Latvijas skolēnu 61. fizikas olimpiādes III posms

Atrisinājumi un vērtēšanas kritēriji

Teorētiskā kārta
2011. gada 7. aprīlī

9. klase

1. uzdevums

A. Oglekļa atoma masa ir 2×10^{-26} kg. Viena sešstūra laukums ir $S = 6 \times \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 = 5.24\,\text{Å}^2$. Katra sešstūra virsotnēs ir 6 oglekļa atomi, bet viens oglekļa atoms ir 3 sešstūru virsotnēs. Tāpēc laukums, ko aizņem viens oglekļa atoms ir $S_0 = \frac{3}{6} S = \frac{3}{4} a^2 \sqrt{3} = 2.62\,\text{Å}^2$. 1 m^2 grafēnā ir $N = \frac{1\text{m}^2}{S_0} = 3.82 \times 10^{19}$ atomu. To masa ir $m_1 = N \times 12\,\text{u} = 0.76\,\text{mg}$.

B. Pieņemsim, ka spēks ir paralēls oglekļa saitēm (te ir iespējami arī citi pieņēmumi, kas dos līdzīgus rezultātus ar ±20%, tie arī ir jāieskaita, ja ir fizikāli pamatoti). Attālums starp saitēm sešstūra pretējās malās ir $\ell = a\sqrt{3} = 2.45\,\text{Å}$. Lai pārautu 1 m grafēna ir jāpārrauj $N = \frac{1\text{m}}{\ell} = 4.07 \times 10^9$ saišu. Lai pārrautu 1 m platu grafēna plakni nepieciešams spēks $F = N F_{\max} = 40.7\,\text{N}$. Smaguma spēku pielīdzinot sastiepuma spēkam $F = m_1 g h$, no kurienes $h = \frac{F}{m_1 g} = 5456\,\text{km}$.

2. uzdevums

A. Spuldzē izdalās elektriskā jauda $P_{el} = U^2 / R$. Ja kvēldiega pretestība proporcionāla temperatūrai, tad $R = A\,T$, kur A – proporcionalitātes koeficients. Ja kvēldiega starojuma jauda ir proporcionāla temperatūras ceturtajai pakāpei, tad $P_{star} = B\,T^4$, kur B – proporcionalitātes koeficients. Tā kā tiek pieņemts, ka visa elektriskā jauda pārvēršas starojumā, tad $P_{el} = P_{star}$. Tādēļ $U^2 / (A\,T) = B\,T^4$. $U^2 = A\,B\,T^5$, t.i., kvēldiega temperatūra $T \propto U^{2/5}$. Tādēļ $T_2 = T_1\,(U_2 / U_1)^{2/5} = 2500\,(100 / 230)^{2/5} = 1791$ K.

B. $P_1 \propto T_1^{\,4}$, $P_2 \propto T_2^{\,4}$. $P_2 = P_1\,(T_2 / T_1)^4 = 100\,(1791 / 2500)^4 = 26$ W.

3. uzdevums

A. $Q = \lambda m_{izk} + m_{pac} \frac{gh}{2}$. $m_{pac} = \rho_\ell V_{pac} = \rho_\ell S h$, $Q = \lambda m_{izk} + \rho_\ell S \frac{gh^2}{2}$.

$\Delta V = Sh$, $m_{izk} = \rho_s V_{izk}$.

$m_{izk} = \rho_\ell (V_{izk} + \Delta V) = \rho_\ell V_{izk} + \rho_\ell S h$. Tātad

$V_{izk} = \frac{m_{izk} - \rho_\ell Sh}{\rho_\ell} = \frac{m_{izk}}{\rho_\ell} - Sh$. $m_{izk} = \rho_s \left(\frac{m_{izk}}{\rho_\ell} - Sh \right)$,

$\rho_s Sh = \rho_s \frac{m_{izk}}{\rho_\ell} - m_{izk} = m_{izk} \frac{\rho_s - \rho_\ell}{\rho_\ell}$

$\Delta V = \Delta V_\ell - V_{izk}$, $Sh = \frac{m_{izk}}{\rho_\ell} - \frac{m_{izk}}{\rho_s}$.

$m_{izk} = \dfrac{\rho_\ell \rho_s S h}{\rho_s - \rho_\ell}$ un $Q = \lambda \dfrac{\rho_\ell \rho_s S h}{\rho_s - \rho_\ell} + \rho_\ell S \frac{gh^2}{2} = \lambda \dfrac{\rho_\ell \rho_s \pi R^2 h}{\rho_s - \rho_\ell} + \rho_\ell \pi R^2 \frac{gh^2}{2}$.

