

## Valsts izglītības satura centrs

Valņu iela 2, Rīga, LV-1050, tālr. 67216500, fakss 67223801, e-pasts: [vis@visc.gov.lv](mailto:vis@visc.gov.lv), [www.visc.gov.lv](http://www.visc.gov.lv)

### Fizikas Valsts 74. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 10. klasei

#### 10-1 3x3 basketbols

2023. gada 4. jūnijā Latvijas 3x3 basketbola izlase (Kārlis Lasmanis, Nauris Miežis, Agnis Čavars un Francis Lācis) izcīnīja bronzas medaļas pasaules kausā, ar rezultātu 22:12, uzvarot Brazīlijas izlasi. Šajā uzdevumā mēs nevarēsim izskaidrot lieliskā snieguma iemeslus, tomēr aplūkosim dažādas vienkāršas situācijas, kas var rasties spēles laikā. Risinot uzdevumu, neievērojiet gaisa pretestību un neievērojiet bumbas rotāciju. Tā kā spēles karstumā nav iespējams veikt ideāli precīzus aprēķinus, pieņemiet, ka brīvās krišanas paātrinājums  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

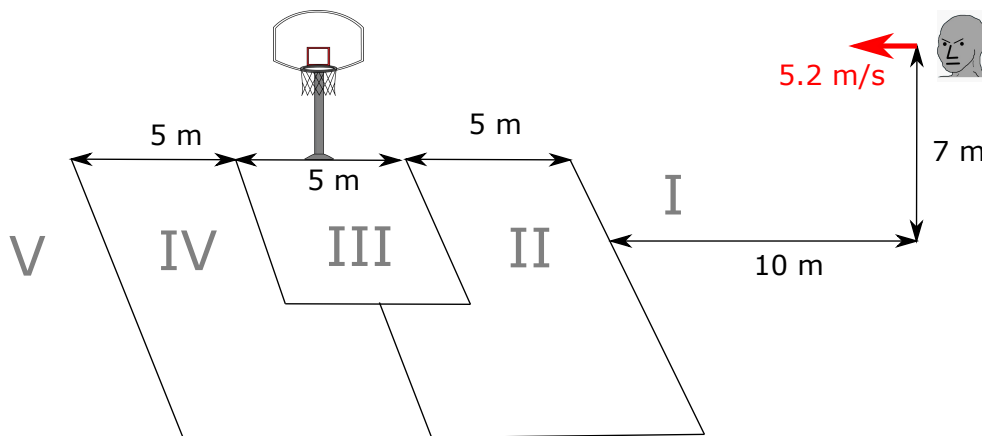


Attēls 1: Latvijas izlase svin uzvaru īsi pēc spēles beigām (Avots: FIBA3x3 YouTube kanāls)

- A. Šajā uzdevuma daļā aplūkosim situācijas, kad bumba kustās vertikālā virzienā.
- (A.1) (0.5 punkti) Pēc Naura metiena bumba iekrita grozā, uz mirkli aizkavējās tīklā (tātad, var pieņemt, ka tās sākuma ātrums ir nulle), un pēc tam nokrita uz grīdas. Cik ilgs (s) bija bumbas kritiens? Groza augstums virs grīdas ir 3 m.
  - (A.2) (1 punkts) Agnis izpildīja augstu metienu, pēc kura bumba iekrita grozā. Bumba kustējās caur grozu ar ātrumu  $v_0$ , kas ir vērsts vertikālā virzienā. Cik liels bija  $v_0$  (m/s), ja bumba veica 3 m attālumu no groza līdz grīdai precīzi 0.6 s laikā?
  - (A.3) (1 punkts) Kārlis bloķēja stipru metienu no pretinieka, kā rezultātā bumbai piešķirts vertikālais ātrums  $v_1$ , kad tā atradās 2.5 m augstumā virs grīdas. Pēc 2 s bumba nokrita uz grīdas. Cik liels bija tās maksimālais pacelšanās augstums  $H_2$  (m) virs grīdas?

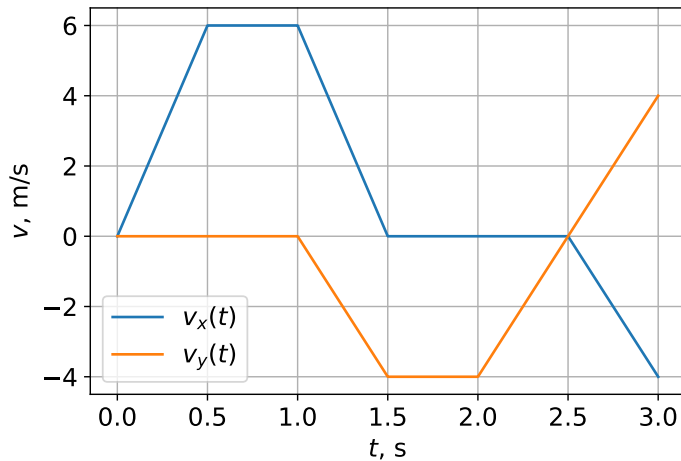
B. Šajā uzdevuma daļā aplūkosim situācijas, kurās bumba tiek mesta horizontālā virzienā.

