

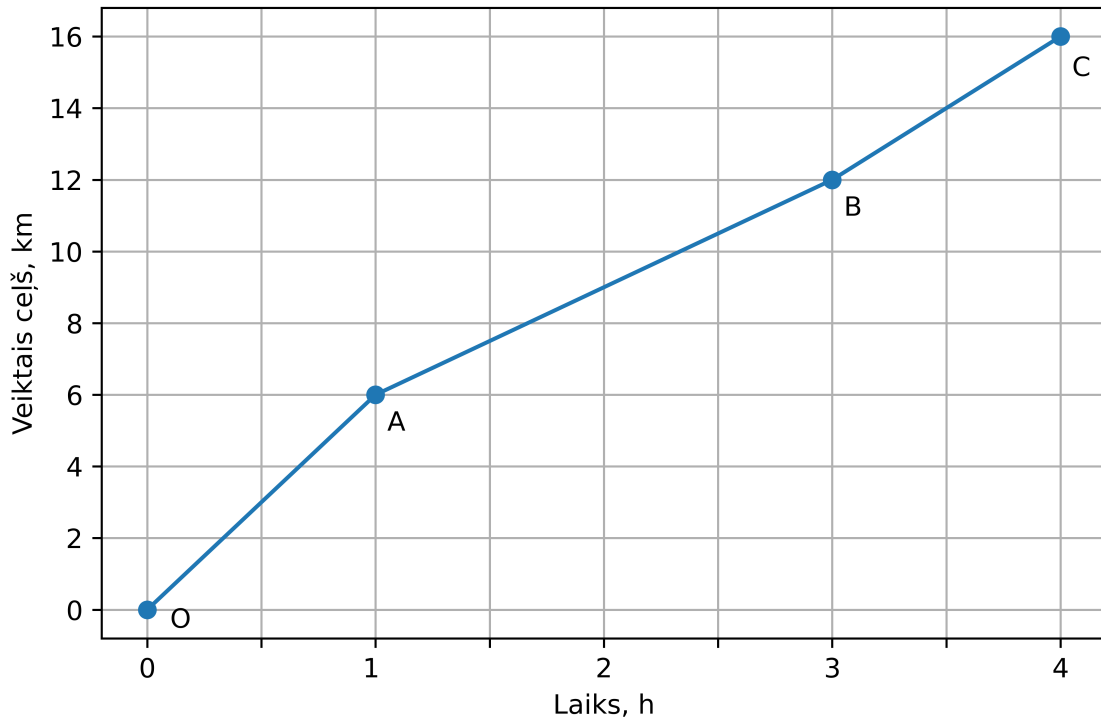


Valsts izglītības satura centrs

Valņu iela 2, Rīga, LV-1050, tālr. 67216500, fakss 67223801, e-pasts: vis@visc.gov.lv, www.visc.gov.lv

Fizikas Valsts 74. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 9. klasei

9-1 Laivu brauciens



- A. Grafikā redzams kādas laivas veiktais ceļš laivu braucienā, airējot pa straumi.
- (A.1) (1 punkts) Cik liels ir laivas kustības vidējais ātrums (km/h) posmā AC?
- (A.2) (1 punkts) Sakārto kustības posmus OA, OB, OC, AB, AC un BC augošā secībā pēc to veikšanas vidējā ātruma, sākot ar mazāko.
- (A.3) (1 punkts) Iepriekš noteici, kurā kustības posmā laivas vidējais ātrums bija vislielākais. Cik liels bija laivas kustības vidējais ātrums (km/h) šajā posmā?
- (A.4) (1 punkts) Kāds ir laivas kustības vidējais ātrums posmā OB? *Vairāki atbilžu varianti var būt pareizi.*

- Mazāks par $3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- Lielāks par $3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- Mazāks par $4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- Lielāks par $4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- Mazāks par $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- Lielāks par $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- Tāds pats kā posmā BC
- Tāds pats kā posmā AC

