



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 67. olimpiāde
Trešā posma uzdevumi 9. klasei

Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma soļa numuru. Baltais papīrs paredzēts melnrakstam - to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks - 180 minūtes

1. uzdevums

BRAUCIENS UZ JAUNO FIZIĶU SKOLU

- A** Jauno Fiziķu Skolas dalībnieki brauca ar autobusu uz Rīgu pa šoseju ar atļauto ātrumu 80 km/h. Sākās stiprs lietus, un autobuss samazināja ātrumu līdz 70 km/h. Kad lietus beidzās, autobuss atkal brauca ar ātrumu 80 km/h. Autobuss iebrauca Rīgā par 15 minūtēm vēlāk nekā bija plānots. Cik ilgi lija lietus? [3 punkti]
- B** Lai atbrauktu uz Rīgu paredzētajā laikā, Jauno Fiziķu Skolas dalībnieki brauca ar autobusu uz Rīgu ar atļauto ātrumu 80 km/h. Sākās stiprs lietus, un autobuss samazināja ātrumu līdz 70 km/h. Kad lietus beidza līt, attālums līdz Rīgai bija vienāds ar 45 km. Lai būtu Rīgā laikā, autobusa vadītājs palielināja autobusa ātrumu līdz 90 km/h un atbrauca uz Rīgu paredzētajā laikā. Cik liels bija autobusa vidējais ātrums? Cik ilgi lija lietus? [4 punkti]
- C** Jauno Fiziķu Skolas dalībnieki brauca ar vairākiem autobusiem uz Rīgu pa šoseju, kura tika remontēta. Attālumā 5 km viens no otra bija uzstādīti vairāki luksofori, kuriem sarkanā gaisma dega 2 minūtes un arī zaļā gaisma dega 2 minūtes. Autobusi, braucot ar ātrumu 50 km/h, neapstājās ne pie viena no luksoforiem, jo “noķēra” zaļo vilni, piebraucot pie katra luksofora brīdī, kad tajā iedegās zaļā gaisma. Ar cik lieliem citiem atļautās kustības ātrumiem varētu neapstāties braukt autobusi un piebraukt pie katra no luksoforiem brīdī, kad tajā iedegās zaļā gaisma, ja ātruma ierobežojums autobusam uz šosejas ir 80 km/h? [3 punkti]

Atrisinājums un vērtēšanas kritēriji

A (3 p.)

Jauno Fiziķu Skolas dalībnieki brauca ar autobusu uz Rīgu pa šoseju ar atļauto ātrumu 80 km/h. Sākās stiprs lietus, un autobuss samazināja ātrumu līdz 70 km/h. Kad lietus beidzās, autobuss atkal brauca ar ātrumu 80 km/h. Autobuss iebrauca Rīgā par 15 minūtēm vēlāk nekā bija plānots. Cik ilgi lija lietus?



BC – posms, kurā lija lietus, BD – posms, kuru nobrauktu autobuss, ja lietus nesāktos.
Par zīmējumu - 0.5 punkti.

Ir skaidrs, ka

$$CD = BD - BC = (v_0 - v)t$$

kur $v_0 = 80$ km/h, $v_1 = 70$ km/h, un t ir laiks, cik ilgi lija lietus.

(0.5 punkti)

No otras puses attālums $AB + BC + DR$ tika nobraukts laikā, kurš sākumā bija ieplānots visam ceļam AR.

(1 punkts)

Tāpēc $CD = v_0 \Delta t$, kur $\Delta t = 15$ minūtes.

$$t = \frac{v_0 \Delta t}{v_0 - v_1} = \frac{80 \cdot 15}{80 - 70} = \mathbf{120 \text{ minūtes}}$$

(1 punkts)

B (4 p.)

Lai atbrauktu uz Rīgu paredzētajā laikā, Jauno Fiziķu Skolas dalībnieki brauca ar autobusu uz Rīgu ar atļauto ātrumu 80 km/h. Sākās stiprs lietus, un autobuss samazināja ātrumu līdz 70 km/h. Kad lietus beidza līt, attālums līdz Rīgai bija vienāds ar 45 km. Lai būtu Rīgā laikā, autobusa vadītājs palielināja autobusa ātrumu līdz 90 km/h un atbrauca uz Rīgu paredzētajā laikā. Cik liels bija autobusa vidējais ātrums? Cik ilgi lija lietus?

