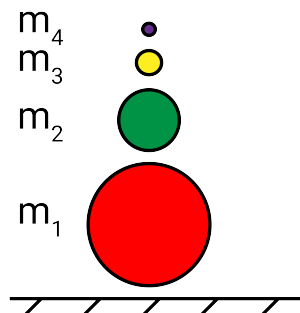


## Galileja Lielgabals

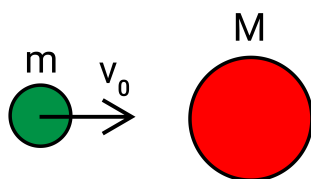
11 punkti

Šajā uzdevumā apskatīsim plaši izplatītu fizikas demonstrāciju, ko dažkārt dēvē par Galileja Lielgabalu. Galileja Lielgabals sastāv no vairākām lodveida bumbām, kas novietotas viena uz otras. Katra nākamā bumba ir daudz mazāka par iepriekšējo, tādējādi izveidojot tornim līdzīgu sistēmu, kas redzama attēlā zemāk.

Kad šī sistēma tiek palaista brīvā kritienā, tā saduras ar zemi un augšējā bumbiņa uzlido ļoti augstu.



**A** Sākotnēji apskatīsim vispārīgu sadursmi starp diviem ķermeņiem, kuru masas ir attiecīgi  $m$  un  $M$ . Zinot, ka sadursme starp šiem ķermeņiem ir pilnīgi elastīga un ka masas  $M$  sākotnēji ir nekustīga, savukārt masa  $m$  pārvietojas ar ātrumu  $v_0$ :



**A1** Nosaki masas  $m$  ātrumu pēc sadursmes  $v_1$ !

3 punkti

**A2** No iepriekšējā punkta, nosaki masas  $m$  ātrumu  $v_1$ , ja  $M$  ir daudz lielāks par  $m$ , proti  $M \gg m$ !

1 punkts

**B** Tagad apskatīsim Galileja Lielgabalu, kas sastāv no 4 dažāda izmēra bumbām. Sistēma tiek atlaista no augstuma  $h = 1\text{m}$  un tā ir pietiekami maza, lai neņemtu vērā dažādu bumbiņu augstuma atšķirības. Pieņem, ka visas sadursmes ir pilnīgi elastīgas un ka katra nākamā bumba ir ievērojami mazāka nekā iepriekšējā (proti,  $m_1 \gg m_2 \gg m_3 \gg m_4 \gg$ ). Gaisa pretestību neņem vērā.

**B1** Cik ātri kustās 1. bumba tieši pēc sadursmes ar zemi?

1 punkts

**B2** Cik ātri kustās 2. bumba tieši pēc sadursmes ar 1. bumbu?

1 punkts

**B3** Cik augstu uzlidos 4. bumba pēc tam, kad visas savstarpējās sadursmes starp bumbām būs notikušas? Uzzīmē grafiku, kur attēlo visu bumbiņu vertikālo pozīciju pēc laika  $y_n(t)$ .

4 punkti

**B4** Cik augstu uzlidos n-tā bumba vispārīgā Galileja Lielgabalā?

2 punkti

**Vajag tēju!****12 punkti**

Ir nepieciešams uzvārīt tēju. Diemžēl Tu esi meža vidū. Bet par laimi, Tev līdzī ir īpatnēja turbīna, kuru modelēsīm kā vaļēju cilindru ar garumu  $L = 80\text{cm}$  un diametru  $D = 100\text{cm}$ . Pieņemsim, ka cilindra sienas ir ļoti plānas un turbīnas iekšējais mehānisms aizņem ļoti mazu tilpumu - tos var neņemt vērā. Šī turbīna no ūdens plūsmas un krituma spēj ģenerēt elektrību. Tev līdzī ir arī krūze ar ietilpību  $V_K = 300\text{ml}$ .

Ūdens īpatnējā siltumietilpība  $C = 4200\text{J/kgK}$  un īpatnējais iztvaikošanas siltums ir  $L = 22,6 * 10^5\text{J/kg}$ .



**A** Vispirms pamēģināsim ražot elektrību no straumes plūsmas. Pieņemsim, ka turbīna samazina tai cauri ejošā ūdens ātrumu par  $k = 5\%$  un tās lietderības koeficients  $\eta_1 = 90\%$ . Tu esi atradis strautu, kurā ūdens plūst ar ātrumu  $v_1 = 9\text{km/h}$ . Tev līdzī ir arī vienkārša tējkanna, kura strādā ar jaudu  $P_T = 2\text{kW}$ .