- (B.1) (0.5 punkti) Francis piespēlē Agnim, kurš atrodas 4 m attālumā, sviežot bumbu horizontāli ar ātrumu 10 m/s. Par cik centimetriem bumba nolaižas uz leju lidojuma laikā?
- (B.2) (0.5 punkti) Sarūgtināts brazīliešu līdzjutējs nolēma iemest savu kurpi laukumā, lai iztraucētu spēles norisi. Viņš sēž tribīnēs, 7 m augstumā virs grīdas un 10 m attālumā no laukuma, kā parādīts 2. attēlā. Līdzjutējs met kurpi horizontālā virzienā (un perpendikulāri laukuma malai) ar ātrumu 5.2 m/s. Cik ilgu laiku  $t$  (s) kurpe pavadīs gaisā?

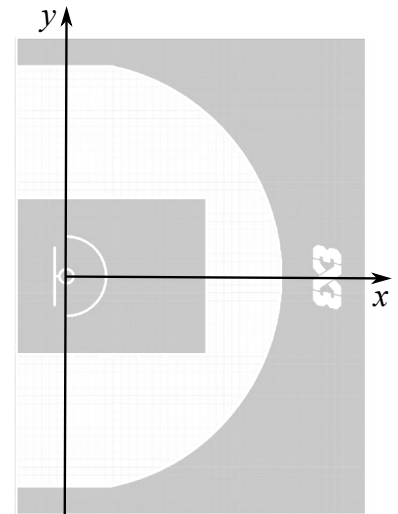


Attēls 2: Laukuma shēma un līdzjutēja atrašanās vieta

- (B.3) (0.5 punkti) Vai sarūgtinātajam līdzjutējam izdosies trāpīt laukumā? Kurā vietā nolaidīsies kurpe (skat. 2. attēlu)?
- Pirms laukuma (I)
  - Laukuma tuvākajā pusē (II)
  - Centrālajā zonā (III)
  - Laukuma tālākajā pusē (IV)
  - Aiz laukuma (V)
- (B.4) (1 punkts) Pēc Franča metiena, kas diemžēl netrāpīja grozā, bumba atsitās no groza malas (3 m augstumā virs grīdas), sāka lidot prom horizontālā virzienā ar ātrumu  $v_x$  un pēc kāda laika piezemējās 10 m attālumā no groza. Cik liels bija  $v_x$  (m/s)?
- (B.5) (1 punkts) Cik liels bija bumbas ātrums (m/s) īsu brīdi pirms tā pieskārās grīdai?
- C. Att. 3(a) ir parādīts Kārļa kustības ātrums kādā no spēles posmiem. Ar zilu līniju ir parādīta ātruma  $x$ -komponente, ar dzeltenu līniju – ātruma  $y$ -komponente (asis  $x$  un  $y$  atrodas horizontālā plaknē, t.i., grafikā attēlota Kārļa kustība pa basketbola laukumu, kas shematiski parādīts Att. 3(b)).
- (C.1) (0.5 punkti) Kāda ir Kārļa kustība laika posmā no 0 s līdz 0.5 s?
- Vienmērīga
  - Vienmērīgi paātrināta
  - Vienmērīgi palēnināta
  - Nevienmērīgi paātrināta
  - Kārlis stāv uz vietas



(a) Kustības ātruma komponentes atkarībā no laika



(b) Basketbola laukuma shēma

Attēls 3: Kārļa kustības ātrums un laukuma shēma ar koordinātu asīm

- No grafika nav iespējams pateikt

(C.2) (0.5 punkti) Kāda ir Kārļa kustība laika posmā no 0.5 s līdz 1 s?