Vidējais ātrums ir vienāds ar visu veikto ceļu, dalītu ar visu kustības laiku. Tā, kā autobuss iebrauca Rīgā plānotajā laikā, vidējais kustības ātrums ir vienāds ar sākotnējo kustības ātrumu $v_0 = 80$ km/h.

(1 punkts)

Pieņemsim, ka lietus lija laiku t . Ceļš, nobraukts šajā laikā ir vienāds ar $s_1 = v_1 t$, kur $v_1 = 80$ km/h.

(0.5 punkti)

Laiks, kurā autobuss nobrauca atlikušo attālumu, ir vienāds ar

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2}$$

(0.5 punkti)

Ir skaidrs, ka laiks no lietus sākuma līdz autobusa iebraukšanai Rīgā ir vienāds ar laiku, kurš ir jāpatērē, lai veiktu to pašu ceļa posmu ar sākotnējo ātrumu.

$$t + \frac{s_2}{v_2} = \frac{v_1 t + s_2}{v_0}$$

(1 punkts)

$$t = \frac{v_0}{v_0 - v_1} \left(\frac{s_2}{v_0} - \frac{s_2}{v_2} \right) = \frac{s_2(v_2 - v_0)}{v_2(v_0 - v_1)} = \frac{45(90 - 80)}{90(80 - 70)} = \mathbf{0,5 \text{ h}}$$

(1 punkts)

C (3 p.)

Jauno Fiziķu Skolas dalībnieki brauca ar vairākiem autobusiem uz Rīgu pa šoseju, kura tika remontēta. Attālumā 5 km viens no otra bija uzstādīti vairāki luksofori, kuriem sarkanā gaisma dega 2 minūtes un arī zaļā gaisma dega 2 minūtes. Autobusi, braucot ar ātrumu 50 km/h, neapstājās ne pie viena no luksoforiem, jo “noķēra” zaļo vilni, piebraucot pie katra luksofora brīdī, kad tajā iedegās zaļā gaisma. Ar cik lieliem citiem atļautās kustības ātrumiem varētu neapstāties braukt autobusi un piebraukt pie katra no luksoforiem brīdī, kad tajā iedegās zaļā gaisma, ja ātruma ierobežojums autobusam uz šosejas ir 80 km/h?

Tā kā visi autobusi “noķēra” zaļo vilni un neapstājās pie neviena luksofora, tas nozīmē, ka autobusi, kuri izbrauca no pirmā luksofora tajā momentā, kad tajā tikko ieslēdzas zaļā gaisma, piebrauca pie nākamajiem luksoforiem arī tajā momentā, kad tikko ieslēdzās zaļā gaisma. Citiem vārdiem sakot, katrs otrais luksofors darbojas pretfāzē ar iepriekšējo: ja pirmajā luksoforā deg zaļā gaisma, tad otrajā deg sarkanā gaisma.

(1 punkts)

Laiks, kuru autobuss patērēja ceļam starp luksoforiem ir vienāds ar $2 + 4n$ minūtēm, kur $n = 0, 1, 2, 3 \dots$ ir skaits, cik reizes luksofori pārslēdzas no zaļā signāla uz nākamo zaļo signālu.

$$v = \frac{5 \text{ km} \cdot 60 \text{ min}}{2 + 4n \text{ min}}$$

(1 punkts)

$v = 150 \text{ km/h}, 50 \text{ km/h}, 30 \text{ km/h}, 21.4 \text{ km/h}, 16.7 \text{ km/h}$ utt.

No tiem atļauti ātrumi ir $50 \text{ km/h}, 30 \text{ km/h}, 21.4 \text{ km/h}, 16.7 \text{ km/h}$, utt

(1 punkts)

2. uzdevums

OPTIKA – APGRIEZTAIS UZDEVUMS

Apgrieztie uzdevumi fizikā visbiežāk ir sarežģītāki - problēma ir apgriezta, ja notikuma rezultāts ir zināms, bet jāaprēķina tā cēloņi. Piemērs no optikas - mēs novērojam kāda objekta attēlu, bet mums jārekonstruē optiskā sistēma, kuras darbības rezultātā attēls izveidojās.