**A1** Cik J enerģijas dotu viens kg ūdens izejot cauri turbīnai? *1 punkts*

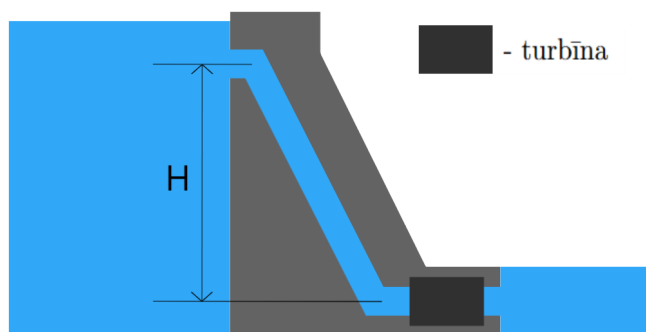
**A2** Kāds ir ūdens masas plūsmas ātrums šajā strautā Atbildi izsaki kg/s! *2 punkti*

**A3** Kādu jaudu nodrošina turbīna šajā strautā? *2 punkts*

**A4** Ja tev būtu atbilstošas jaudas tējkanna, cik ilgā laikā uzvārītos viena krūze ūdens, kura sākuma temperatūra  $T_1 = 25^\circ\text{C}$ ? Atbildi sniedz minūtēs! *1 punkts*

**A5** Kāds ir ūdens ātrums (km/h) lēnākajā strautā, kurā varētu uzvārīt ūdeni ar  $2\text{kW}$  tējkannu? *1 punkts*

**B** Tu izlem uzbūvēt dambi, kurš ražo enerģiju no ūdens potenciālās enerģijas. Tā kritums ir  $H = 1,5\text{m}$ . Lietderības koeficients turbīnai šādā režīmā ir  $\eta_2 = 40\%$ .



- B1** Par cik  $J$  izmainās potenciālā enerģija 1l ūdens iztekot cauri dambim un turbīnai? *1 punkts*
- B2** Pieņemot, ka caur dambi iztek ūdens masas plūsma ar ātrumu  $vm_d = 90t/min$ , kādu jaudu spēs nodrošināt turbīna? *1 punkts*
- B3** Cik cilvēkus gadā varētu apgādāt šāda turbīna, pieņemot, ka katrs cilvēks vidēji patērē  $E_1 = 8000kWh$  gadā? Pieņemsim, ka enerģijas sadala optimāli - visa saražotā enerģija tiek izmantota. Atbildi izsaki vesalos skaitļos, noapaļojot uz leju! *1 punkts*
- B4** Tu izmanto vienu ceturtdaļu no šīs jaudas, lai darbinātu tējkannu. Cik ilgā laikā uzvārīsies viena krūze ūdens? Ūdens sākuma temperatūra  $T_1 = 25^\circ C$ . Atbildi sniedz sekundēs! *1 punkts*
- B5** Diemžēl rēķināšanas laikā ūdens jau sāka iztvaikot. Zinot, ka trešdaļa ūdens iztvaikoja, cik ilgi Tu rēķināji? Atbildi sniedz sekundēs! *1 punkts*

## Zogam akmeni

12 punkti

Citplanētieši apciemo Zemi un vēlas paņemt dažus akmeņus paraugus, īpaši viņiem interesē zemūdens akmeņi. Tie parasti atrodas pie ūdenstilpju dibieniem. Taču viņu kuģis nosēsties uz Zemes virsmas nevar, tādēļ viņi izmēģina citas transporta metodes.

Uzdevumā pieņemiet, ka  $g = 9,81m/s^2$ .

**A** Citplanētieši vēlas iegūt kāda zemūdens akmeņus eksemplāru. Tā blīvums  $\rho_a = 1,1g/cm^3$ . Lai to izdarītu viņi izmanto kvadrātveida koka plāksni, kuru iegremdē ūdenī līdz ūdenstilpnes dibenam, pagaida, līdz uz tās ūdens plūsmas uzskalo akmeni, un tad palaiž vaļā. Koka blīvums  $\rho_k = 600kg/m^3$