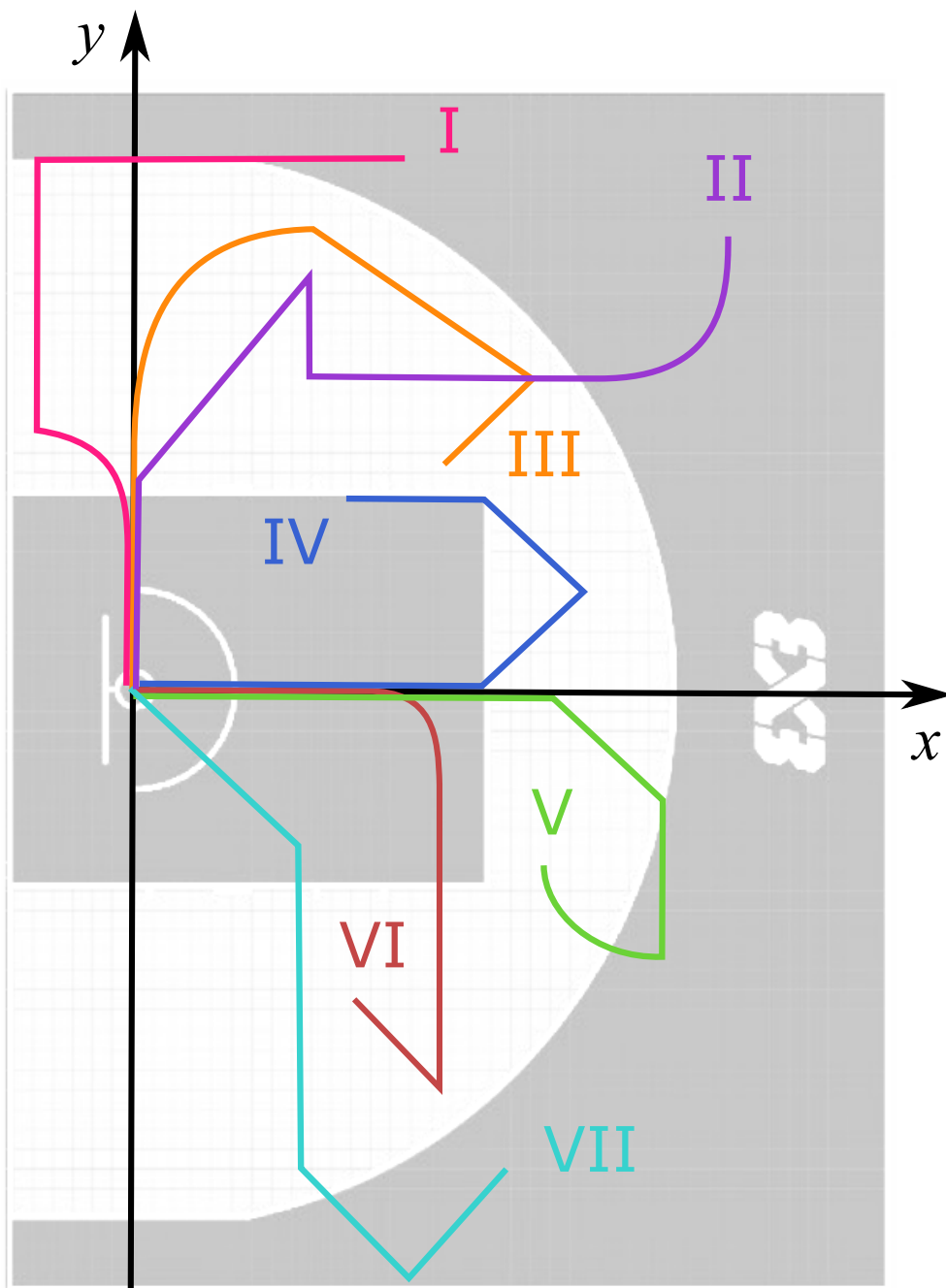
- Vienmērīga
- Vienmērīgi paātrināta
- Vienmērīgi palēnināta
- Nevienmērīgi paātrināta
- Kārlis stāv uz vietas
- No grafika nav iespējams pateikt

(C.3) (1 punkts) Cik garu ceļu (m) Kārlis veica laika posmā no 0 s līdz 1 s?

(C.4) (1 punkts) Cik garu ceļu (m) Kārlis veica laika posmā no 2.5 s līdz 3 s?

(C.5) (1 punkts) Kā izskatās Kārļa trajektorija uz laukuma? Izvēlieties attiecīgo skici. Pievērsiet uzmanību, ka skices ir aptuvenas un tāpēc **tās nevar izmantot iepriekšējo punktu risināšanā.**

- I
- II
- III
- VI
- V
- VI
- VII



Attēls 4: Kārļa kustības trajektorijas varianti

## 10-2 Lidmašīnas kustība

A. Lidmašīna uz skrejceļa, nepacēlusies gaisā, spēj paātrināties ar  $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$ . Ja nepieciešams, tā spēj bremsēt ar  $a_2 = 8 \text{ m/s}^2$ .

(A.1) (1 punkts) Cik ilgs laiks (s) lidmašīnai nepieciešams, lai no miera stāvokļa sasniegtu  $v = 500 \text{ km/h}$ ?

(A.2) (1 punkts) Cik garu ceļu (m) lidmašīna būs veikusi, kad sasniegs  $v = 500 \text{ km/h}$ , ja tā paātrinās ar pilnu jaudu?

(A.3) (1 punkts) Ja lidmašīna ir uzņēmusi ātrumu  $v = 500 \text{ km/h}$ , aprēķini visīsāko bremsēšanas ceļu (m), kas tai nepieciešams, lai apstātos.

