguma koeficients arī ir divas reizes lielāks nekā oriģinālajam lokam (skat. 2.1. att.). Kā mainīsies spēks, kas darbojas uz atsperēm, ja visi leņķi lielajā lokā ir tikpat lieli kā leņķi oriģinālajā lokā? [1 p]

Spēks

- Palielināsies 2 reizes
- Samazināsies 2 reizes
- Nemainīsies
- Palielināsies 4 reizes
- Samazināsies 4 reizes

4. Aplūkosim situāciju loka konstrukcijai (skat. 3. att.), kur vienai no atsperēm stinguma koeficients ir lielāks nekā otrai.



A Zināms, ka attālumi $AB = AE = ED = DC$ un abu atsperu sākotnējie garumi nedeformētā stāvoklī ir vienādi. Kurai no atsperēm stinguma koeficients ir lielāks? [1 p]

- BE
- CE
- Abām atsperēm vienāds
- To nav iespējams noteikt

B Pieņemsim, ka atsperes EC stinguma koeficients $k_1 = 100 \text{ N/m}$ un atsperes BE stinguma koeficients ir $k_2 = 50 \text{ N/m}$ (atsperes stinguma koeficientu vērtības var atšķirties no iepriekšējā jautājumā apskatītajām). Atsperes EC garums, ja uz to neiedarbojas nekādi spēki, ir $L_1 = 0.5 \text{ m}$. $AB = AE = ED = DC = 0.3 \text{ m}$

Cik lielam ir jābūt atsperes BE garumam, lai leņķi EAB un EDC būtu vienādi, ja uz atsperi neiedarbojas nekādi spēki un auklas BC garums ir 0.6 m ? [1 p]

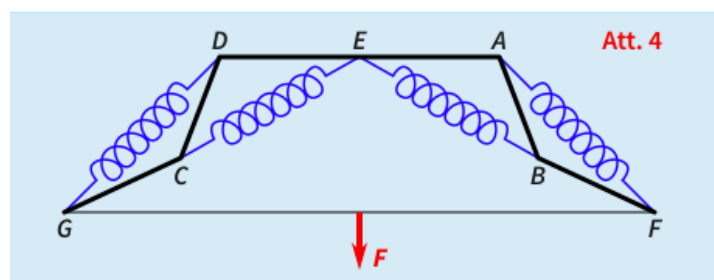
Atbilde: $L_2 = \boxed{} \text{ m}$

C Pieņemsim, ka spēki, kas darbojas uz abām atsperēm ir vienādi. Atsperes EC stinguma koeficients $k_1 = 100 \text{ N/m}$ un atsperes BE stinguma koeficients ir $k_2 = 50 \text{ N/m}$, $AB = AE = ED = DC = 0.3$.

Kad leņķi EAB un EDC ir vienādi, auklu, kas atrodas starp punktiem B un C, nomaina pret nedaudz garāku auklu. Kā mainīsies leņķu EAB un EDC lielumi? [1 p]

- Leņķi EAB un EDC palielinātos par vienādu leņķi
- Leņķis EAB palielinātos vairāk nekā leņķis EDC
- Leņķis EDC palielinātos vairāk nekā leņķis EAB
- Leņķis EAB palielinātos, bet leņķis EDC samazinātos
- Leņķis EDC palielinātos, bet leņķis EDC samazinātos

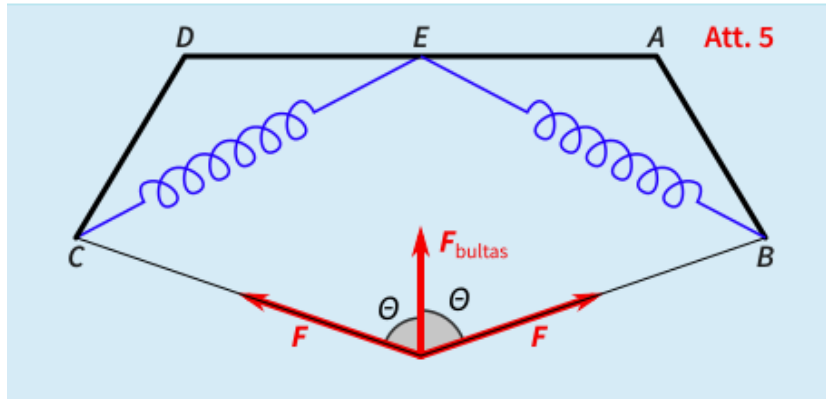
5. Loka šaušanā izmanto arī rekursīvos jeb olimpiskos lokus. Izpētīsim šādu loku, izmantojot vienkāršotu modeli (skat. 4. att.).