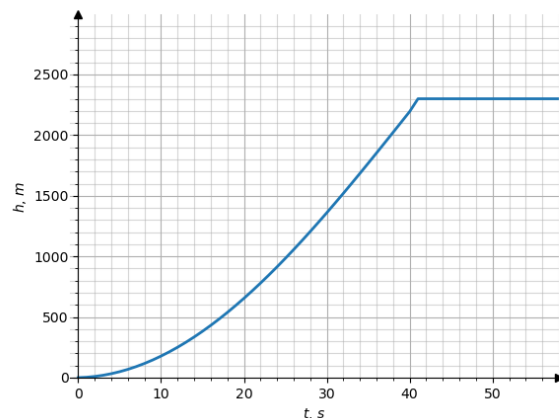
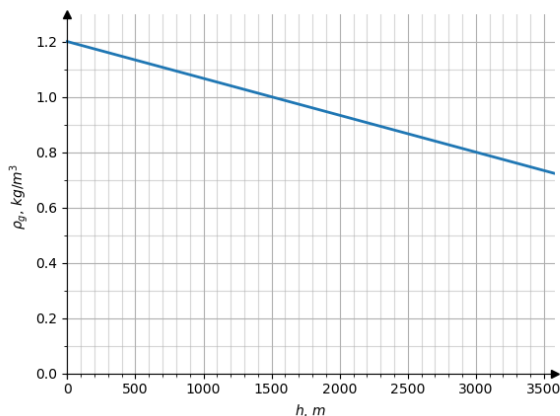
**A1** Cik dziļā ūdenstilpē jāiegremdē plāksne, ja vēlas iegūt akmeni, kas atrodams spiedienā  $p_a = 888kPa$ ? 2 punkts

**A2** Ja plāksnes malas garums  $a = 20cm$ , kāds ir mazākais plāksnes biezums, lai, to palaižot vaļā, tā uzceltu  $m_z = 1,65kg$  smagu akmeni pilnībā virs ūdens? 2 punkts

**B** Tālāk akmeņi jāuzceļ līdz citplanētiešu kuģim... Lai šo izdarītu, citplanētieši izdomājuši izmantot cita veida plāksni - vakuuma kasti. Šaj kastei ir ļoti plānās sieniņas (tik plānās, ka to tilpumu un masu aprēķinos var neņemt vērā), bet iekšā - vakuums. Tāpat kā iepriekšējā reizē akmeni plānots uzcelt uz plāksnes un tad plāksni palaist vaļā.

**B1** Pieņemot, ka plāksnes biezums ir  $b = 50cm$ , un akmeņus masa  $m_a = 1.65kg$ , kādam jābūt paneļa virsmas laukumam, lai plāksne ar akmeni levitētu gaisā tuvu zemes virsmai, kur gaisa blīvums  $\rho_g = 1.2kg/m^3$ ? 2 punkts

**C** Citplanētieši saprata, ka tik smagu akmeni būs grūti uzcelt, tādēļ paņēma akmeni ar citu masu. Ceļot, tie mērija gaisa blīvumu, augstumu un celšanās laiku iegūstot šādus grafikus.



Citplanētiešu kuģis atrodas 3000m augstumā virs jūras līmeņa. Viņi izmanto vakuuma plāksni ar virsmas laukumu  $S = 4m^2$  un biezumu  $h = 0.5m$ .

**C1** Aprakstiet gaisa blīvuma  $\rho, kg/m^3$  atkarību no augstuma  $h, m$  ar vienādojumu formā  $y = c - kx$ , kur  $y$  ir  $\rho$  skaitliskā vērtība  $kg/m^3$  un  $x$  ir  $h$  skaitliskā vērtība metros! 1 punkts

**C2** Kas notiek 41-tajā sekundē?

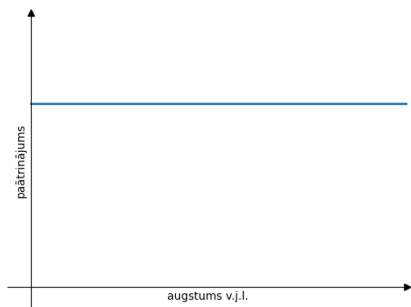
0.5 punkti

**C3** Cik liels ir plāksnes un akmens kopējais blīvums?

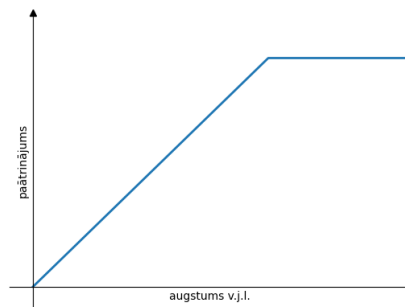
0.5 punkti

**C4** Kurš no grafikiem patiesi apraksta plāksnes un akmens paātrinājuma  $a$  atkarību no augstuma virs jūras līmeņa  $h$ ?