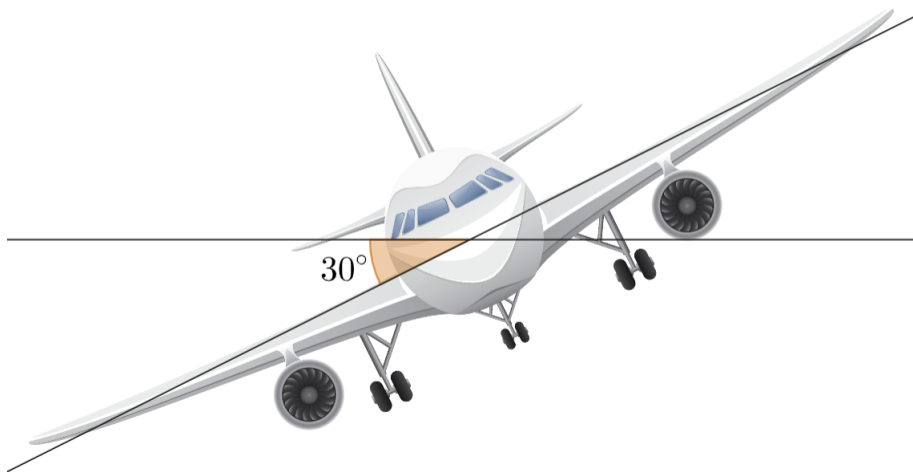
Skrejceļa kopgarums ir  $L = 2.5 \text{ km}$ . Lidmašīna uzsāk pilnas jaudas ieskriešanos no viena skrejceļa gala.

(A.4) (1 punkts) Aprēķini mazāko ātrumu  $v_1$  (m/s), pēc kura sasniegšanas lidmašīna vairs nebūtu spējīga apstāties uz skrejceļa.

Kad lidmašīna sasniedz ātrumu  $v_r = 60 \text{ m/s}$ , tā uzsāk pacelšanās manevru – 5 sekunžu laikā no maina savu kustības virzienu no pilnīgi horizontāla uz  $10^\circ$  pret horizontu. Lidmašīnas kustības ātruma modulis manevra laikā nemainās.

(A.5) (1 punkts) Aprēķini lidmašīnas centrīces paātrinājumu ( $\text{m/s}^2$ ) pacelšanās laikā.

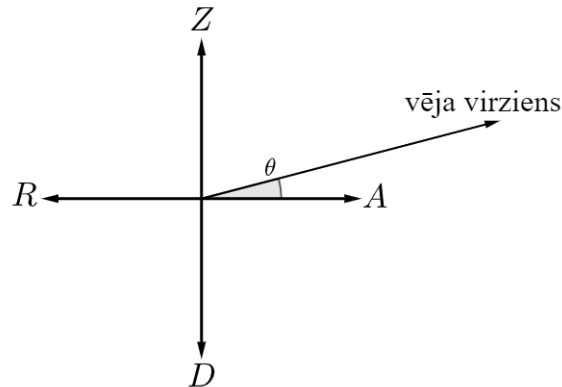
Kad lidmašīna ir pacēlusies un lido horizontāli ar ātrumu  $v = 720 \text{ km/h}$ , tai jānomaina lidošanas virziens uz pretējo jeb jāapgriežas par  $180^\circ$ . Pagriezienu laikā lidmašīnas spārni veido  $30^\circ$  leņķi pret horizontu, kā parādīts attēlā.



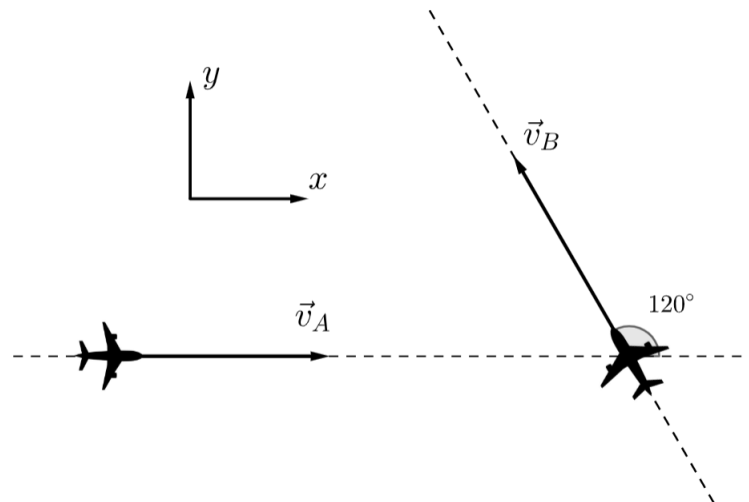
(A.6) (1 punkts) Cik ilgā laikā (s) lidmašīna veiks pagriezienu? Brīvās krišanas paātrinājums ir  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

B. Lidmašīnai jāveic 800 km precīzi ziemeļu virzienā. Lidmašīnas ātrums attiecībā pret gaisu ir 800 km/h.

- (B.1) (1 punkts) Cik ilgā laikā lidmašīna spēs veikt doto distanci, ja vēja ātrums ir 100 km/h virzienā uz austrumiem? Atbilde tiek pieņemta ar precizitāti  $\pm 6$  sekundes.
- (B.2) (1 punkts) Kādam jābūt vēja virzienam, lai lidmašīna, lidojot taisnā virzienā, veiktu šo distanci precīzi 1 stundā? Virzienu izsaki grādos no austrumu virziena, kā parādīts attēlā. Vēja ātrums ir 100 km/h.