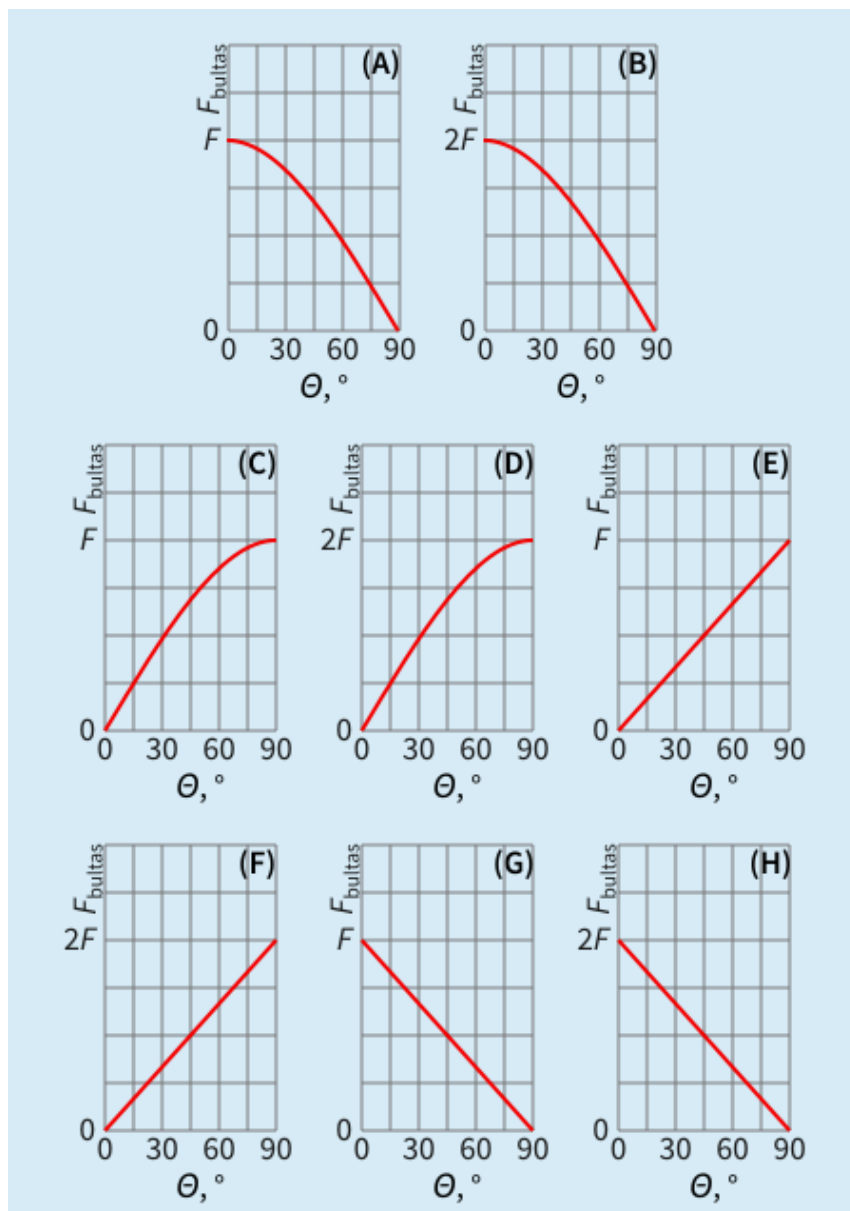
Pieņemsim, ka loks tiek atvilks aiz auklas viduspunkta uz leju. Kuras atsperes tiks saspiestas un kuras izstieptas? [1 p]

- Visas izstieptas
- AF un DG izstieptas, EB un EC saspiestas
- AF un DG saspiestas, EB un EC izstieptas
- Visas saspiestas

6. Izpētīsim, kāds būs spēks, kas darbosies uz bultu atvilkta lokā (skat. 5. att.).



Kurš grafiks raksturo spēka F_{bultas} atkarību no leņķa θ ? [1 p]



Atbilde:

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H