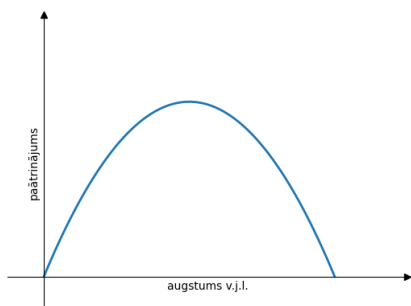
1 punkts



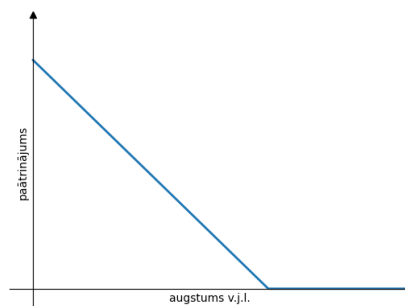
(a)



(b)



(c)



(d)

**C5** Cik smags akmens tika celts?

2 punkts

**C6** Kāda ir smagākā akmens masa, kuru iespējams ar doto plāksni uzcelt līdz citplanētiešu kuģim?

1 punkts

## Latvijas oranžais zelts

14 punkti

Jaunais fiziķis Toms ir atradis lādi ar metāla monētām. Palīdzēsim viņam saprast, kas tas ir par metālu.

Lādē Toms ir atradis arī vēstuli, kurā bija rakstīts, ka monētas sastāv no metāla, kas ir veidots no \*\* atomiem ar rādiusu  $r = 116,01pm$  \*CC izkārtojuma (ar \* tiek apzīmētas vietas, kur papīrs bija bojāts un nevarēja saprast, kas par simbolu tur bija rakstīts).

**A** Sākumā Toms nolēma eksperimentāli izmērīt metāla blīvumu. Viņš pieņēma, ka monēta ir cilindrs un izmērīja to augstumu  $h = 2,0mm$  un pamata diametru  $d = 2,00cm$ . Arī jaunais gudrinieks noteica monētas masu:  $m = 5,630g$ .

**A1** Kāds ir metāla blīvums  $\rho$ ? 1 punkts

**A2** Kā Toms varētu vienkāršot savu pētījumu, samazinot mērījumu skaitu? 1 punkts

**B** Toms ir dzirdējis par BCC (Body-Centered Cubic - kubiskā tilpumcentrējuma) kristāliem, kuru struktūra ir parādīta attēlā pa kreisi. Viņš pieņēma, ka metāla kristāliskā struktūra ir tieši šāda.

**B1** Cik metāla atomi ir vienā BCC šūnā? 2 punkti

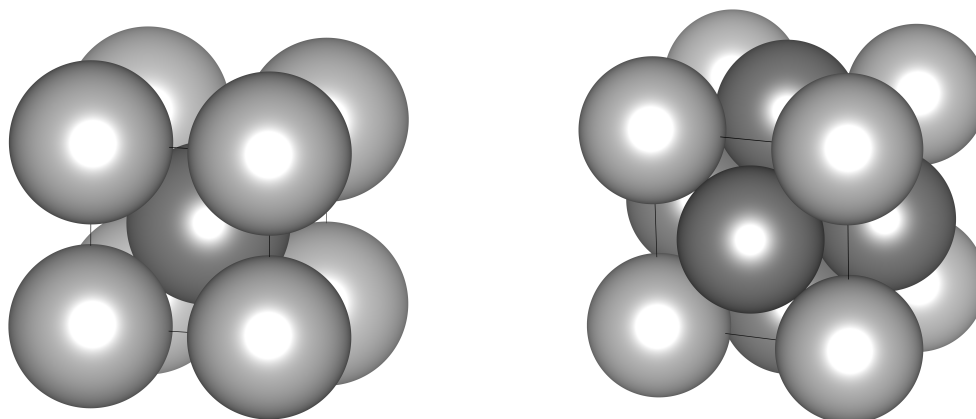
**B2** Zinot, ka Pitagora teorēma strādā arī trīsdimensionālā gadījumā (tas ir, taisnstūra paralēlskaldņa ar malām  $a$ ,  $b$  un  $c$  diagonāles garums ir  $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ ), izmantojot Avogadro konstanti un noteikto A punktā blīvumu, aprēķiniet metāla molmasu ( $\frac{g}{mol}$ )! Kas tas ir par metālu? 3 punkti

**C** Tomēr jaunais gudrinieks atcerējās par FCC (Face-Centered Cubic - kubiskā skaldņcentrējuma) kristāliem, kuru struktūra ir parādīta attēlā pa labi.