B. Punktā C laivotāji atpakaļ, ka punktā B atstājuši draugu

- (B.1) (1 punkts) Laivotāji griežas atpakaļ. Pēc cik ilga laika (min) izdosies sasniegt punktu B, ja laivotāji airēs ar ātrumu 5 km/h stāvošā ūdenī, bet jāairē ir pret straumi, kuras ātrums ir 0.25 m/s ?
- (B.2) (1 punkts) Pēc cik ilga laika (min), izbraucot no punkta C, laivotājiem izdosies sasniegt draugu, ja viņš nāks pretī laivotājiem no punkta B? Gan laivotāji, gan atstātais draugs kustību uzsāk vienlaicīgi. Laivas ātrums, braucot pret straumi ir 4 km/h (tas var atšķirties no iepriekšējā punktā aprēķinātā). Drauga kustības ātrums ir 5 km/h .
- (B.3) (1 punkts) Cik lielu attālumu (km) no punkta B līdz satikšanās vietai ar laivotājiem veica draugs, ja viņa ātrums ir 5 km/h , un laivas ātrums, braucot pret straumi, ir $3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (atšķiras no iepriekšējā punktā dotā)?

C. Pēc tam laivotājiem vēlreiz jāsasniedz punkts C.

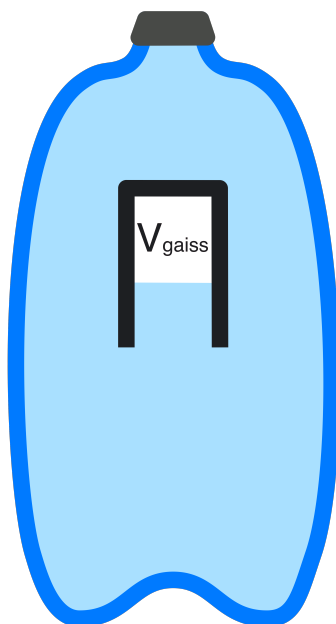
- (C.1) (1 punkts) Cik ilgs laiks (min) paies, laivai veicot posmu $C \rightarrow B \rightarrow C$, ja CB tiek veikts ar ātrumu 4.1 km/h (var atšķirties no iepriekš aprēķinātā), bet ātrums posmā BC būs tāds pats kā grafikā norādītais?
- (C.2) (1 punkts) Cik liels būs straumes ātrums (km/h), ja laivas vidējais ātrums posmā $C \rightarrow B \rightarrow C$ ir 4 km/h (vērtība var atšķirties no dotās iepriekšējos punktos), bet laivas ātrums, braucot pa straumi, bija 6 km/h (vērtība var atšķirties no dotās iepriekšējos punktos)? Pieņemt, ka laivas ātrums stāvošā ūdenī un straumes ātrums kustības laikā bija konstants (nemainīgs).
- (C.3) (1 punkts) Cik ilgs laiks (min) paies, lai no punkta C aizbrauktu pēc atstātā drauga un atpakaļ uz punktu C, ja draugs nāks pretī braucošajai laivai? Pieņemsim, ka draugs bija nogājis 3.0 km (var atšķirties no iepriekš aprēķinātā) un ka laivas vidējais ātrums kustībā pret straumi ir 3.2 km/h (var atšķirties no iepriekš aprēķinātā), bet vidējais ātrums kustībā pa straumi būs tāds pats kā grafikā posmā BC norādītais.

9-2 Dekarta nirējs

Dekarta nirējs ir neliels ķermenis, kas ievietots slēgtā, ar ūdeni pildītā pudelē. Sākotnēji šis ķermenis peld pudeles augšpusē, taču, saspiežot pudeli varam panākt, ka nirējs sāk grimt. Šajā uzdevumā nirēju aplūkosim vienkāršoti - kā kādu ķermeni ar nemainīgu masu, kura tilpums vienāds ar tajā esošā gaisa tilpumu.

$$V_{nirējs} = V_{gaiss} \quad (14)$$

Nirēja un tajā esošā gaisa masa ir $m_{nirējs} = 6 \text{ g}$. Visā uzdevumā pieņemt, ka $\rho_{\text{ūd.}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



Attēls 1: Shematiski attēlots Dekarta nirējs.