- C. Divas lidmašīnas — A un B — lido vienādā augstumā, bet dažādos virzienos. Brīdī, kad B šķērso lidmašīnas A trajektoriju, attālums starp tām ir  $L = 1$  km. Attiecībā pret zemi lidmašīnas A ātrums ir  $v_A = 220$  m/s, bet B —  $v_B = 250$  m/s. Leņķis starp šiem ātrumiem ir  $120^\circ$ , kā parādīts attēlā.



- (C.1) (1 punkts) Cik liels ir lidmašīnu savstarpējais ātrums  $|\vec{v}_A - \vec{v}_B|$  (m/s)?
- (C.2) (1 punkts) Aprēķini mazāko attālumu (m) starp lidmašīnām turpmākās kustības laikā.

### 10-3 Bumbiņa kā aizbāznis

Vai esi pamanījis, ka reizēm bumbiņa, kam ir mazāks blīvums kā ūdenim, neuzpeld, bet paliek vannas dibenā? Šajā uzdevumā apskatīsim, kā tas ir iespējams un kādiem nosacījumiem ir jāizpildās.



Bumbiņa atrodas baseinā, kurā ir ūdens ar blīvumu  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Ūdens dziļums ir  $h = 3.0 \text{ m}$ . Ja nepieciešams vari izmantot, ka brīvās krišanas paātrinājums ir  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .

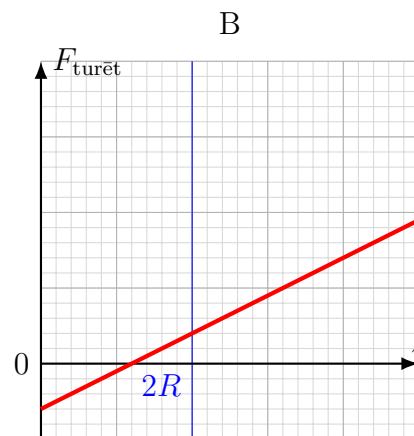
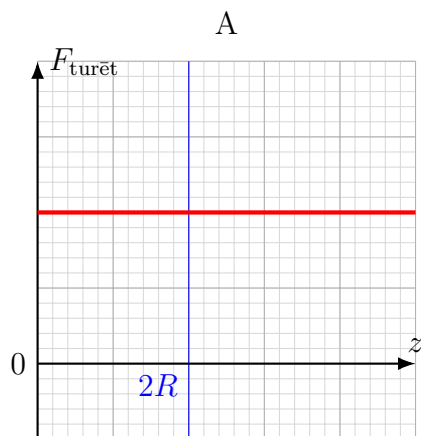
A. Vispirms apskatīsim gadījumu, kad bumbiņa atrodas ūdenī un peld. Bumbiņas masa ir  $m = 5.0 \text{ g}$  un bumbiņas tilpums ir  $V = 0.524 \text{ L}$ .

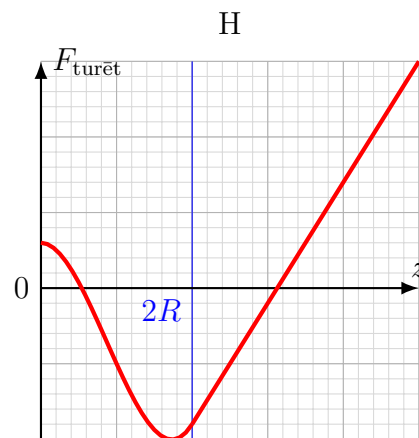
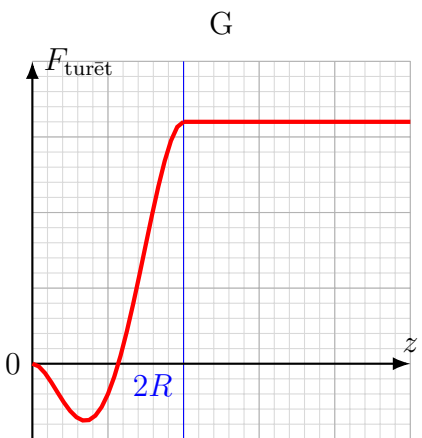
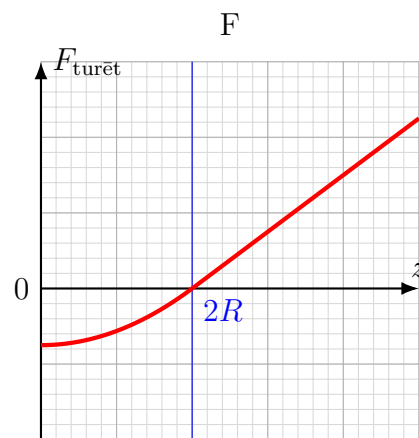
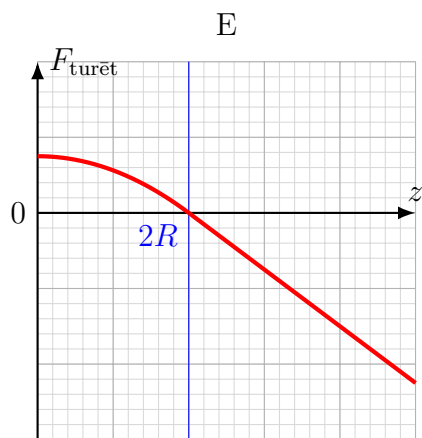
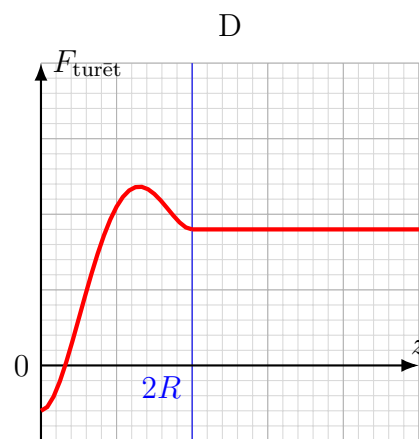
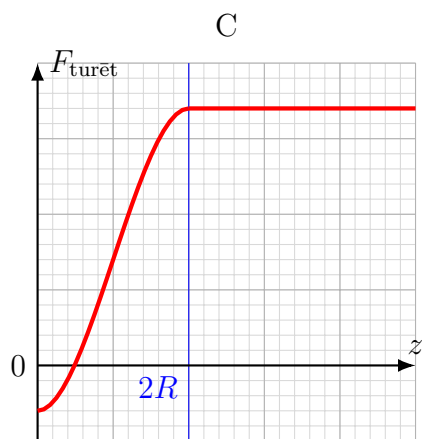
(A.1) (1 punkts) Cik liels bumbiņas tilpums (litros) atrodas ūdenī zem ūdens līmeņa?