**C1** Cik metāla atomi ir vienā FCC šūnā? 2 punkti

**C2** Izmantojot Avogadro konstanti un noteikto A punktā blīvumu, aprēķiniet metāla molmasu ( $\frac{g}{mol}$ )! Kas tas ir par metālu? 3 punkti

**D** Lādē Toms atrada arī sarakstu ar materiālu īpatnējām pretestībām. Viņš uzzināja, ka B punktā iegūtā metāla īpatnējā pretestība ir  $\rho_1 = 1,25 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$ , bet C punktā iegūtā metāla īpatnējā pretestība ir  $\rho_2 = 1,77 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ . Lai saprastu, no kura no diviem metāliem sastāv monētas, Toms pārkausa vienu no tām par vadu ar garumu  $l = 15cm$ . Vada galiem viņš pieslēdza spriegumu  $U = 0,01V$  un izmērīja strāvas stiprumu caur vadu:  $I = 15,777A$ . Kurš no metāliem ir pareizs? Uzrakstiet teikumu no lādē atrastās vēstules, \* vietās ierakstot pareizos simbolus! 2 punkti



**Zirnekļi****8 punkti**

Uz viendimensionāla (taisnes nogrieznis) koka gabala ar garumu  $L = 10$  cm skraida  $N = 10$  pilnīgi vienādi zirnekļi (zirnekļus mēs modelēsim kā punktus kuriem piemīt vienāda masa, kustības ātrums). Kad zirneklis sasniedz koka gabala galu, tas nokrīt lejā un vairs nevar atgriezties atpakaļ. Kad divi zirnekļi satiekss vienā koka gabala punktā, katrs no zirnekļiem pagriežas un turpina kustību ar tādu pašu ātruma kā pirms sadursmes, tikai pretējā virzienā (ja pirms sadursmes zirnekļi skrēja pa labi - pēc viņš skries pa kreisi). Sākuma laika brīdī  $t = 0$  s zirnekļi atrodās nejaušajās vietās gar koka gabalu, viņu ātrumu lielumi ir vienādi ar  $v = 5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ , ātrumu virzieni arī tiek sadalīti nejauši. Pēkšņi zirnekļi sāk skriet. Kāds ir minimāls laiks, kuram ir jāpaiet, lai uz koka gabala nepaliktu neviena zirnekļa? Paskaidrojiet savu atbildi!

*8 punkti*

**Lidmašīna****8 punkti**

Dodoties lidojumā no Rīgas uz Higsabezoni, Edgars nolēma sekot līdzi visai informācijai, kas ir pieejama lidmašīnā par degvielas patēriņu un dažādos lidojuma brīžos pārlicināties, vai lidmašīnā ir pietiekošas degvielas rezerves, lai aizlidotu līdz galamērķim.

Edgars lidmašīnas tehniskajā dokumentācija izlasīja, ka lidmašīna paredzētais komerciālo lidojumu attālums ir 4575 km. Lidmašīna lido ar 870 km/h lielu ātrumu attiecībā pret gaisu un tās degvielas patēriņš ir 2200 litri stundā.

**A** Aprēķināt, cik litri degvielas tiek sadedzināti, lidmašīnai veicot 4575 km lielu attālumu. *1 punkts*

**B** Ir zināms, ka lidmašīnai ir degvielas rezerve, taču Edgars nekur neatrada informāciju, cik tieši liela ir degvielas rezerve. Neilgi pēc pacelšanās, lidmašīnas pilots paziņoja, ka lidosim ar nelielu likumu, tāpēc paredzamais lidojuma attālums palielinājās līdz 5000 km. Aprēķināt, cik litru liela degvielas rezerve ir vajadzīga, lai aizlidotu uz Higsabezoni. *1 punkts*

**C** Edgars pieņēma, ka degvielas rezerve ir tieši tik liela, lai lidmašīna varētu droši nolidot šo 5000 km lielo attālumu. Nolidojot 2500 km, sāka pūst ceļavējš ar ātrumu 130 km/h. Kāds būs lidojumā kopējais iztērētais degvielas daudzums, ja ceļavējš pavadīs lidmašīnu līdz galamērķim? *1 punkts*

**D** Tomēr ceļa posmā no 4300 km līdz 5000 km, šķērsojot Krāsaino jūru, parādījās spēcīgs pretvējš: 200 km/h. Kāds ir paredzamais kopējais degvielas patēriņš, ja pretvējš ir visu atlikušo lidojuma laiku. *1 punkts*