- A** Eksperimenta rezultātā vienīgais, ko ir iespējams novērot, ir objekts un tā attēls, bet diemžēl nav iespējams pateikt, kurš ir attēls un kurš ir objekts. [3 punkti]



2.1. attēls

Vai ir iespējams viennozīmīgi rekonstruēt optisko shēmu, ja ir zināms, ka ir izmantota viena plāna lēca? Izvēlēties pareizos apgalvojumus:

- Visi attēli, kurus mēs varam novērot ar aci ir reāli.
- Ja lēcas veidotais attēls ir šķietams, tad tas ir arī tiešs.
- Ja lēcas veidotais attēls ir reāls, tad tas ir arī tiešs.
- Ar savācējlēcu iespējams iegūt tikai reālu attēlu.
- Ar izkliedētājlēcu iespējams iegūt tikai šķietamu attēlu.
- Šķietamu attēlu var iegūt - gan ar savācējlēcu, gan ar izkliedētājlēcu.
- Palielinātu attēlu var iegūt - gan ar savācējlēcu, gan ar izkliedētājlēcu.

- B** Ir dots objekts un ir nepieciešams iegūt tā palielinātu, tiešu, šķietamu attēlu (sk. att. 2.2.).



2.2. attēls

B1 Kur ir jānovieto lēca lai iegūt vēlamo attēlu? Grafiski atrast lēcas optisko centru. [1 punkts]

B2 Kur atrodas lēcas fokuss? Grafiski atrast lēcas fokusu. [2 punkti]

B3 Kāda tipa lēca ir jāizmanto - izkliedētājlēca vai savācējlēca? [1 punkti]

Nepieciešamās konstrukcijas B uzdevumā veikt, izmantojot doto 2.2. attēlu.

C Mērķis ir noprojicēt uz ekrāna attēlu, kas ir 4 reizes lielāks par priekšmetu. Priekšmets atrodas 3 metru attālumā no ekrāna.

C1 Kādā attālumā no ekrāna ir jānovieto lēca, lai iegūtu vēlamo attēlu? [1 punkts]

C2 Kādam ir jābūt lēcas optiskajam stiprumam? [1 punkts]

C3 Vai iegūtais attēls būs reāls vai šķietams? [0,5 punkti]

C4 Kāda tipa plānā lēca jāizmanto, lai iegūtu vēlamo attēlu - savācējlēca vai izkliedētājlēca? [0,5 punkti]

Atrisinājums un vērtēšanas kritēriji

A (3 p.)

Ekspierimenta rezultātā vienīgais, ko ir iespējams novērot, ir objekts un tā attēls, bet diemžēl nav iespējams pateikt, kurš ir attēls un kurš ir objekts.

Vai ir iespējams viennozīmīgi rekonstruēt optisko shēmu, ja ir zināms, ka ir izmantota viena plāna lēca? Izvēlēties pareizos apgalvojumus:

- Visi attēli, kurus mēs varam novērot ar aci ir reāli.
- **Ja lēcas veidotais attēls ir šķietams, tad tas ir arī tiešs.**
- Ja lēcas veidotais attēls ir reāls, tad tas ir arī tiešs.
- Ar savācējlēcu iespējams iegūt tikai reālu attēlu.
- **Ar izkliedētājlēcu iespējams iegūt tikai šķietamu attēlu.**
- **Šķietamu attēlu var iegūt - gan ar savācējlēcu, gan ar izkliedētājlēcu.**
- Palielinātu attēlu var iegūt - gan ar savācējlēcu, gan ar izkliedētājlēcu.

Secinājums: Tiešs attēls vienmēr būs šķietams, bet ja mēs nezinām, kurš ir objekts un kurš ir attēls, pateikt viennozīmīgi, kāda lēca izmantota mēs nevaram, jo šķietamu palielinātu attēlu var iegūt ar savācējlēcu, bet šķietamu samazinātu - ar izkliedētājlēcu.

B (4 p.)

Ir dots objekts un ir nepieciešams iegūt tā palielinātu, tiešu, šķietamu attēlu (sk. att. 2.2.).