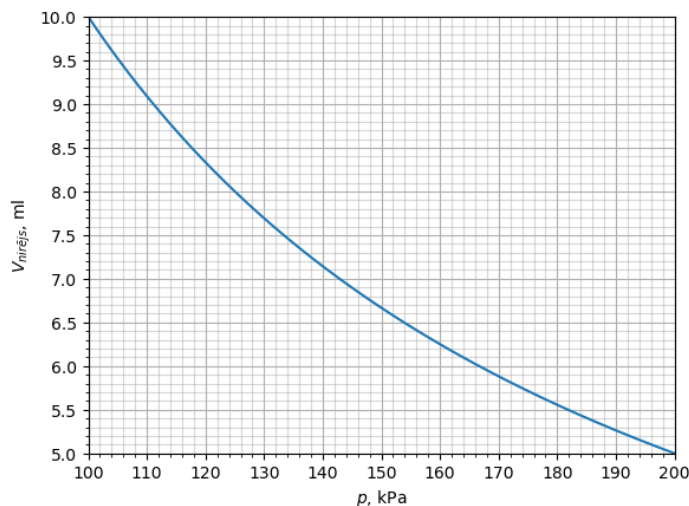
Mājās Dekarta nirēju vari uztaisīt, pārlokot plastmasas salmiņu uz pusēm, un salmiņa galus sastiprinot ar papīra saspraudi.

- A.(A.1) (1 punkts) Nirēja pilnais tilpums $V_{nirējs} = 10 \text{ mL}$ un tas ir pilnībā iegrimis ūdenī. Cik liels Arhimēda spēks (N) uz to darbojas?
- (A.2) (1 punkts) Nirējs sākotnēji atrodas pudeles augšpusē. Kas notiks ar nirēju, ja uz to iedarbosies Arhimēda spēks $F_A = 0.060 \text{ N}$?
- Paliks pudeles augšpusē.
 - Sāks grimt, bet apstāsies pudeles vidus daļā (nenogrims līdz pudeles apakšai).
 - Nogrims līdz pudeles apakšai.
 - Atkarīgs no tā, cik liela nirēja daļa ir iegrimusi.
- (A.3) (1 punkts) Ja nirēja blīvums $\rho_{nirējs} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ un tas atrodas līdzsvara stāvoklī, cik liela daļa nirēja (procentos) ir iegrimusi ūdenī? Šajā punktā pieņemt, ka pudeles augšpusē ir pietiekami daudz gaisa, lai līdzsvara stāvoklī nirējs nepieskartos pudelei.

- (A.4) (1 punkts) Lai panāktu, ka nirējs sāk grimt, pudeli jāspiež. Ja ar vienu plaukstu pudelei pieliek $F = 40\text{N}$ lielu spēku un plauksta un pudeles saskares laukums ir $S = 2\text{dm}^2$, cik lielu spiedienu (kPa) plauksta rada uz pudeli?
- (A.5) (1 punkts) Pēc pudeles saspiešanas nirējā esošā gaisa tilpums kļūva divas reizes mazāks ($0.5V_{gais}$). Cik liels tagad ir nirēja kopējais blīvums (neskaitot ūdeni, kas tajā atrodas)?
- (A.6) (1 punkts) Nirējs sākotnēji atrodas pudeles augšpusē. Pēc saspiešanas nirēja blīvums izmainās uz $\rho = 1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (vērtība atšķiras no iepriekšējā jautājumā aprēķinātās). Kas notiks ar nirēju?
- Paliks pudeles augšpusē.
 - Sāks grimt, bet apstāsies pudeles vidus daļā (nogrims līdz pudeles apakšai).
 - Nogrims līdz pudeles apakšai.
 - Atkarīgs no nirēja tilpuma.

B. Atbilstoši izvēloties nirēja tilpumu un masu, iespējams to izveidot tā, lai nirējs vairs neuznirtu, kad tas ir nogrims līdz pudeles apakšai un pudele vairs netiek saspiesta.