$Q = 203.0\,\text{MJ} + 2.1\,\text{kJ}$.

B. $\frac{A}{Q} = \frac{2.1}{203.0 \times 10^3} = 1.0 \times 10^{-5}$.

10. klase

1. uzdevums

A. Punktu A un B pārvietojumus apzīmējam ar Δz_A un Δz_B. Pēc Huka likuma etalona svaru bumbai svars $P_0 = m_0 g = k_a \Delta\ell_1 = k_p \Delta\ell_2$, kur k_a ir atsperes (att. 1*a*), bet k_p ir plāksnes (att. 1*b*) elastības koeficients. No šejienes $\lambda = k_a / k_p = \Delta\ell_2 / \Delta\ell_1 = 0.5$.

Plākšņu reakcijas spēkus apzīmējam kā $F_A = k_p \Delta z_A$, $F_B = k_p \Delta z_B$, atsperes sastiepuma spēks $T_{AB} = k_a (\Delta z_A - \Delta z_B)$. Spēku balanss nosaka punktam A: $T_{AB} = P_0 - F_A$ jeb

$$k_a (\Delta z_A - \Delta z_B) = k_p \Delta\ell_2 - k_p \Delta z_A. \tag{0.1}$$

Punktam B: $T_{AB} = F_B$ jeb

$$k_a (\Delta z_A - \Delta z_B) = k_p \Delta z_B. \tag{0.2}$$

No (0.1) un (0.2) izsakām $\lambda (\Delta z_A - \Delta z_B) = \Delta\ell_2 - \Delta z_A$ un $\lambda (\Delta z_A - \Delta z_B) = \Delta z_B$. Iegūstam $\Delta z_B = \frac{\lambda}{1+\lambda} \Delta z_A = \frac{1}{3} \Delta z_A$ un $\lambda (\Delta z_A - \frac{1}{3} \Delta z_A) = \Delta\ell_2 - \Delta z_A$ jeb $\Delta z_A = \dfrac{\Delta\ell_2}{0.5(1 - 1/3) + 1} = \frac{3}{4} \Delta\ell_2 = 7.5\,\mathrm{mm}$.

$\Delta z_B = \frac{1}{3} \Delta z_A = 2.5\,\mathrm{mm}$.

B. Uzdevums ir lineārs – palielinot slogojumu, pārvietojumi pieaug proporcionāli slodzei. Tas nozīmē to, ka, ja bezgalīgai atsperu sistēmai punktu A un B pārvietojumus saista sakarība $\Delta z_B = \beta \Delta z_A$, tad ekvivalentas deformācijas (visos punktos, izņemot A) var panākt ar punktam B pieliktu slodzi $P_B = \beta P_0$, pie nosacījuma, ka ir atvienota apakšējā plāksne un apakšējā atspere. Uzrakstot līdzsvara nosacījumus, iegūsim punktam A: $T_{AB} = P_0 - F_A$ un punktam B: $T_{AB} - T_{BC} = F_B$. No līdzības kritērijiem $F_B = \beta F_A$, $T_{BC} = \beta T_{AB}$, tātad ir divi vienādojumi $T_{AB} = P_0 - F_A$ un $T_{AB}(1-\beta) = \beta F_A$, no kuriem var izteikt $T_{AB}\left(1 + \frac{1-\beta}{\beta}\right) = T_{AB} \frac{1}{\beta} = P_0$ jeb $T_{AB} = \beta P_0$; $F_A = P_0 (1-\beta)$.

Aizstājot $P_0 = k_a \Delta\ell_1 = k_p \Delta\ell_2$, $T_{AB} = k_a (\Delta z_A - \Delta z_B) = k_a \Delta z_A (1-\beta)$, $F_A = k_p \Delta z_A$ sakarībā $T_{AB} = \beta P_0$, nonākam pie vienādojumiem, kas ļauj noteikt Δz_A: $k_a \Delta z_A (1-\beta) = \beta k_a \Delta\ell_1$ jeb $\Delta z_A = \frac{\beta}{1-\beta} \Delta\ell_1$. Savukārt no $F_A = P_0(1-\beta)$ seko $k_p \Delta z_A = k_p \Delta\ell_2 (1-\beta)$ jeb $\Delta z_A = \Delta\ell_2 (1-\beta)$. Apvienojot, $\Delta\ell_2 (1-\beta) = \frac{\beta}{1-\beta} \Delta\ell_1$ jeb $\lambda (1-\beta)^2 = \beta$. Risinot vienādojumu $\beta^2 - 4\beta + 1 = 0$, iegūst saknes 0.267949 un 3.73205. Fizikāli pamatota vērtība ir $\lambda = 0.268$.