B1 Kur ir jānovieto lēca lai iegūt vēlamu attēlu? Grafiski atrast lēcas optisko centru. (1 punkts)

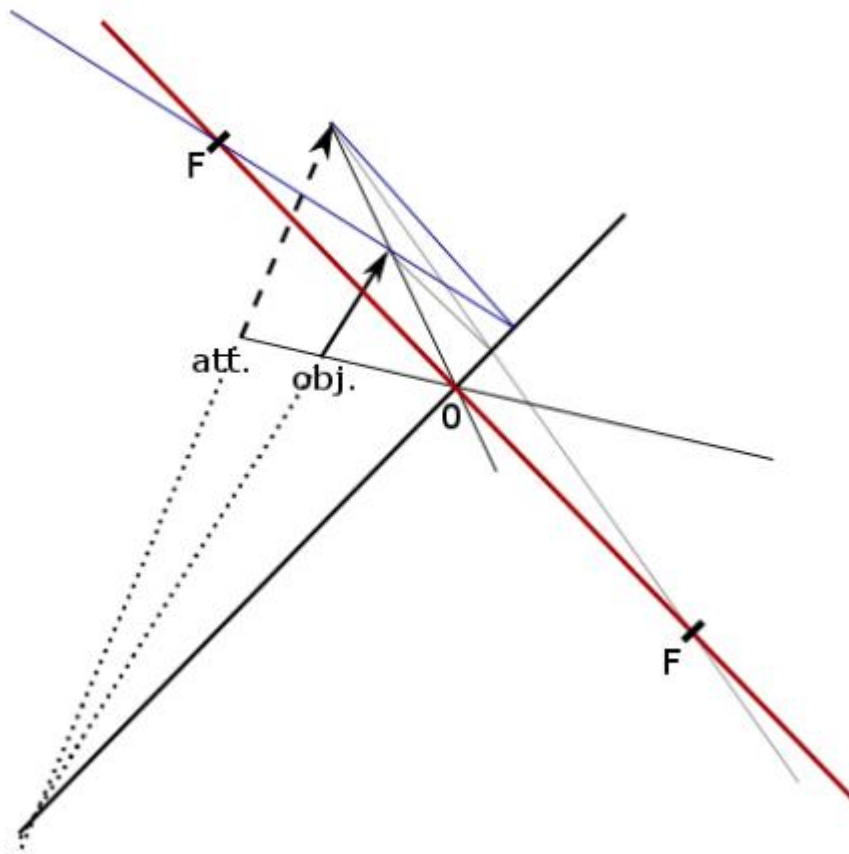
B2 Kur atrodas lēcas fokuss? Grafiski atrast lēcas fokusu.

(1 punkts par lēcas plaknes atrašanu + 1 punkts par fokusa atrašanu.

B3 Kāda tipa lēca ir jāizmanto - izkliedētājlēca vai **savācējlēca**? (1 punkts)

jo palielinātu šķietamu attēlu dod savācējlēca, ja priekšmets atrodas pirms fokusa.

Atbilde 2.3. attēlā: grafiski ieskicēts **O** - optiskais centrs, **F** - fokuss.



2.3. attēls

C (3 p.)

Mērķis ir noprojicēt uz ekrāna attēlu, kas ir 4 reizes lielāks par priekšmetu. Priekšmets atrodas 3 metru attālumā no ekrāna.

C1 Kādā attālumā no ekrāna ir jānovieto lēca, lai iegūtu vēlamu attēlu? (1 punkts)

$$\frac{d}{f} = 4, f + d = 3 \Rightarrow d = 2,4 \text{ m}$$

C2 Kādam ir jābūt lēcas optiskajam stiprumam? (1 punkts)

$$D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = 2,08 \approx 2 \text{ dioptrijas}$$

C3 Vai iegūtais attēls būs **reāls** vai **šķietams**? (0,5 punkti)

Tikai reālu attēlu iespējams projicēt uz ekrāna

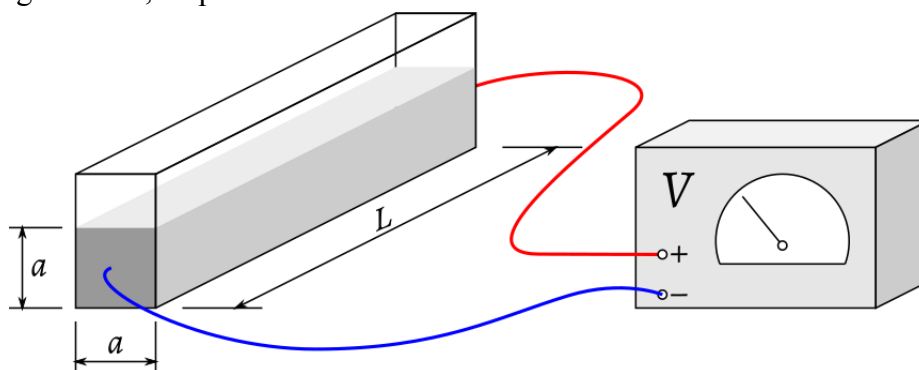
C4 Kāda tipa plānā lēca jāizmanto, lai iegūtu vēlamu attēlu - **savācējlēca** vai **izkļiedētājlēca**? (0,5 punkti)

Tikai ar savācējlēcas palīdzību var iegūt reālu attēlu.