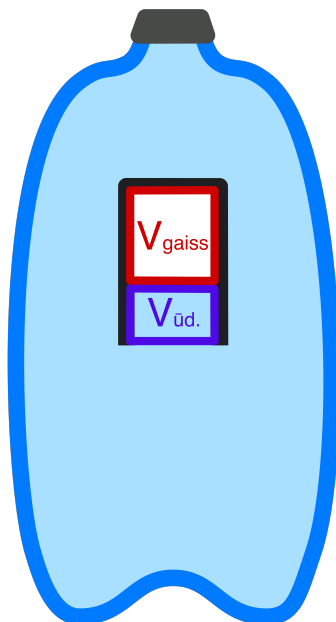
- (B.1) (1 punkts) Nirēja tilpuma atkarība no tajā esošā gaisa spiediena redzama grafikā 2. Cik lielam



Attēls 2: Nirēja tilpuma atkarība no tajā esošā gaisa spiediena.

jābūt gaisa spiedienam (kPa) nirējā, lai tas sāktu grimt?

- (B.2) (1 punkts) Ja kritiskais spiediens, pie kura nirējs sāk grimt ir $p_{krit.} = 170\text{kPa}$ (vērtība atšķiras no iepriekšējā jautājumā noteiktās), cik lielā dziļumā (m) nirējs vairs nevarētu uzpeldēt (pat ja pudeli vairs nespiež)? Atmosfēras spiediens $p_a = 101\text{kPa}$.
- (B.3) (1 punkts) Ja nirējs ir nogrims mazliet zem kritiskā dziļuma, kas jādara, lai tas atkal uznirtu?
- Jāspiež pudeli stiprāk.
 - Jāsamazina spiediens pudelē.
 - Jāatskrūvē pudeles korķis.
 - To nav iespējams izdarīt.



Attēls 3: Shematiski attēlots Dekarta nirējs 2. modelī.

- C. Šo uzdevumu var risināt, izvēloties citu modeli - tādu, kurā nirēja tilpumu veido tajā esošais gaiss un ūdens.

$$V_{nirējs} = V_{gaiss} + V_{ūd.} \quad (32)$$

Līdz šim aplūkoto modeli saucim par 1. modeli, un modeli, kurā nirēja tilpums ir konstants, saucim par 2. modeli.

- (C.1) (1 punkts) Salīdzini lielumus starp modeļiem. Pie katra lieluma norādi modeli, kurā tā vērtība ir **lielāka**.

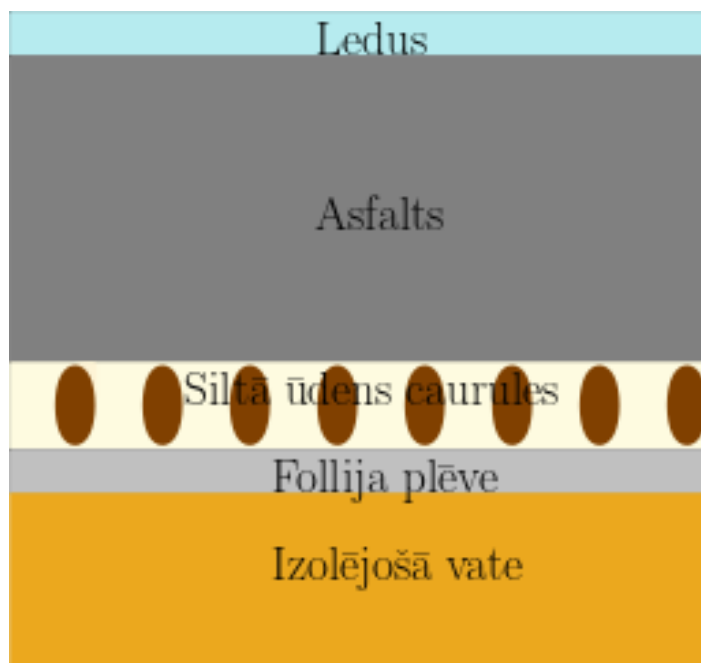
- Arhimēda spēks:
 - 1. modelis
 - 2. modelis
 - Abos vienādi
- Smaguma spēks:
 - 1. modelis
 - 2. modelis
 - Abos vienādi
- Gaisa spiediens nirējā:
 - 1. modelis
 - 2. modelis
 - Abos vienādi

9-3 Ietvju kausēšana

Šajā uzdevumā apskatīsim dažādus siltumapmaiņas procesus, kas saistīti ar siltumapmaiņu un siltumpārnesi kā arī ieviesīsim jaunu temperatūras skalu.