(A.2) (1 punkts) Bumbiņu pastumj zem ūdens un notur kādu laiku zem ūdens. Cik liels ir spēks (N), ar kuru var noturēt bumbiņu nekustīgu, kad tā pilnībā atrodas zem ūdens? Var pieņemt, ka bumbiņa netiek deformēta.

(A.3) (1 punkts) Kurš grafiks vislabāk parāda spēka  $F_{\text{turēt}}$ , ar kādu jātur bumbiņa, lai to noturētu dziļumā  $z$ , kur  $z$  ir bumbiņas zemākā punkta attālums līdz ūdens virsmai?

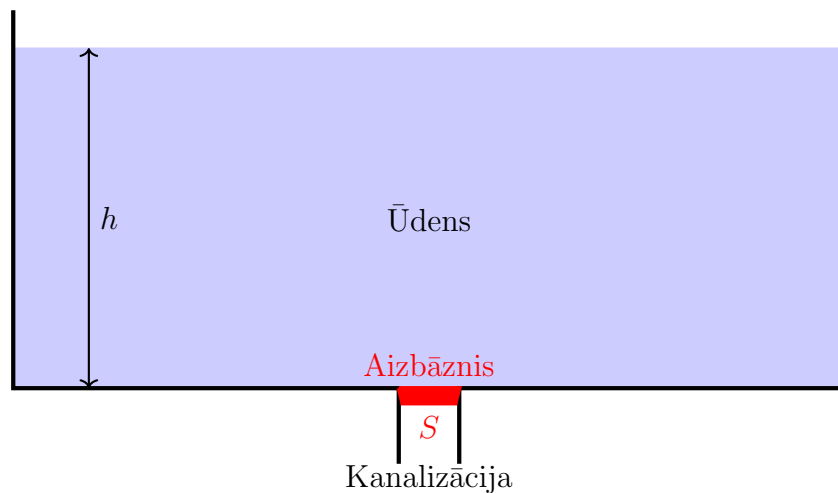
$z = 0$  nozīmē, ka bumbiņa tikai pieskaras ūdens virsmai un  $z = 2R$  nozīmē, ka bumbiņa atrodas pilnībā iegremdēta ūdenī ( $2R$  ir bumbiņas diametrs) un tikai pieskaras gaisam. Pozitīvs spēks  $F_{\text{turēt}}$  nozīmē, ka jāpieliek spēks virzienā uz leju, lai bumbiņu noturētu dotajā dziļumā un negatīvs spēks  $F_{\text{turēt}}$  nozīmē, ka jāpieliek spēks virzienā uz augšu, lai bumbiņa nekristu uz leju.