**E** Vai Edgara pieņēmums par sākotnējo degvielas rezervi bija pareizs? *1 punkti*

**F** Cik litrus degvielas lidmašīna iztērēja lidojuma laikā uz vienu pasažieri, ja lidmašīnā atradās 145 pasažieri? *1 punkti*

**G** FKO 5 cilvēku komanda dodas ceļojumā uz apbalvošanas ceremoniju uz Higsabezoni ar vieglo automašīnu, kuras degvielas patēriņš ir 7l uz 100 km. Katrs no jaunajiem fiziķiem ir gatavs šim mērķim piešķirt tieši tik pat daudz degvielas, cik iztērēja lidmašīna uz vienu cilvēku. Vai FKO komandai pietiks degvielas, lai aizbrauktu uz FKO apbalvošanas ceremoniju, ja pieņem, ka attālums, kas braucot jāveic automašīnai, ir par 20% lielāks par attālumu, ko veic lidmašīna, lidojot savu maršrutu? *3 punkti*



**Kinemātika****10 punkti**

Jaunie fiziķi, sākot apgūt fizikas mācību priekšmetu, apskata fizikāla ķermeņa ar masu  $m$  taisnvirziena kustību pa horizontālu virsmu ignorējot berzi un gaisa pretestības. Jaunie fiziķi nolēma pārlicināties, vai viņi izprot sakarības starp šādiem fizikāliem lielumiem:

- Pārvietojums  $s[m]$
- Ātrums  $v[m/s]$
- Paātrinājums  $a[m/s^2]$
- Spēks  $F[N]$
- Jauda  $P[W]$
- Kinētiskā enerģija  $E[J]$

Dotajās sagatavēs uzzīmē savstarpēji atbilstošus grafikus, kas attēlotu, kā šie visi fizikālie lielumi ir savstarpēji saistīti un mainās laikā, situācijā kad kāds no šiem lielumiem ir konstants:

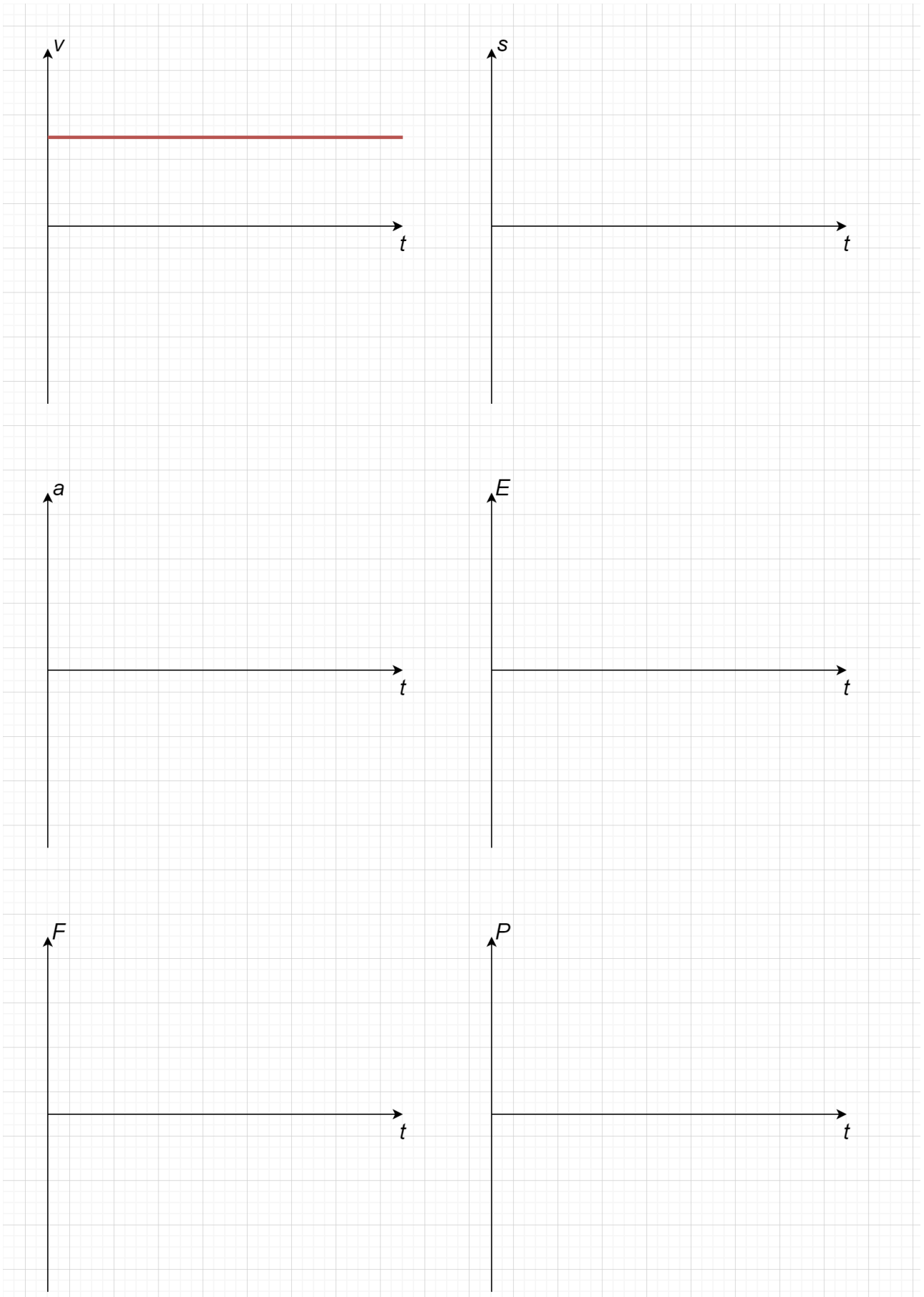
**A** Konstants, pozitīvs ātrums  $v$ .