Kā visur ziemā, arī Jēkaba ciemā ceļi bieži vien ir apledojuši, neskatoties uz sētnieku pūlēm. Jēkabs nolēma papētīt, kā citās pasaules daļās tiek galā ar apsniigušajiem un apledojušajiem ceļiem.

Aprēķiniem nepieciešamie lielumi: ūdens īpatnējā siltumietilpība $c_{\text{ūdens}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}$, ledu īpatnējā siltumietilpība $c_{\text{ledus}} = 2200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}$, ledu īpatnējais kušanas siltums $\lambda = 3,34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$, asfalta īpatnējā siltumietilpība $c_{\text{asfalts}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}}$, ledu kušanas temperatūra $t_{\text{kušanas}} = 0^{\circ}\text{C}$, ūdens blīvums $\rho_{\text{ūdens}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, ledu blīvums $\rho_{\text{ledus}} = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, asfalta blīvums $\rho_{\text{asfalts}} = 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.



Attēls 4: Jēkaba izveidotā modeļa shēma šķērsgriezumā

A. Sākumā Jēkabs izmēģināja metodi, ko izmanto Ziemeļeiropas pilsētās kā Oslo vai Helsinki. Šajās pilsētās ietves tiek sildītas, tādējādi izkausējot sniegu un ledu, kas atrodas uz ietvēm. Jēkabs ziemā ar vecāku palīdzību izlēma uztaisīt nelielu modeli, kura virsma ir kvadrāts ar malas garumu 1 m, kas atdarinātu ietvi. Viņš apakšā ieklāja daudz izolējošas vates, kurai pa virsu pārklāja folija plēvi un pa virsu tai ielika cauruļu sistēmu, kurās plūdis siltais ūdens un pa virsu tai 50 cm biezu asfalta slāni. Asfaltam pa virsu viņš uzlēja ūdeni un izlika ārā, lai tas sasaltu.

(A.1) (1 punkts) Kādā veidā notiek siltumapmaiņa katrā no minētajām situācijām? Atzīmē atbilstošo!

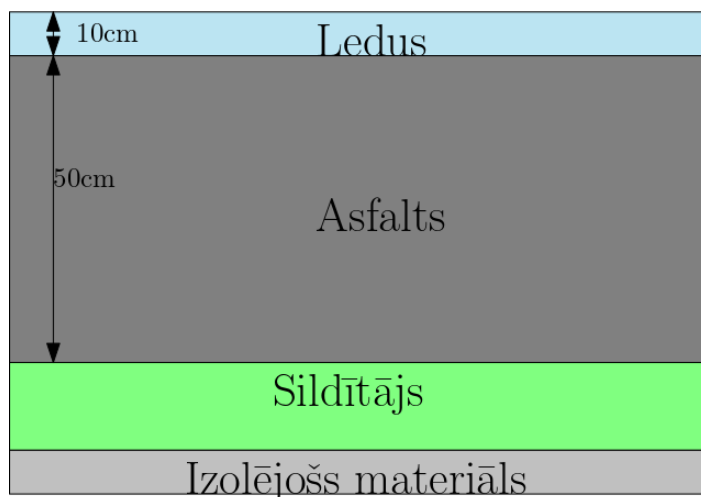
- ūdenī, kas plūst caurulēs (kā siltumstarojums, konvekcija, siltumvadīšana, supravadītspēja, kondensēšanās vai iztvaikošana un konvekcija)
- starp ūdeni caurulēs un caurulēm (kā siltumstarojums, konvekcija, siltumvadīšana, supravadītspēja, kondensēšanās vai iztvaikošana un konvekcija)

- starp caurulēm un asfaltu (kā siltumstarojums, konvekcija, siltumvadīšana, supravadītspēja, kondensēšanās vai iztvaikošana un konvekcija)

Jēkabs savā sākotnējā modelī pieļāva kļūdu un nejauši atstāja 10 cm spraugu starp caurulēm un asfaltu, taču starp caurulēm un asfaltu ir retināts gaiss.