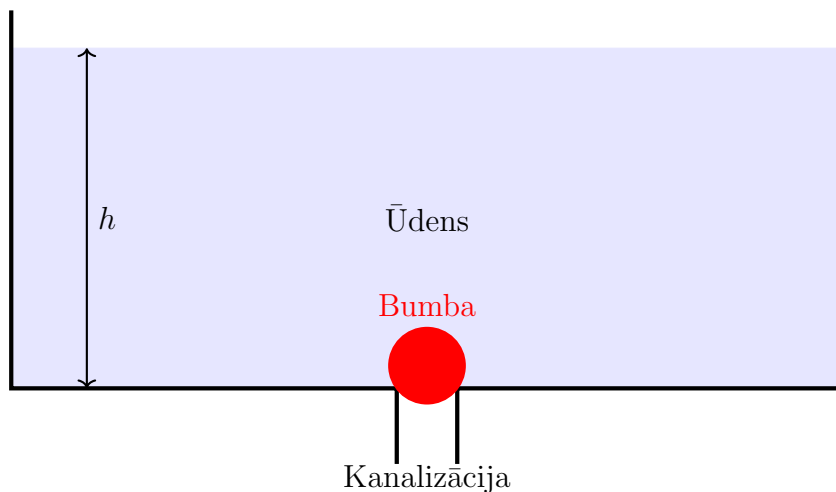


- B. Baseina dibenā ir kanalizācijas caurums pa kurieni, ja nepieciešams, var izlaist ārā no baseina ūdeni. Lai ūdens netecētu ārā, caurums baseina dibenā ir aiztaisīts ar apaļu aizbāzni, kura rādiuss ir  $r = 4.0$  cm.

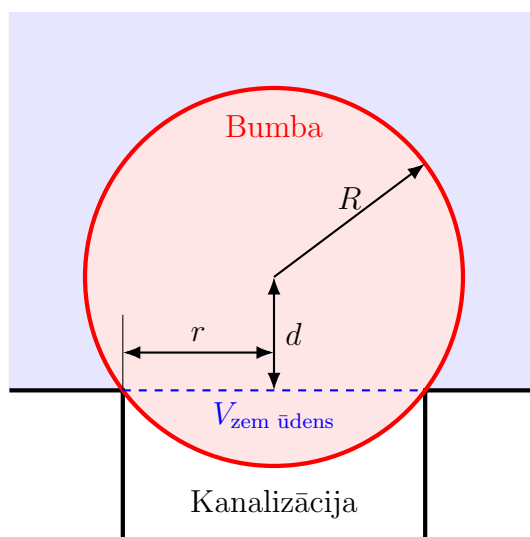


- (B.1) (1 punkts) Cik liels ir ūdens spiediens (Pa) baseina dibenā?
- (B.2) (1 punkts) Ja ūdens spiediens baseina dibenā ir  $p = 5.0 \cdot 10^3$  Pa (vērtība var atšķirties no iepriekš izrēķinātās), ar cik lielu spēku (N) ūdens spiež uz aizbāzni?

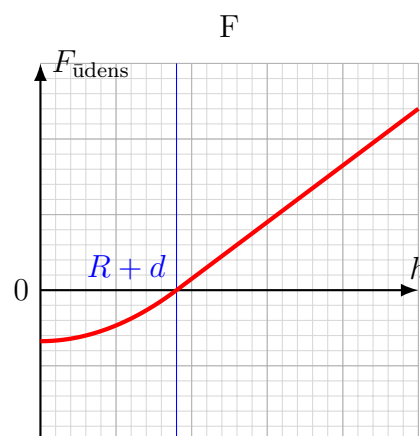
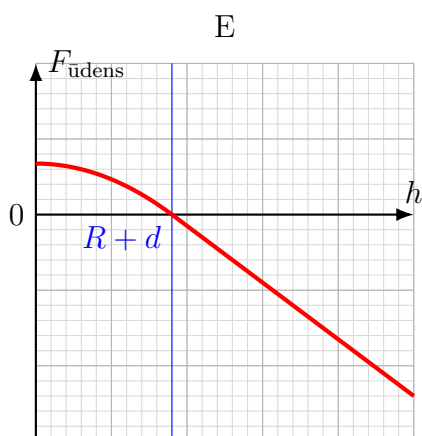
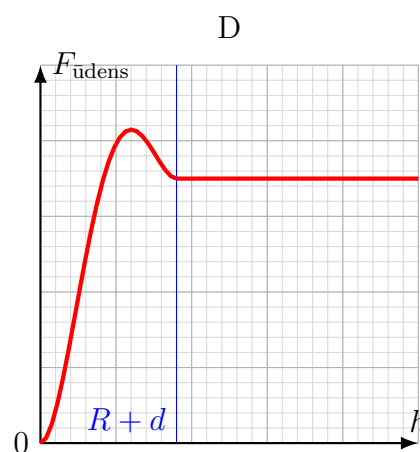
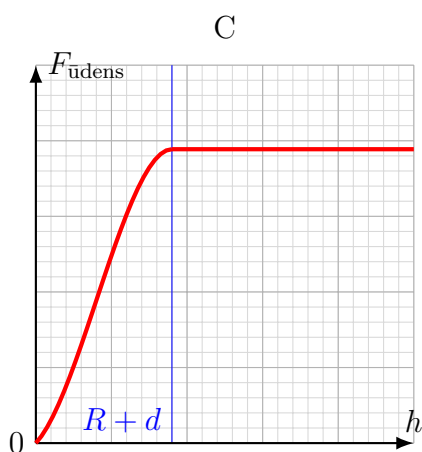
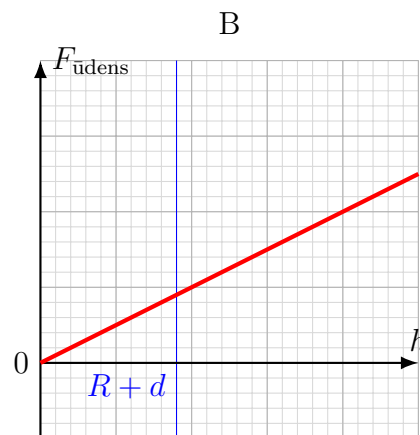
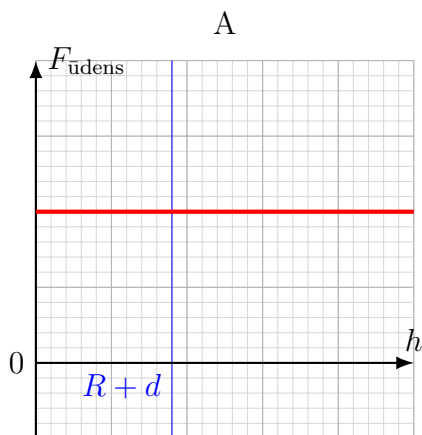
C. Tālāk baseina aizbāzni aizstāj ar A daļā apskatīto bumbiņu. Bumbiņas masa ir  $m = 5.0$  g.