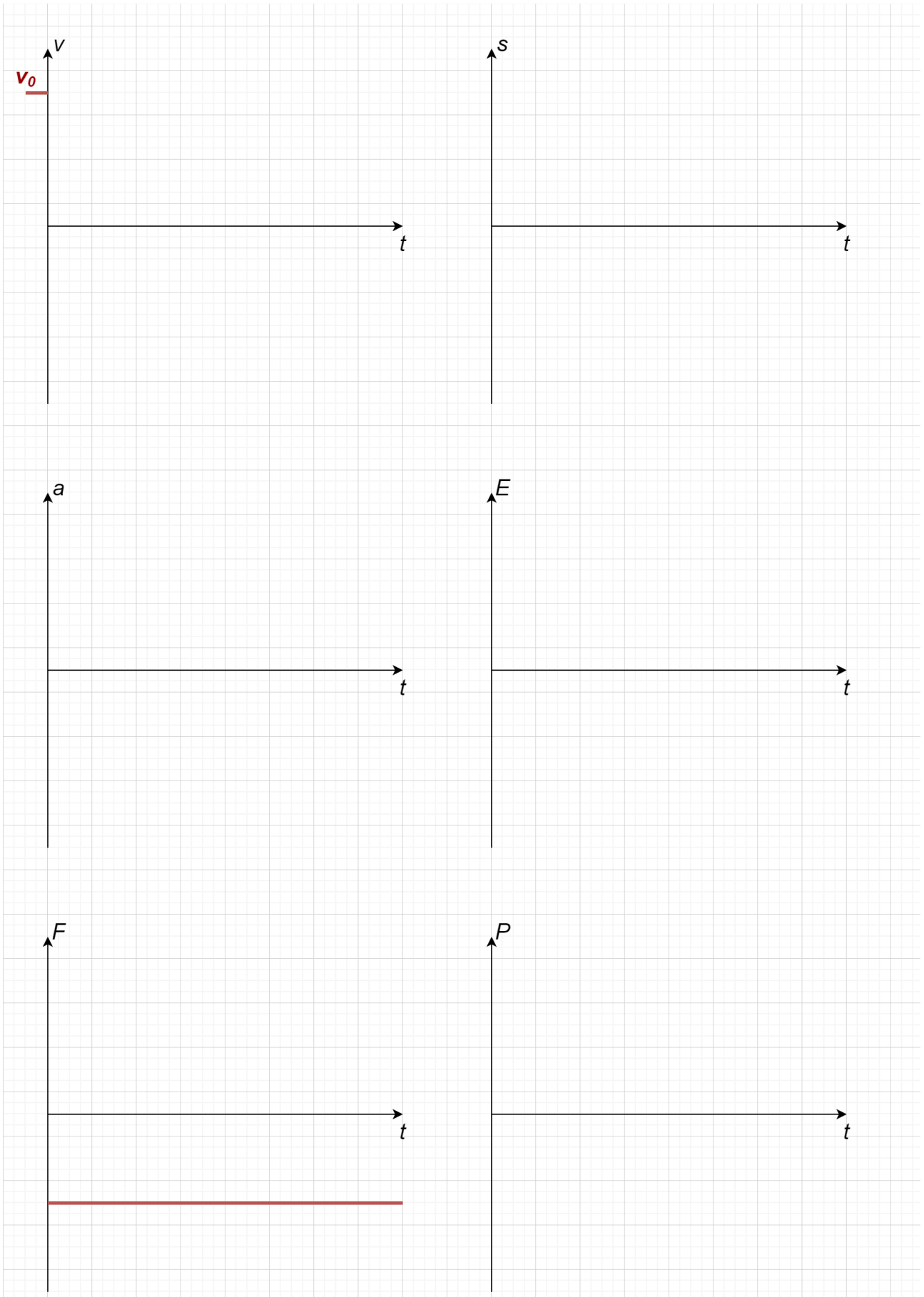
*2.5 punkti*

**B** Sākotnējs, pozitīvs ātrums  $v_0$  un konstants, negatīvs spēks  $F$ .

*7.5 punkti*

Grafikus jāzīmē rūpīgi, lai nepārprotami var saprast līnijas veidu - taisna horizontāla vai taisna slīpa vai izliekta, un, ja izliekta, tad uz kuru pusi. Pie katra grafika pierakstiet formulu, kas to saista ar kādu citu šeit apskatāmo fizikālo lielumu un pamato kāpēc grafiku uzzīmējāt tieši šādi.





**Demonstrējums - Trauslais līdzsvars****10 punkti**

**A** Novēro, ka, tuvinot stieņa atbalstus, tie satiekas zem guļošā stieņa masas centra. Paskaidro, kāpēc tā notiek! Piemini iesaistītās parādības un vienādojumus!

*4 punkti*

**B** Vai šādā veidā var atrast masas centru ķermenim, kura masa nav vienmērīgi sadalīta, t.i., viens gals ir smagāks par otru. Atbilde pamato!

*3 punkti*

**C** Vai šādā veidā varētu atrast masas centru homogēnam (ar vienmērīgi sadalītu masu) ķermenim, ja viens no atbalstiem būtu aptīts ar smilšpapīru. Atbilde pamato!

*3 punkti*

**Eksperiments - Kūstošais Aisbergs****16 punkti**

Dokumentē darba gaitu, uzskatāmi veic nepieciešamos aprēķinus, datu analīzi un eksperimenta izvērtēšanu, kā arī secinājumus.

**Dotie materiāli:** Caurspīdīgs trauks, multimetrs, termopāra vadi.

Ūdens pieejams skolu izlietnēs, ledus gabaliņus var saņemt organizētāju telpā.

*Eksperimenta veikšanai būs nepieciešams arī lineāls.*

Iepazīties ar multimetra lietošanas instrukciju, mērījumu precizitāti. **Uz risinājuma obligāti pie-  