- Kādā veidā notiek siltumapmaiņa starp caurulēm un asfaltu šajā situācijā? (kā siltumstarojums, konvekcija, siltumvadīšana, supravadītspēja, kondensēšanās vai iztvaikošana un konvekcija)

Jēkabs nolēma pilnveidot modeli un ūdens caurules aizvietoja ar elektrisko sildītāju, kura jauda uz vienu kvadrātmetru ir $L_{sild} = 10 \frac{kJ}{s \cdot m^2} = 10 \frac{kW}{m^2}$. Pieņemsim, ka viss siltuma daudzums no sildītāja aiziet uz asfalta un ledus sildīšanu. Gaisa temperatūra ir $t_{gaisa} = -5^\circ C$. Nākamajos jautājumos apskatīsim modeli (skat. 2. attēlu), kur asfalta slāņa biezums ir $h_{asfalts} = 50cm$ un ledus slāņa biezums ir $h_{ledus} = 10cm$.



Attēls 5: Pilnveidotais modelis

- (A.2) (1 punkts) Cik liels siltuma daudzums (MJ) ir nepieciešams, lai uzsildītu $10m^2$ asfalta un ledus līdz $0^\circ C$? Asfalta un ledus slāņa biezums ir doti modelī.
- (A.3) (1 punkts) Cik liels siltuma daudzums (MJ) ir nepieciešams, lai izkausētu ledus slāni, uz $10m^2$ asfalta? Pieņemt, ka asfalts un ledus jau ir sasīlusi līdz $0^\circ C$
- (A.4) (1 punkts) Reālākā situācijā jāņem vērā arī fakts, ka ārā ir auksts, tāpēc arī kaut kāds siltums tiek visu laiku aizvadīts. Tā kā ietves nekad līdz galam nenožūst, ietves vajag uzturēt siltas, lai ledus atkal nesasalst un ietves nav slidēnas. Cik daudz enerģijas (J) patērēs ziemas sezonā Jēkaba ciemā, lai uzturētu ietves tīras, ja ziemas sezona ilgst 120 dienas un vidējie siltuma zudumi uz kvadrātmetru ir $10 \frac{J}{s \cdot m^2}$? Jēkaba ciemā visas ietves ir $b = 1,5m$ platas. Kopējais ietvju garums ir $l = 3,4km$. Pieņemsim, ka siltuma daudzums, kas bija nepieciešams, lai izkausētu ledu un uzsildītu ietvi līdz $0^\circ C$ pirmajā ziemas dienā prasīja $50MJ$ uz vienu kvadrātmetru. Pieņemsim, ka ziemā ne reizi neuzsnieg sniegs.
- (A.5) (1 punkts) Visu asfalta masu uzsildīja līdz $30^\circ C$. Cik liela būs līdzsvara temperatūra, siltumapmaiņas procesa beigās?

Pieņemsim, ka

- asfalta siltumietilpība uz kvadrātmetru ir $C_{asfalts} = 1,5 \frac{MJ}{\text{°C}\cdot\text{m}^2}$
- ūdens slāņa siltumietilpība uz kvadrātmetru ir $C_{\text{ūdens}} = 0,42 \frac{MJ}{\text{°C}\cdot\text{m}^2}$
- ledus siltumietilpība uz kvadrātmetru ir $C_{\text{ledus}} = 0,2 \frac{MJ}{\text{°C}\cdot\text{m}^2}$
- siltuma daudzums, kas nepieciešams lai izkausētu kvadrātmetru ledus 0°C , ir $Q_{\text{izkausēt}} = 30 \frac{MJ}{\text{°C}\cdot\text{m}^2}$.
- ledus sākotnējā temperatūra ir -5°C
- siltumapmaiņa ar ārējo vidi nenotiek

Šīs vērtības var atšķirties no iepriekš aprēķinātajām.

B. Jēkaba kaimiņiene Vēsma, kura nesen atgriezies no ceļojuma Japānā, pamanīja, ko Jēkabs dara un izlēma viņam izstāstīt par to, kā Japānā cīnās ar apsnigušiem un apledojušiem ceļiem. Viņa Jēkabam pastāstīja, ka Japānā uz ielām smidzina siltu ūdeni, lai izkausētu sniegu un ledu, kas rodas uz ielām.