Tad $\Delta z_A = \Delta\ell_2 (1-\beta) = 10 \times (1 - 0.268) = 7.32\,\mathrm{mm}$, $\Delta z_B = \beta \Delta z_A = 7.32 \times 0.268 = 1.96\,\mathrm{mm}$, $\Delta z_C = \beta^2 \Delta z_A = 7.32 \times 0.268^2 = 0.53\,\mathrm{mm}$.

C. Paradoksāli, bet plākšņu un atsperu masas ievērošana neko nemainīs, ja neskaita sākuma stāvokli. Slogošana ar etalonatsvaru izsauks tādus pašu pārvietojumus, jo atsperu elastīgas īpašības nebūs mainījušās.

2. uzdevums

A. Spuldzē izdalās elektriskā jauda $P_{el} = U^2 / R$. Ja kvēldiega pretestība proporcionāla temperatūrai, tad $R = A\ T$, kur A – proporcionalitātes koeficients. Ja kvēldiega starojuma jauda ir proporcionāla temperatūras ceturtajai pakāpei, tad $P_{star} = B\ T^4$, kur B – proporcionalitātes koeficients. Tā kā tiek pieņemts, ka visa elektriskā jauda pārvēršas starojumā, tad $P_{el} = P_{star}$. Tādēļ $U^2 / (A\ T) = B\ T^4$. $U^2 = A\ B\ T^5$, t.i., kvēldiega temperatūra $T \propto U^{2/5}$. Tādēļ $T_2 = T_1\ (U_2 / U_1)^{2/5} = 2500\ (100 / 230)^{2/5} =$ 1791 K.

B. $P_1 \propto T_1^4$, $P_2 \propto T_2^4$. $P_2 = P_1\ (T_2 / T_1)^4 = 100\ (1791 / 2500)^4 = 26$ W.

3. uzdevums

A. Šāviņa horizontālais ātrums $v_{0x} = v_0 \cos\alpha$. Šāviņa vertikālais ātrums sākuma momentā $v_{0y} = v_0 \sin\alpha$. Pēc laika t šāviņš sasniegs tanku, t.i. $L = v_{0x} t = v_0 t \cos\alpha$. Tad $h = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$, $h = v_0 t \sin\alpha - \frac{gt^2}{2}$. $v_y(t) = v_{0y} - gt = v_0 \sin\alpha - gt = 0$. No pēdējām divām izteiksmēm $t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$, $h = \frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{g} - \frac{g (v_0 \sin\alpha)^2}{2g^2} = \frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{2g}$ un $\sin\alpha = \frac{\sqrt{2gh}}{v_0} = 0.0395$. $\alpha = 2.3^\circ$.

B. Attālums $L = v_0 t \cos\alpha = v_0^2 \cos\alpha \sin\alpha / g = 800^2 \cdot 0.9992 \cdot 0.0395/10 = 2530\,\mathrm{m}$

C. Šajā jautājumā mēs varam neievērot impulsa daļu, ko lādiņš nodeva tankam, jo $m \ll M$. Pēc atsitiena šāviņš lido leņķī $\gamma = 60^\circ$ pret horizontu ar ātrumu $v_{0x} = v_0 \cos\alpha$ un nokrīt pēc laika t_2, kurā ātruma vertikālā komponenete izmainās uz pretējo: $2(v_0 \cos\alpha)\sin\gamma = g t_2$. Šai laikā šāviņš horizontālā virzienā nolidojis

$$L_2 = (v_0 \cos\alpha)\cos\gamma\, t_2 = \frac{2\sin\gamma\cos\gamma}{g}(v_0 \cos\alpha)^2 = \frac{\sin 2\gamma}{g}(v_0 \cos\alpha)^2 = \frac{\sin 120^\circ}{10} 799.4^2 = 5.53 \times 10^4\,\mathrm{m}.$$

Risinājumā atļauts lietot mazo leņķu tuvinājumu, $\cos\alpha$ aizstājot ar 1.

D. Sadursmē ar tanku šāviņa impulsa izmaiņa horizontālā virzienā ir

$$\Delta p_x = m v_0 \cos\alpha - m v_0 \cos\alpha \cos\gamma = m v_0 \cos\alpha (1 - \cos\gamma).$$

Tātad tanka iegūtais impulss horizontālā virzienā $M v_t = \Delta p_x$. Atsitienā dzēš kinētisko enerģiju $E = \frac{M v_t^2}{2} = \frac{\Delta p_x^2}{2M}$. Tas notiek berzes spēkam $F_b = kMg$ padarot darbu $A = F_b s = kMgs$. Veiktais ceļš (atsitiens)

$$s = \frac{E}{kMg} = \frac{\Delta p_x^2}{2kM^2 g} = \frac{[m v_0 \cos\alpha (1 - \cos\gamma)]^2}{2kM^2 g} = \frac{[8 \times 800 (1 - 0.5)]^2}{2 \times 0.2 \times 25000^2 \times 10} = 4 \times 10^{-3}\,\mathrm{m} = 4\,\mathrm{mm}.$$

11. klase

1. uzdevums

Oglekļa atoma masa ir 2×10^{-26} kg. Viena sešstūra laukums ir $S = 6\times\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$. (S=5.24 Å^2) Katra sešstūra virsotnēs ir 6 oglekļa atomi, bet viens oglekļa atoms ir 3 sešstūru virsotnēs. Tāpēc laukums, ko aizņem viens oglekļa atoms ir $S = 6\times\frac{\sqrt{3}}{4}a^2\frac{3}{6} = 3\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$ (S_0=2.62 Å^2) 1 m^2 grafēnā ir $N=1/S_0$ atomu ($N=0.382\times10^{20}$). 1 m^2 grafēna masa ir $m_1=N\times12u=7.6\times10^{-7}$ kg=0.76mg. Attālums starp oglekļa atomiem no grafika ir aptuveni 0.15 nm. Maksimālais sastiepuma spēks ir aptuveni F=dE/dr=400/0.18=2222kJ/(mol*nm). Viens metrs ķēdes posma sver $m=12u/0.15\text{nm}=1.33\times10^{-16}$ kg/m Smaguma spēku pielīdzinot sastiepuma spēkam $F=mgh$, no kurienes $h=F/mg$. h=2774 km.

2. uzdevums

A Mehāniskais darbs: $A = m\cdot g\cdot l$ = 4000·9.81·2=7.85 kJ. Pozīcijā B tvaika tilpums ir $V = S\cdot l$. Tvaika masu nosakām no Mendeļejeva-Klapeirona vienādojuma $p\cdot V = m/M\cdot R\cdot T$. Tādejādi $m = p_{atm}\cdot V\cdot M/(R\cdot T)$, kur p_{atm} ir atmosfēras spiediens, mola masa ir 0.018 kg, temperatūra ir 373 K.

$$m = 101\,325\cdot1\cdot2\cdot0.018/(8.31\cdot373)=1.18\ \text{(kg)}$$

Piezīme: ja Mendeļejeva-Klapeirona vienādojuma vietā izmanto fāzu pāreju tuvumā precīzaku Van der Vaalsa vienādojumu, m sanāk tikai par 0.5% lielāka. Nepieciešamo kurināmā siltumu aprēķina kā $Q = \lambda\cdot m.$ = 1.18 · 2257000= 2.66 (MJ). Lietderības koeficients ir $\eta = A/Q$= 7.85 kJ/2.66 MJ = 0.0295=2.95%.

B Virzulim piekārtā muca ar ūdeni nodrošina spiediena starpību starp abām virzuļa pusēm $\Delta p = mg/S$. Tāpēc spiediens tvaikā ir $p_{tvaiks}=p_{atm}-\Delta p$ =101325 − 40000·9.81/1 = 62.1 (kPa). Temperatūru nosaka no diagrammas $p(T)$. Iegūstam 86.6°C.

C Pie $t = 20^0$, p_{tvaiks}= 2.82 kPa, Δp =101.325 −2.82=98.51 (kPa). Spēks ir $F = \Delta p\cdot S$ = 98.51 kN. Masa ir $m = F/g = 98.51\cdot10^3/9.81$ = 10.0 t. Veiktais darbs tad ir $A=F\cdot l$ = 98.51·2=197.0 (kJ). Lietderības koeficients ir $\eta = A/Q$ = 197 kJ / 2.66 MJ =0.0741 = 7.41 %

3. uzdevums

Vispirms aplūkosim procesu, kad kontakts K ir noslēgts. Šajā gadījumā spriegums uz kondensatora ir vienāds ar baterijas EDS ε. Apzīmēsim attāluma d samazinājumu ar x_1. Kondensatora lādiņš $q_1 = C_1\,\varepsilon = \varepsilon_0\,S\,\varepsilon/(d-x_1)$, kur S ir kondensatora laukums. Elektriskā lauka intensitāte starp klajumiem $E_1 = \varepsilon/(d-x_1)$. Viena plāksne rada lauku $E_1/2$, tāpēc pievilkšanās spēks, kas darbojas starp kondensatora klājumiem, ir

$$q_1\,E_1/2 = \varepsilon_0\,S\,\varepsilon^2/(2(d-x_1)^2) = k\,x_1, \tag{1}$$

kur k ir starplikas deformāciju raksturojošs proporcionalitātes koeficients. Tagad pāriesim pie procesa, kurā slēdzis K tiek nospiests uz īsu laiku. Šajā gadījumā kondensators iegūst lādiņu $q_2 = \varepsilon_0\,S\,\varepsilon/d$, turklāt šis lādiņš pēc kontakta pārtraukšanas paliek konstants. Apzīmējot attāluma starp klājumiem samazinājumu ar x_2, elektriskā lauka intensitāte kondensatorā $E_2 = q_2/(C_2(d-x_2))$, kur kapacitāte $C_2 = \varepsilon_0\,S/(d-x_2)$. Līdzsvara nosacījums:

$$q_2\,E_2/2 = q_2^2/(2\,\varepsilon_0\,S) = \varepsilon_0\,S\,\varepsilon^2/(2\,d^2) = k\,x_2. \tag{2}$$

Atrisinot vienādojumu sistēmu (1)+(2), iegūst

$$x_2 = x_1\,[\,1 - x_1/d\,]^2 = 0.128\ d.$$

Gadījumā, ja Huka likums nav spēkā, atrisinājums ir jāatrod no nosacījuma

$$F(x_2) = F(x_1)\,[\,1 - x_1/d\,]^2.$$

No grafika atrodam $F(x_1)$ = 7 N. Aprēķinam $F(x_2) = 7\cdot0.8^2$ N = 4.48 N, no kurienes no grafika nolasām $x_2 = 0.08\ d$.

12. klase

1. uzdevums

Oglekļa atoma masa ir 2×10^{-26} kg. Viena sešstūra laukums ir $S = 6\times\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$. (S=5.24 Å^2) Katra sešstūra virsotnēs ir 6 oglekļa atomi, bet viens oglekļa atoms ir 3 sešstūru virsotnēs. Tāpēc laukums, ko aizņem viens oglekļa atoms ir $S = 6\times\frac{\sqrt{3}}{4}a^2\frac{3}{6} = 3\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$ (S_0=2.62 Å^2) 1 m^2 grafēnā ir $N=1/S_0$ atomu ($N=0.382\times10^{20}$). 1 m^2 grafēna masa ir $m_1=N\times12u=7.6\times10^{-7}$ kg=0.76mg. Attālums starp oglekļa atomiem no grafika ir aptuveni 0.15 nm. Maksimālais sastiepuma spēks ir aptuveni F=dE/dr=400/0.18=2222kJ/(mol*nm) = 3.69 nN Viens metrs ķēdes posma sver m = 12u/0.15nm = 1.33×10^{-16} kg/m Smaguma spēku pielīdzinot sastiepuma spēkam $F=mgh$, no kurienes $h=F/mg$. h=2774 km.

2. uzdevums

A. Fotonu izsistie elektroni lido arī uz anodu. Ātrākie no tiem, kas lido anoda virzienā, to uzlādē. Process turpinās, līdz anoda lādiņš ir tik liels, ka tā radītais elektriskais lauks ir pietiekams, lai šos ātrākos elektronus pilnībā nobremzētu.

B. Maksimālā izsisto elektronu kinētiskā enerģija tiem elektroniem, kas tieši lido uz anodu, ir 0.8 eV. Fotona enerģija ir W = 0.8 eV + 1.2 eV = 2.0 eV = $3.2\cdot10^{-19}$ J. Fotona frekvence ir $f = W/h$ = $3.2\cdot10^{-19}$ / $6.6\cdot10^{-34}$ = $4.8\cdot10^{14}$ Hz. Fotona viļņa garums ir $\lambda = c/f = 6.2\cdot10^{-7}$ m.

C. Nemainījās, jo nemainījās izlidojošo elektronu maksimālā kinētiskā enerģija.

D. Fotona enerģija $W = 1.5\frac{hf}{e} = 3.0\,\mathrm{eV}$. Izsisto elektronu maksimālā kinētiskā enerģija ir $W_{\mathrm{kin,max}} = 3.0 - 1.2 = 1.8\,\mathrm{eV}$. Voltmetrs rādīs 1.8 V.

E. Voltmetrs ar ieejas pretestību 10 MΩ pie sākotnējās gaismas intensitātes rāda spriegumu U = 0.70 V, kas ir mazāks par spriegumu, ko rādīja ideālais voltmetrs, U_0 = 0.80 V. Anodu sasniegs visi elektroni, kuru kinētiskā enerģija ir robežās no 0.70 līdz 0.80 eV, tātad $\Delta n = 0.10\,B$. Līdzsvara gadījumā šie elektroni plūdīs caur voltmetru, radot strāvu $I = e\,\Delta n$. Voltmetrs tad rāda spriegumu $U = I\,R = e\,R\,\Delta n = 0.10\,B\,e\,R$. Tāpēc konstantes B vērtība ir $B = \frac{U}{0.10eR} = 4.4\times10^{12}\,\frac{1}{\mathrm{Vs}}$.

F. Konstantes B vērtība pieaugs 2 reizes, jo sekundē izsisto elektronu skaits pieaug divas reizes. $B_2 = 2B = 8.8\times10^{12}\,\frac{1}{\mathrm{Vs}}$.

G. Ja gaismas intensitāti palielina 2 reizes, tad izsisto elektronu skaits pieaug 2 reizes. $I = \frac{U}{R}\ \ U_{\max} - U\ \ e$, $U = \frac{2BU_{\max}eR}{1+2BeR} = 0.75\,\mathrm{V}$.

H. $U = U_{\max} = 0.80\,\mathrm{V}$.

3. uzdevums

A. $I_s = \varepsilon / r$ = 1.5/0.30=5.0 A

B. $q=C\,U$= $0.30\cdot10^{-6}$ C, I_b=0 A.

C. Vidējo strāvu uzlādes procesa laikā novērtējam kā $I_v = (I_s+I_b)/2$=2.5 A. Uzlādes laiks tad ir $t = q/I_v$ = $0.30\cdot10^{-6}$ /2.5 = $0.12\cdot10^{-6}$ s

D. $I_{bs} = \varepsilon / (R+r)$ = 0.075 A, I_{ss}= 0 A.

E. Uzreiz pēc pieslēgšanas baterijai izpildās $L\,\Delta I/\Delta t = \varepsilon$, jo sākuma momentā strāva ir 0 un baterijas EDS ir vienāds ar pašindukcijas EDS. Tāpēc $(\Delta I/\Delta t)_s = \varepsilon / L$ = 0.10 A/s. Pēc piesātinājuma iestāšanās $\Delta I/\Delta t$ = 0.

F. Vidējā strāvas izmaiņas ātruma vērtība, līdz iestājas piesātinājums, ir $(\Delta I/\Delta t)_s / 2$ = 0.05 A/s. Laiks, kas nepieciešams, lai piesātinājums iestātos, ir $t_p=I_{bs}$ / (0.05 A/s) =1.5 s.

G. U = 1.5 V, q = $0.30\cdot10^{-6}$ C, $W_C = CU^2/2$ = $2.3\cdot10^{-7}$ J.

H. $I_{1ms} = (\Delta I/\Delta t)_s \cdot 0.1$ ms=$1.0\cdot10^{-5}$ A, $W_L = L\,I_{1ms}^2 / 2$ = $7.5\cdot10^{-10}$ J.

I. Kondensatora enerģija.

J. $U = \varepsilon = 1.5$ V

K. $U = 1.5$ V, $q = 0.30 \cdot 10^{-6}$ C, $W_C = CU^2/2 = 2.3 \cdot 10^{-7}$ J.

L. $I_{5s} = I_{bs} = 0.075$ A, $W_L = L\,I_{5s}^{\;2} / 2 = 0.042$ J.

M. Spoles enerģija.

N. $W_L = CU^2/2$, tādēļ $U = (2\ W_L/C)^{0.5} = (2 \cdot 0.042 / 0.2 \cdot 10^{-6})^{0.5} = 0.65$ kV.

O. Kad uzlāde ilgst ilgi.