rakstat multimetra numuru!**

**A** Ar multimetru temperatūras mērīšanas režīmā izmēri istabas temperatūru, nosaki absolūto un relatīvo kļūdu. *1 punkti*

**B** Izsaki sakarību traukā ielietā ūdens tilpumam  $V$  atkarībā no ūdens līmeņa augstuma  $h$  dotajam traukam. Pieņem, ka trauka diametrs ir konstants un vienāds ar vidējo starp maksimālo un minimālo diametru. *1 punkti*

**C** Uzraksti darba gaitu eksperimentam, lai noskaidrotu ledus īpatnējo kušanas siltumu  $L$ , t.i., cik daudz džoulu enerģijas nepieciešams, lai vienu kilogramu ledus pārvērstu šķidrā ūdenī. Rakstot darba gaitu un veicot eksperimentu, veic sekojošus pieņēmumus: *5 punkti*

- Nenotiek siltumapmaiņa starp ārējo vidi un sistēmu
- Ledus sākotnējā temperatūra ir  $0^{\circ}\text{C}$

**D** Pēc aprakstītās darba gaitas veic eksperimentu un nosaki ledus īpatnējo kušanas siltumu  $L$ . Dots, ka ūdens īpatnējā siltumietilpība  $C = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ , ūdens blīvums  $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$ . *6 punkti*

**E** Veic secinājumus un priekšlikumus, kā uzlabot eksperimenta precizitāti. *3 punkti*

**Padomi eksperimenta veikšanai:**

- Lejot traukā ūdeni, mēģini izvēlēties tādu temperatūru, lai siltumapmaiņa starp sistēmu un vidi būtu pēc iespējas mazāka.
- Ūdens līmeni traukā var izmērīt vieglāk, pieliekot papīra lapu pie glāzes un veicot atzīmes uz tās.
- Termopāra melno vadu jāpieliek pie multimetra COM kontakta, sarkano - pie  $V\Omega m.A^{\circ}\text{C}$