(B.1) (1 punkts) Cik daudz ūdens (kg), kura temperatūra $t_{\text{ūdens}} = 70^{\circ}\text{C}$ jāuzlej uz apledojušas ielas, lai izkausētu ledu ar masu $m_{\text{ledus}} = 90\text{kg}$ un sākotnējo temperatūru $t_{\text{ledus}} = 0^{\circ}\text{C}$?

(B.2) (0.5 punkti) Kādēļ ar aprēķināto ūdens daudzumu reāli nepietiktu, lai izkausētu visu ledu? Vairākas atbildes iespējamas!

- daļa siltuma aizietu gaisā
- asfalts dzesētu ūdeni, kas tiktu uzliets
- ledus saldētu uzlieto ūdeni
- rastos siltuma zudumi starpmolekulārajos procesos
- fāžu pāreja prasa lielāku siltuma daudzumu nekā aprēķinots tas tiek aprēķināts
- sāktu notikt ķīmiskās reakcijas ar asfaltu, kas prasa siltumu

(B.3) (0.5 punkti) Jēkaba un Vēsma ciemā ir sliktā notekūdeņu sistēma un mitrs gaiss. Kura no sistēmām ciemā būtu ieteicamāka - skandināvu vai japāņu?

- Skandināvu, jo mazāk ūdens paliktu uz ceļa, kas varētu sasalt atkal un būtu jākausē atkārtoti
- Japāņu, jo uzkrātos vairāk ūdens, kas uzkrātu siltumu, tādējādi būtu retāk jāsilts ceļš
- Vienalga kura sistēma, jo mitrā gaisa dēļ ūdens ļoti viegli iztvaikotu
- Skandināvu, jo tai ir lielāks lietderības koeficients
- Japāņu, jo tai ir lielāks lietderības koeficients

C. Diemžēl, ciema pārvalde atteica Jēkabam ieviest kādu no sistēmām viņu ciemā, jo iedzīvotāju skaits tajā nav pārāk liels un šī sistēma prasītu pārāk lielus līdzekļus, lai ieviestu un uzturētu. Lai gan Jēkabs bija bēdīgs, viņš izlēma, ka tāpat vēlas veikt izmaiņas savā ciemā un tāpēc izlēma radīt Latvijas Temperatūras skalu, kur temperatūru mēritu Latvijas Grādos ($^{\circ}\text{L}$). Šajā skalā 0°L atbilstu zemākajai Latvijā novērotajai temperatūrai $t_{\text{zem}} = -43,2^{\circ}\text{C}$, kas novērota 1956. gada 8. februārī Daugavpilī, taču 100°L atbilstu augstākajai Latvijā novērotajai temperatūrai $t_{\text{augst}} = 37,8^{\circ}\text{C}$, kas novērota 2014. gada 4. augustā Ventspilī.

(C.1) (1 punkts) Cik liela ir ledus kušanas temperatūra Latvijas Temperatūras skalā?

- (C.2) (1 punkts) Cik liela ir ūdens īpatnējā siltumietilpība, mērot temperatūru Latvijas Temperatūras skalā (mērvienība $\frac{J}{kg \cdot ^\circ L}$)? Šajā un nākamajā uzdevuma jautājumā, izmantosim to, ka sakarība starp Latvijas Temperatūras un Celsija skalu ir $t(^{\circ}L) = 1,5t(^{\circ}C) + 50$. Šī izteiksme var atšķirties no iepriekšējā jautājumā izmantotās.

Jēkaba klasesbiedrene Jūlia bija diezgan lielā sajūsmā par Jēkaba ideju, taču viņa piebilda, ka zinātnē parasti izmanto, nevis Celsija grādus, bet gan Kelvinus, kur $0K$, jeb $-273^{\circ}C$ ir absolūtā nulle. Tāpēc tika ieviesta Latvijas Temperatūras Zinātniskā skala, kur 1 grāda izmaiņa ir tāda pati kā Latvijas Temperatūras skalā, bet kur 0 Latvijas Zinātnisko grādu ($^{\circ}LZ$) ir absolūtā nulle.

- (C.3) (1 punkts) Cik liela ir ūdens iztvaikošanas temperatūra Latvijas Temperatūras Zinātniskajā skalā?