3. uzdevums

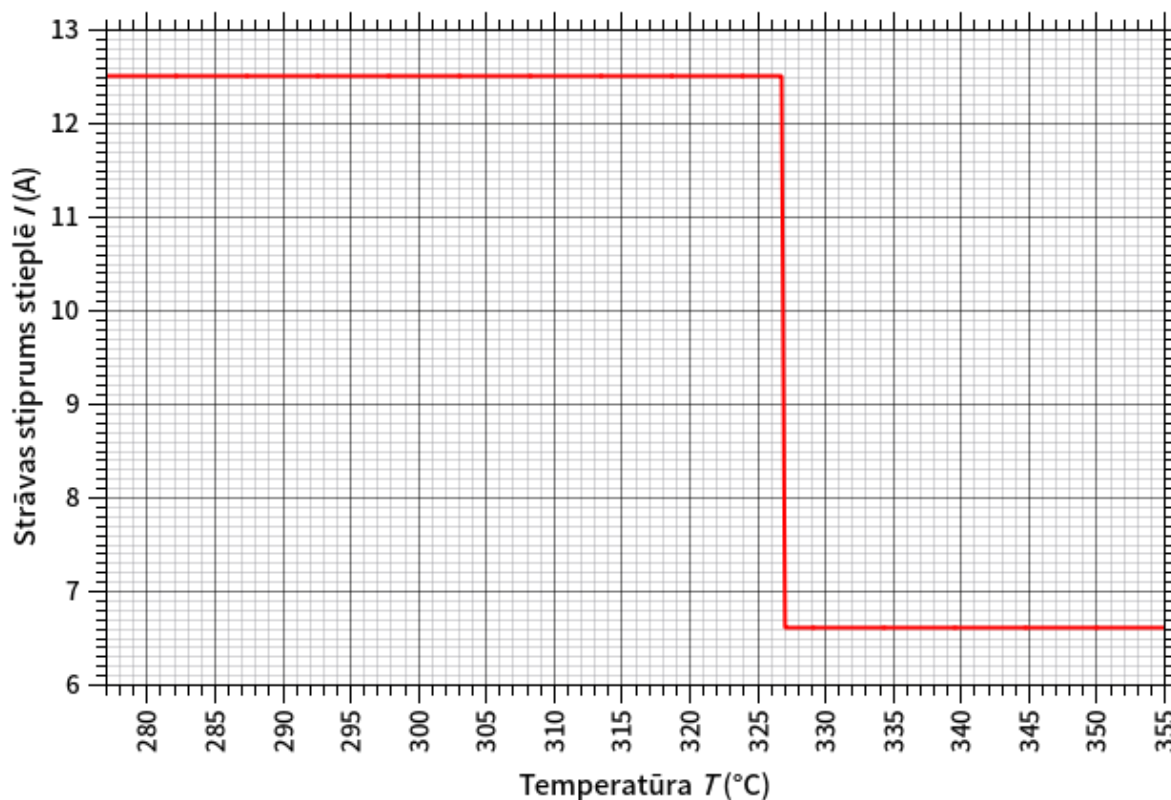
KAUSĒŠANA AR ELEKTRISKO STRĀVU

Svina stieples garums $L = 1,0$ m, un tās kvadrātveida šķērsriezuma laukums $a \times a = (1,0 \times 1,0)$ mm². Stieple ir ievietota siltumizturīgā elektroizolējošā formā ar tādu pašu garumu un platumu, kurai ir atvērta augšējā daļa un noslēgti gali. Formu kopā ar stiepli sakarsē līdz temperatūrai 277 °C, un tad stiepli pievieno barošanas avotam ar spriegumu 6 V, kā parādīts 1. attēlā.



1. attēls

Caur stiepli plūstošās strāvas stiprums ir atkarīgs no temperatūras tā, kā ir parādīts 2. attēlā.



2. attēls

- A** Cik liela ir svina kušanas temperatūra? [1 punkts]
- B** Cik liela ir cieta svina īpatnējā pretestība? [3 punkti]
- C** Zinot, ka šķidra svina īpatnējā pretestība ir $0,96 \mu\Omega \cdot m$, noteikt cieta un šķidra svina blīvumu attiecību. [3 punkti]
- D** Procesi, kas atbilst 2. attēlā redzamā grafika horizontālajiem posmiem, norisinājās vienādu laiku. Noteikt cieta un šķidra svina īpatnējās siltumietilpības attiecību. [3 punkti]

Atrisinājums un vērtēšanas kritēriji

A (1 p.)

Cik liela ir svina kušanas temperatūra?

Mainoties vielas stāvoklim (1. veida fāzes pāreja), dažas fizikālās īpašības (t. sk. īpatnējā pretestība, blīvums un īpatnējā siltumietilpība) mainās lēcienveidīgi. No grafika nosaka temperatūru, kurā notiek 'lēciens': $T = 327\text{ }^\circ\text{C}$.

B (3 p.)

Cik liela ir cieta svina īpatnējā pretestība?

$$R = \frac{\rho l}{S}, \text{ no kurienes } \rho = \frac{RS}{L} = R \frac{a^2}{L} = \frac{U a^2}{I L}$$

Dots: $U = 6\text{ V}$, $a = 1\text{ mm}$, $L = 1,0\text{ m}$, $I_s = 12,5\text{ A}$.

Tātad $\rho_s = 0,48\text{ }\mu\Omega \cdot \text{m}$

C (3 p.)

Zinot, ka šķidra svina īpatnējā pretestība ir $0,96\text{ }\mu\Omega \cdot \text{m}$, noteikt cieta un šķidra svina blīvumu attiecību.

$$\frac{b_c}{b_{\text{šķ}}} = \frac{m/V_c}{m/V_{\text{šķ}}} = \frac{V_{\text{šķ}}}{V_c} = \frac{a \cdot h \cdot L}{a^2 L} = \frac{h}{a}$$

kur h – ir šķidrā svina slāņa augstums formā; $h < a$, jo šķidra svina blīvums ir mazāks nekā cieta svina blīvums, bet masa nemainās, tātad slāņa augstums samazinās.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho L} = \frac{Ua^2}{\rho L}$$
$$\frac{I_c}{I_{\text{šķ}}} = \frac{Ua^2/\rho_c L}{Uah/\rho_{\text{šķ}} L} = \frac{\rho_{\text{šķ}} a}{\rho_c h}$$

no kurienes

$$\frac{b_c}{b_{\text{šķ}}} = \frac{h}{a} = \frac{I_{\text{šķ}} \rho_{\text{šķ}}}{I_c \rho_c} = \frac{6.6 \cdot 0.96}{12.5 \cdot 0.48} = 1.06$$

D (3 p.)

Procesi, kas atbilst 2. attēlā redzamā grafika horizontālajiem posmiem, norisinājās vienādu laiku.

Noteikt cieta un šķidra svina īpatnējās siltumietilpības attiecību.

Cieta svina sildīšana no $277\text{ }^\circ\text{C}$ līdz $327\text{ }^\circ\text{C}$ aizņem tik pat daudz laika, cik šķidra svina sildīšana no $327\text{ }^\circ\text{C}$ līdz $355\text{ }^\circ\text{C}$. Sildīšanai aiziet elektriskās strāvas izdalītā jauda:

$$I_c U \Delta t = c_c m \Delta T_c$$
$$I_{\text{šķ}} U \Delta t = c_{\text{šķ}} m \Delta T_{\text{šķ}}$$

Izdalot šos vienādojumus vienu ar otru, iegūst

$$\frac{I_c}{I_{\text{šķ}}} = \frac{c_c \Delta T_c}{c_{\text{šķ}} \Delta T_{\text{šķ}}}$$

no kurienes

$$\frac{c_c}{c_{\text{šķ}}} = \frac{I_c \Delta T_{\text{šķ}}}{I_{\text{šķ}} \Delta T_c} = \frac{12.5}{6.6} \cdot \frac{355 - 327}{327 - 277} = 1.06$$