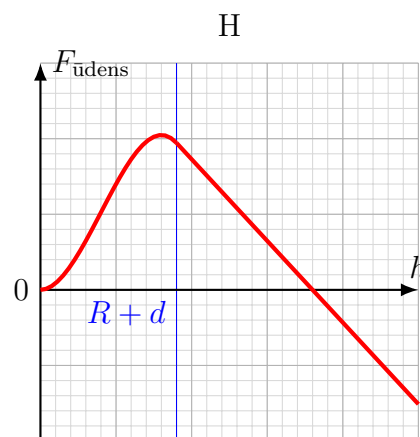
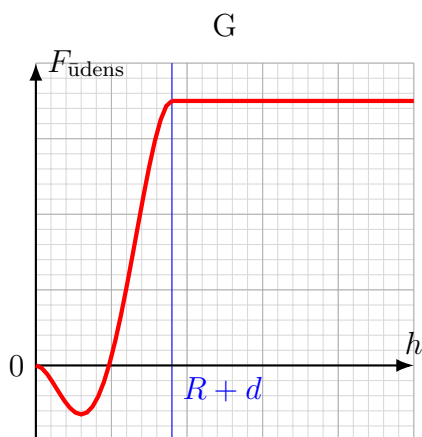


Zināms, ka 10.4% no bumbiņas tilpuma atrodas zem baseina grīdas līmeņa ( $V_{\text{zem ūdens}} = 0.104V$ , kur  $V$  ir pilnais bumbiņas tilpums). Bumbiņas rādiuss ir  $R = 5.0$  cm, bumbiņas centra attālums līdz baseina grīdai ir  $d = 3.0$  cm, kanalizācijas caurules rādiuss ir  $r = 4.0$  cm. Zem bumbiņas (zem ūdens līmeņa, kur ir kanalizācija) ūdens neatrodas.



(C.1) (1 punkts) Kurš grafiks vislabāk parāda ūdens radītā spēka uz bumbiņu  $F_{\text{ūdens}}$  atkarību no ūdens līmeņa baseinā  $h$ ? Par pozitīvu uzskatīsim ūdens radīto spēku, ja tas vērsts virzienā uz augšu, un par negatīvu, ja tas vērsts virzienā uz leju.





- (C.2) (1 punkts) Pieņem, ka ūdens līmenis ir mainījies un B.2 jautājumā izrēķinātais spēks ir  $F = 5.92 \text{ N}$  (vērtība var atšķirties no iepriekš izrēķinātās). Ar cik lielu spēku (N) ūdens iedarbojas uz bumbiņu, ja ūdens dziļums ir  $h = 12 \text{ cm}$ ?
- (C.3) (1 punkts) Cik lielam jābūt maksimālajam ūdens dziļumam (cm), lai bumbiņa vēl varētu uzpeldēt?
- (C.4) (1 punkts) Cik liels ir ūdens augstums  $h$  (cm), kad ir vislielākais ūdens cēlējspēks, kas darbojas uz bumbiņu virzienā uz augšu?
- (C.5) (1 punkts) Kā izrādās, tad C daļā aprakstītajā situācijā bumbiņa neuzpeldēs (pie jebkura ūdens līmeņa augstuma) tikai, ja bumbiņas blīvums būs lielāks par kādu kritisko vērtību  $\rho_{\text{kritiskais}}$ . Aprēķini kritisko bumbiņas blīvumu  $\rho_{\text{kritiskais}}$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )!