

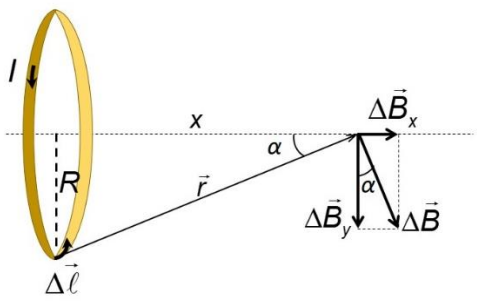
Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

XI

pagina 1 din 9

| Barem Subiectul I <i>Determinarea sarcinii specifice a electronului</i> | | Parțial | Punctaj |
|--|--|----------------|----------------|
| a. |  | | 8p |
| | Legea Biot-Savart: $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \ell}{r^2}$ | 1p | |
| | $\Delta B_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \Delta \ell}{r^2} \sin \alpha$ | 1p | |
| | $\sin \alpha = \frac{R}{(R^2 + x^2)^{1/2}}$ | 0,5p | |
| | $\Delta B_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR \Delta \ell}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$ | 0,5p | |
| | $B_x = \sum \Delta B_x = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \cdot \sum \Delta \ell = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \cdot 2\pi R$ | 1p | |
| | $B_x = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$ | 1p | |
| | $B_y = \sum \Delta B_y = 0$ | 1p | |
| | $B = NB_x = \frac{\mu_0 NIR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$ | 1p | |
| | $x = 0 \Rightarrow B_{centru} = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ | 1p | |
| b. | $x = \frac{R}{2} \Rightarrow B_0 = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 NI}{R}$ | 1p | 1p |
| c. | La distanța x față de centrul sistemului de bobine: $B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{2} + x \right)^2 \right]^{3/2}} + \frac{\mu_0 NIR^2}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{2} - x \right)^2 \right]^{3/2}}$ | 1p | 4p |
| | $B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2} \cdot \frac{1}{R^3} \left\{ \left[1 + \frac{1}{4} \left(1 + \frac{2x}{R} \right)^2 \right]^{-3/2} + \left[1 + \frac{1}{4} \left(1 - \frac{2x}{R} \right)^2 \right]^{-3/2} \right\}$ | 0,5p | |
| | $B \cong \frac{\mu_0 NI}{2R} \cdot \left\{ \left[1 + \frac{1}{4} \left(1 + \frac{4x}{R} \right) \right]^{-3/2} + \left[1 + \frac{1}{4} \left(1 - \frac{4x}{R} \right) \right]^{-3/2} \right\}$ | 0,5p | |

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 2 din 9

| | | | | | | | |
|--------------------------|--|--|--|---|--|-----------|------------|
| | $B \cong \frac{\mu_0 NI}{2R} \cdot \left[\left(\frac{5}{4} + \frac{x}{R} \right)^{-3/2} + \left(\frac{5}{4} - \frac{x}{R} \right)^{-3/2} \right]$ | | | | | 0,5p | |
| | $B \cong \frac{\mu_0 NI}{2R} \cdot \left(\frac{4}{5} \right)^{3/2} \left[\left(1 + \frac{4x}{5R} \right)^{-3/2} + \left(1 - \frac{4x}{5R} \right)^{-3/2} \right]$ | | | | | 0,5p | |
| | $B \cong \frac{\mu_0 NI}{2R} \cdot \left(\frac{4}{5} \right)^{3/2} \left(1 - \frac{6x}{5R} + 1 + \frac{6x}{5R} \right)$ | | | | | 0,5p | |
| | $B \cong \left(\frac{4}{5} \right)^{3/2} \frac{\mu_0 NI}{R} = B_0$ | | | | | 0,5p | |
| d. | Accelerarea electronului: $\Delta E_c = L \Leftrightarrow \frac{mv^2}{2} = eU_a$ | | | | | 2p | 9p |
| | $v = \sqrt{\frac{2eU_a}{m}}$ | | | | | 1p | |
| | Mișcarea circulară în câmp magnetic: $F_{cp} = F_{Lorentz} \Leftrightarrow \frac{mv^2}{r} = evB$ | | | | | 2p | |
| | $v = \frac{erB}{m}$ | | | | | 1p | |
| | $\frac{e}{m} = \frac{2U_a}{r^2 B^2}$ | | | | | 2p | |
| | Sarcina specifică: $\frac{e}{m} = \frac{125}{32} \frac{U_a R^2}{\mu_0^2 r^2 N^2 I^2}$ | | | | | 1p | |
| e. | Nr. det. | Sarcina specifică a electronului $\frac{e}{m} \left(\frac{C}{kg} \right)$ | Valoarea medie $\left(\frac{e}{m} \right)_{\text{mediu}}$ | Eroarea relativă $\varepsilon (\%)$ | Eroarea relativă medie $\varepsilon_{\text{mediu}} (\%)$ | 5p | 8p |
| | 1 | $1,788 \cdot 10^{11}$ | $1,751 \cdot 10^{11}$ | 2,09 | 2,5 | | |
| | 2 | $1,741 \cdot 10^{11}$ | | 0,57 | | | |
| | 3 | $1,710 \cdot 10^{11}$ | | 2,34 | | | |
| | 4 | $1,692 \cdot 10^{11}$ | | 3,35 | | | |
| | 5 | $1,824 \cdot 10^{11}$ | | 4,17 | | | |
| | $\frac{e}{m} = 1,75 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg} \pm 2,5\%$ | | | | | 1,5p | |
| | Posibile surse de erori: neuniformitatea câmpului magnetic, influența câmpului magnetic terestru, măsurarea razei traiectoriei, spirele bobinelor au raze diferite, electronii nu au aceeași viteză/energie și/sau neparalelismul fasciculului de electroni - fasciculul nu își păstrează secțiunea constantă – deci induce erori în măsurarea razei traiectoriei etc. | | | | | 1,5p | |
| Total subiectul I | | | | | | | 30p |

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 3 din 9

| Barem Subiectul II: Mase și resorturi | | Parțial | Punctaj |
|--|---|----------------|----------------|
| A. | | | |
| a) | Forța de frecare care acționează asupra corpului este constantă în modul: $F_f = \mu mg = 0,25 \text{ N}$ | 0,5 | 6,0 p |
| | Corpul se poate opri definitiv, dacă forța elastică este mai mică sau egală cu forța de frecare statică maximă. Distanța critică față de poziția de echilibru este: $x_c = \frac{F_f}{k} = 0,5 \text{ cm}$ | 0,5 | |
| | Ecuția de mișcare a corpului este dată de: $m \cdot a = -k \cdot x \pm \mu mg$ unde semnul \pm corespunde deplasării corpului spre stânga, respectiv spre dreapta. | 0,5 | |
| | Aceasta poate fi rescrisă ca: $m \cdot a = -k \cdot (x \mp x_c)$ Se observă că sistemul se comportă ca un oscilator liniar armonic, care oscilează în jurul unui punct de echilibru aflat la $\pm x_c$. | 1 | |
| | În timpul mișcării, poziția de echilibru mecanic se mută la $+x_c$ (când corpul se deplasează spre stânga) sau la $-x_c$ (când corpul se deplasează spre dreapta). La fiecare semiciclu, amplitudinea scade cu: $2 \cdot x_c = 1 \text{ cm}$. Notă: Faptul că amplitudinea scade liniar cu 1 cm la fiecare semiciclu, se poate demonstra și folosind variația energiei mecanice. | 0,5 | |
| | Corpul pornește de la amplitudinea $x_0 = 10 \text{ cm}$. Amplitudinile succesive vor fi: - După prima trecere la stânga: $x_1 = -9 \text{ cm}$ - După a doua trecere la dreapta: $x_2 = 8 \text{ cm}$ - După a treia trecere la stânga: $x_3 = -7 \text{ cm}$ Se observă că secvența amplitudinilor este: $10, -9, 8, -7, 6, -5, 4, -3, 2, -1, 0$. | 1 | |
| | Corpul se oprește când amplitudinea devine mai mică sau egală cu $x_c = 0,5 \text{ cm}$. Observăm că acest corp trece prin poziția nedeformată, $x = 0$, de $n = 9$ ori. La a 10-a cursă, corpul se oprește chiar în poziția nedeformată, fără a o depăși. | 2 | |
| b) | Metoda 1: Adunăm lungimile corespunzătoare fiecărui semiciclu: $D = 19 + 17 + 15 + 13 + 11 + 9 + 7 + 5 + 3 + 1 = 100 \text{ cm}$ Metoda 2: Se poate aplica teorema de variație a energiei cinetice. | 1 | 1,0 p |
| c) | - t_1 : Centrul este la $+0,5 \text{ cm}$. Corpul parcurge distanța de la 10 cm la 0,5 cm (adică un sfert de perioadă) plus distanța de la 0,5 cm la 0 cm. Prin urmare, $t_1 > T/4$. | 1 | |

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 4 din 9

| | | | | | | | |
|-------------|---|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | - t_2 : Corpul parcurge distanța de la 0 cm la -9 cm. Prin urmare, $t_2 < T/4$. Rezultă că $t_1 > t_2$. | 1 | 8,0 p | | | | |
| | - t_3 : Centrul este la -0,5 cm. Corpul parcurge distanța de la -9 cm la - 0,5 cm (adică un sfert de perioadă) plus distanța de la -0,5 cm la 0 cm. Prin urmare, $t_3 > T/4$. | 1 | | | | | |
| | - Pentru a compara t_1 și t_3 , observăm că amplitudinea scade și viteza medie în cel de-al doilea semiciclu este mai mică. Prin urmare, timpul necesar pentru a parcurge „excesul” de 0,5 cm este mai mare pentru t_3 decât pentru t_1 . Rezultă că $t_3 > t_1$. | 1 | | | | | |
| | - $d_1 = 10$ cm | 0,5 | | | | | |
| | - $d_2 = 9$ cm | 0,5 | | | | | |
| | - $d_3 = 8$ cm - $d_4 = 7$ cm | 0,5 | | | | | |
| | - În modelul cu frecare constantă (uscată sau Coulomb), timpul pentru un semiciclu complet (de la o extremă la alta) rămâne constant, indiferent de scăderea amplitudinii. Prin urmare, $T_1 = T_2$. | 1,5 | | | | | |
| | <table><tr><td>$t_1 > t_2$</td><td>$t_2 < t_3$</td><td>$t_1 < t_3$</td></tr><tr><td>$d_1 > d_2$</td><td>$d_2 > d_4$</td><td>$T_1 = T_2$</td></tr></table> | $t_1 > t_2$ | | $t_2 < t_3$ | $t_1 < t_3$ | $d_1 > d_2$ | $d_2 > d_4$ |
| $t_1 > t_2$ | $t_2 < t_3$ | $t_1 < t_3$ | | | | | |
| $d_1 > d_2$ | $d_2 > d_4$ | $T_1 = T_2$ | | | | | |
| d) | <ul style="list-style-type: none">- Spre deosebire de amortizarea în fluide (vâscoasă), care este exponențială, amortizarea uscată este liniară.- La fiecare semiciclu, amplitudinea scade cu 1 cm.- Se observă că oscilația se „stinge” după 10 semicicluri, oprindu-se exact în poziția $x = 0$. | 1 | 5,0 p | | | | |
| | Timpul necesar parcurgerii unui semiciclu este jumătate din perioada oscilatorului liniar armonic: $t_{semi} = \frac{T}{2}$ $t_{semi} = \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ | 1 | | | | | |
| | Deoarece corpul efectuează un număr de 10 semicicluri, rezultă că durata totală a mișcării corpului până la oprire este: $t_{total} = 10 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}},$ $t_{total} \approx 1,405 \text{ s}$ | 1 | | | | | |

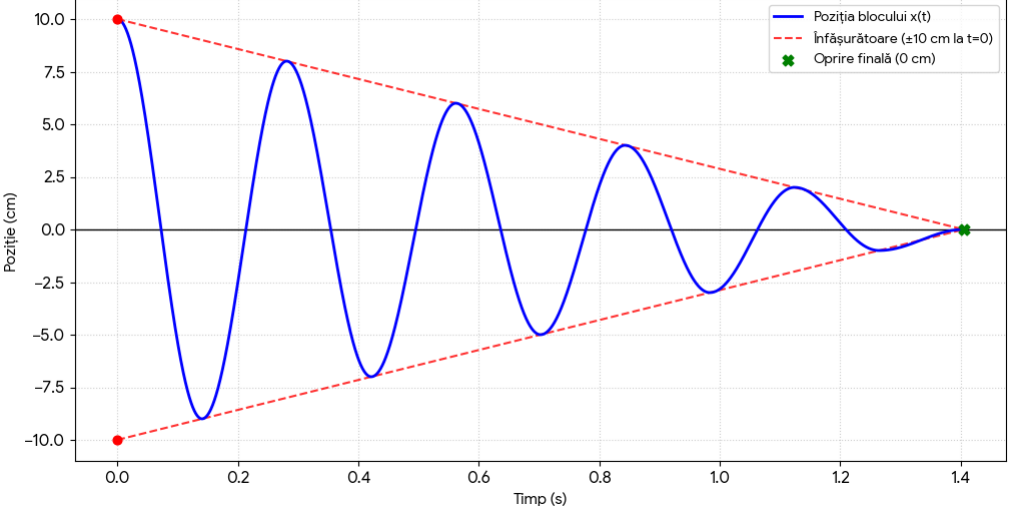
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 5 din 9

| | | | |
|-----------|---|-----|------|
| |  | 2 | |
| B. | | | |
| | <p>Forțele elastice, care acționează în resortul din stânga, respectiv resortul din dreapta, sunt:</p> $F_{e1} = k \cdot x$ $F_{e2} = k \cdot (u \cdot t - x)$ | 1 | |
| | <p>La echilibrul dintre cele două forțe elastice, se obține:</p> $k \cdot x_0 = k \cdot (u \cdot t - x_0)$ $x_0 = \frac{u}{2} \cdot t$ | 1 | |
| | <p>Prin urmare, în sistemul mobil, pentru că cel de-al doilea resort este tras cu viteza constantă u, punctul de echilibru dintre cele două forțe elastice se deplasează cu viteza constantă $u/2$. Considerăm sistemul de referință al acestui punct de echilibru mobil.</p> | 0,5 | |
| | <p>În sistemul de referință fix al laboratorului, inițial corpul este în repaus: $v_0 = 0$. Rezultă că în raport cu sistemul de referință mobil, corpul are viteza inițială: $v'_0 = -u/2$.</p> | 0,5 | |
| | <p>Corpul este legat de două resorturi grupate în paralel, astfel încât constanta elastică echivalentă este:</p> $K = 2 \cdot k$ | 0,5 | 10 p |
| | <p>În sistemul de referință mobil, corpul efectuează o mișcare oscilatorie armonică în jurul punctului de echilibru mobil, cu pulsația:</p> $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{2k}{m}}$ | 0,5 | |
| | <p>Viteza corpului în sistemul fix al laboratorului, v, este dată de:</p> $v = \frac{u}{2} + v'$ <p>unde v' este viteza corpului în sistemul mobil.</p> | 1 | |
| | <p>Pentru condiția $v = u$, se obține:</p> | 1 | |

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 6 din 9

| | | | |
|--|---|-----|--|
| | $u = \frac{u}{2} + v'$ $v' = \frac{u}{2}$ | | |
| | Prin urmare, viteza corpului variază între $v'_0 = -u/2$ și $v' = u/2$. Această variație corespunde unui interval de timp de o jumătate de perioadă. | 1 | |
| | Rezultă că momentul de timp, la care viteza corpului devine pentru prima dată egală cu viteza u , este: | | |
| | $t_1 = \frac{T}{2}$ $t_1 = \pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$ | 1 | |
| | În sistemul de referință mobil, în intervalul de timp t_1 , corpul a pornit din punctul de echilibru și s-a întors tot în punctul de echilibru. | 0,5 | |
| | Rezultă că în sistemul de referință fix, poziția corpului la momentul de timp t_1 este dată de punctul de echilibru x_0 . | 0,5 | |
| | Prin urmare, distanța parcursă de corp, în intervalul de timp t_1 , este: | | |
| | $x_1 = \frac{u}{2} \cdot t_1$ | 0,5 | |
| | Rezultă că: | | |
| | $x_1 = \frac{u \cdot \pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}}$ | 0,5 | |
| | Soluție alternativă (conf. univ. Sebastian Popescu): <i>Lex secunda:</i> $ma = k(ut - x) - kx$ sau $ma = -2k \left(x - \frac{ut}{2} \right),$ Care este ecuația oscilatorului liniar armonic cu constanta elastică echivalentă $2k$ și poziția de echilibru $\frac{ut}{2}$ (deoarece $\left(x - \frac{ut}{2} \right)'' = \ddot{x} = a$). Soluția ei este $x - \frac{ut}{2} = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$ cu $\omega_0 = \sqrt{\frac{2k}{m}},$ iar A și φ_0 date de condițiile inițiale $x(0) = 0$ și $v(0) = 0$. De aici rezultă $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ și | | |

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 7 din 9

| | | | |
|---------------------------|---|--|-------------|
| | $A = \frac{u}{2\omega_0} = \frac{u}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}}.$ <p>Așadar</p> $x(t) = \frac{u}{2} \left[t - \sqrt{\frac{m}{2k}} \sin \left(\sqrt{\frac{2k}{m}} t \right) \right].$ <p>De aici rezultă că</p> $v(t) = \frac{u}{2} \left[1 - \cos \left(\sqrt{\frac{2k}{m}} t \right) \right],$ <p>Așa încât $v = u$ dacă</p> $\cos \left(\sqrt{\frac{2k}{m}} t_1 \right) = -1,$ <p>adică, primul moment de timp la care se întâmplă acest lucru este</p> $t_1 = \pi \sqrt{\frac{m}{2k}}.$ <p>La acest moment de timp, deplasarea corpului este</p> $x_1 = \frac{u}{2} \pi \sqrt{\frac{m}{2k}}.$ | | |
| Total subiectul II | | | 30 p |

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 8 din 9

| Barem Subiectul III: Unde sonore | | Parțial | Punctaj |
|---|--|----------------|----------------|
| a) | Elongația particulelor mediului este dată de: $r(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$ | 1 | 8p |
| | viteza de oscilație a acestora: $u(x, t) = \frac{d}{dt} r(x, t), u(x, t) = -\omega A \sin(\omega t - kx),$ | 1 | |
| | de unde $u_{max} = \omega A$. | 1 | |
| | Presiunea acustică: $p(x, t) = -B \frac{d}{dx} A \cos(\omega t - kx), p(x, t) = -BkA \sin(\omega t - kx).$ | 2 | |
| | Din enunț $B = \rho \cdot c^2$, | 1 | |
| | atunci $p(x, t) = -\rho c \omega A \sin(\omega t - kx)$. | 1 | |
| | În final $p_{max} = \rho c \omega A$, deci $p_{max} = \rho c u_{max}$ | 1 | |
| | | | |
| b) | Din definiție rezultă că $I = \frac{P}{S}$ | 1 | 6p |
| | Știm că $P = F \cdot u$ | 0,5 | |
| | și că $F = p \cdot S$. | 0,5 | |
| | În consecință: $I(x, t) = p(x, t) \cdot u(x, t)$. | 1 | |
| | Folosindu-ne de relațiile determinate anterior rezultă că: $I(x, t) = -\rho c \omega A \sin(\omega t - kx) \cdot (-\omega A \sin(\omega t - kx))$ | 1 | |
| | $I(x, t) = \rho c \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t - kx)$ | 0,5 | |
| | Media temporală pe o perioadă fiind $\langle \sin^2(\omega t - kx) \rangle = \frac{1}{2}$ | 0,5 | |
| | $\langle I(x, t) \rangle = \frac{\rho c \omega^2 A^2}{2} = 2\pi^2 \rho c A^2 \nu^2$ | 1 | |
| c) | O undă staționară se formează prin interferența a două unde progresive: una care se propagă spre dreapta și una care se propagă spre stânga, cu aceeași frecvență și aceeași amplitudine. În tub, unda reflectată la capătul drept se întoarce și interferează cu unda incidentă. | 0,5 | 7p |
| | Unda incidentă are forma $r_1(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$, iar cea reflectată $r_2(x, t) = A \cos(\omega t + kx)$. | 0,5 | |
| | Suprapunerea $r(x, t) = r_1(x, t) + r_2(x, t)$ celor două unde conduce la $r(x, t) = 2A \cos kx \cos \omega t$. | 1 | |
| | Presiunea $p(x, t) = -B \frac{dr(x, t)}{dx}, \frac{dr(x, t)}{dx} = -2Ak \sin kx \cos \omega t$. | 1 | |
| | Atunci $p(x, t) = 2kAB \sin kx \cos \omega t$. | 0,5 | |
| | Condiția $p(L, t) = 0$ implică $\sin kL = 0$, deci $kL = n\pi$ | 1 | |
| | Prin urmare $\nu_n = \frac{nc}{2L}, n = 1, 2, 3 \dots$ | 1 | |
| | Pentru trei ventre de deplasare înseamnă $n = 2$ | 1 | |
| | rezultă $\nu_2 = 340 \text{ Hz}$. | 0,5 | |

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

14 martie 2026

Barem de evaluare și de notare

pagina 9 din 9

| | | | |
|----------------------------|---|-----|------------|
| d) | Pentru unda staționară, din expresia elongației $r(x, t) = 2A \cos kx \cos \omega t$ și presiunii $p(x, t) = 2kAB \sin kx \cos \omega t$ | 1 | 4p |
| | observăm că, la același moment de timp t , cele două mărimi fizice sunt defazate cu $\frac{\pi}{2}$. | 1 | |
| | În punctele în care presiunea are noduri $\sin kx = 0$ | 1 | |
| | elongația este maximă $\cos kx = \pm 1$, deci are ventre și invers. | 1 | |
| e) | Energia conținută în elementul de volum $\Delta V = S\Delta x$ este $\Delta E = w\Delta V = wS\Delta x$ | 0,5 | 5p |
| | Energia care trece prin suprafața S este $\Delta E = wSc\Delta t$ | 0,5 | |
| | Din relația de definiție a intensității undei $I = \frac{\Delta E}{S \cdot \Delta t}$ rezultă ușor că $I = w \cdot c$. | 0,5 | |
| | Un element cilindric de aer din tub de secțiune S și lungime Δx are masa $\Delta m = \rho S\Delta x$. | 0,5 | |
| | Particulele de aer oscilează cu viteza $u(x, t)$ astfel că energia cinetică a elementului de masă Δm este $\Delta E_c = \frac{1}{2}u^2\Delta m$, | 0,5 | |
| | astfel că $w_c = \frac{\Delta E_c}{\Delta V} = \frac{1}{2}\rho u^2$. | 0,5 | |
| | Știm că densitatea volumică totală de energie este $w = w_c + w_p$ de unde $w_p = w - w_c$. | 0,5 | |
| | Dar $w = \frac{I}{c} = \rho u^2$ și prin urmare $w_p = \frac{1}{2}\rho u^2$. | 0,5 | |
| | Având în vedere că $p = \rho cu$ rezultă că $w_p = \frac{1}{2} \frac{p^2}{c^2 \rho}$ | 1 | |
| Total subiectul III | | | 30p |

| | |
|---------------|------------|
| Oficiu | 10p |
|---------------|------------|

Barem propus de:

Prof. dr. Costin DOBROTĂ, CN Dimitrie Cantemir, Onești, Bacău
Prof.dr. Adrian BODNĂRESCU, CN Eudoxiu Hurmuzachi, Rădăuți, Suceava
Prof. Sorin TROCARU, Liceul Teoretic Aurel Vlaicu, Breaza, Prahova
Prof. Constantin GAVRILĂ, CN Sfântul Sava, București - coordonator

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.