MINISTERUL EDUCAȚIEI

**Olimpiada de Fizică**
**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București**
**2 martie 2024**

**XI**



| **Barem Subiectul I.** ***Rezistorii, firul elastic ... și geometria*** | **Parțial** | **Punctaj** |
|---|---|---|
| **1A.** ***Prisma cu rezistoare*** | | |

Rezolvare: Se cer rezistențele echivalente $R_{e_{AD}}$, $R_{e_{AF}}$, $R_{e_{CD}}$ și $R_{e_{AC}}$

***Rezistența echivalentă*** $\boldsymbol{R_{e_{AD}}}$.

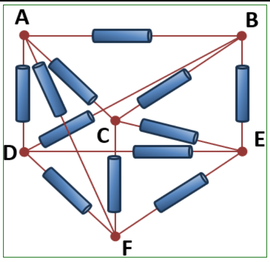


*Figura 1.*

Schema din figura 1 o putem transfigura prin punerea în linie a nodurilor A C E D (vezi Figura 1.a). Excepție făcând latura ce leagă direct nodurile A și D, față de nodurile A și D, gruparea de rezistori rămasă, prezintă două axe de simetrie: una verticală care trece prin nodurile A C E D și una orizontală care trece prin nodurile F, B, prin punctul virtual O situat la mijlocul rezistenței ce leagă nodurile CE, și prin punctul virtual O' situat la mijlocul rezistenței ce leagă nodurile AD.

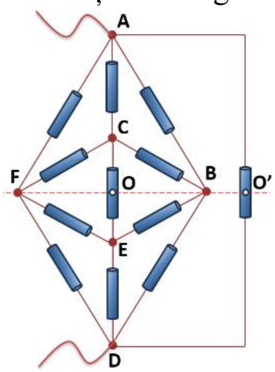


*Figura 1. a)*

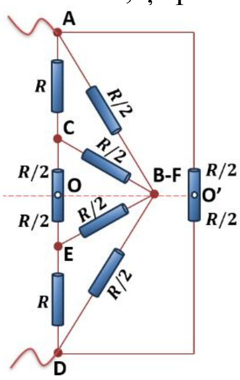


*Figura 1. b)*

Simetria observată impune ca nodurile F, B, O și O' să fie echipotențiale.

Pliem figura în jurul axei verticale și obținem schema echivalentă din Figura 1. b). Deoarece nodurile O, B, F și O' sunt la același potențial putem calcula rezistența $R_{e_{AD}}$ ca fiind egală cu de 2 ori rezistența echivalentă între nodul A și nodul obținut prin fuziunea nodurilor O B F O', $R_{e_{A-OBFO'}}$.

Adică

$$R_{e_{AD}} = 2R_{e_{A-OBFO'}} = 2\{[(R_{CO}\|R_{C-BF} + R_{AC})\|R_{A-BF}]\|R_{AO'}\}.$$

Înlocuim valorile rezistențelor și obținem consecutiv:

$$R_{e_{AD}} = 2\left\{\left[\left(\frac{R}{2}\|\frac{R}{2}+R\right)\|\frac{R}{2}\right]\|\frac{R}{2}\right\} = 2\left\{\left[\left(\frac{R}{4}+R\right)\|\frac{R}{2}\right]\|\frac{R}{2}\right\} = 2\left\{\left[\frac{5R}{4}\|\frac{R}{2}\right]\|\frac{R}{2}\right\} = 2\left\{\frac{5R}{14}\|\frac{R}{2}\right\} = 2\cdot\frac{5R}{24}$$

Astfel am găsit rezistența echivalentă $\boldsymbol{R_{e_{AD}} = \frac{5R}{12}}$.

| | | |
|---|---|---|
| Figura **1a** corectă | **1p** | **3p** |
| Figura **1b** corectă | **1p** | |
| Calcul corect $R_{e_{AD}}$ | **1p** | |
| ***Orice schemă electrică echivalentă și rezultat corect se punctează la fel.*** | | |

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.

***Rezistența echivalentă $R_{e_{CD}}$.***

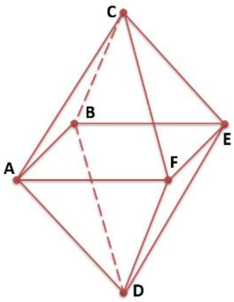


*Figura 1. c)*

O transfigurare a circuitului inițial, importantă pentru înțelegerea problemei, este dată în figura 1c. Cum se ajunge la ea? Pur și simplu se numără grupurile triunghiulare de rezistențe prezente în figura 1. Două triunghiuri sunt bazele și alte 6 triunghiuri sunt pe fețele laterale ale prismei. S-au găsit 8 astfel de triunghiuri. Aceste triunghiuri constituie fețele octaedrului regulat desenat în figura 1. c). De aici se observă că nodurile AFEB sunt la „distanță” egală de nodurile C și D. Din punct de vedere electric aceasta înseamnă că sunt echipotențiale. De aceea în calcul rezistenței echivalente laturile care le leagă nu vor contribui la rezistența echivalentă deoarece prin ele nu va circula niciun curent. Ceea ce rămâne sunt 4 rezistente de valoare 2R situate în paralel. Mai precis

$R_{e_{CD}} = (R_{CA} + R_{AD})\|(R_{CF} + R_{FD})\|(R_{CE} + R_{ED})\|(R_{CB} + R_{BD}) = \frac{R}{2}$.

În plus simetria impune $R_{e_{CD}} = R_{e_{AE}} = R_{e_{BF}} = R/2$. (1)

Deoarece avem 6 noduri se poate pune problema determinării rezistenței echivalente dintre oricare 2 noduri. Ele sunt în număr de $C_6^2 = 15$.

Tot simetria octaedrică impune ca în raport cu pătratul AFEB să avem:

$R_{e_{AD}} = R_{e_{FD}} = R_{e_{ED}} = R_{e_{BD}} = R_{e_{CA}} = R_{e_{CF}} = R_{e_{CE}} = R_{e_{CB}}$. (2)

Simetria în raport cu pătratele BCFD și ACED produce egalități analoage, care acoperă, împreună cu cele din relația (2), restul de $15 - 3 = 12$ rezistențe echivalente posibile.

În concluzie există două clase de rezistențe electrice echivalente:

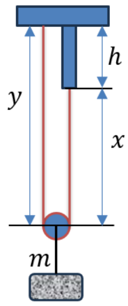
I. Rezistențe electrice echivalente care au valoarea $R/2$, în număr de 3 și
II. Rezistențe electrice echivalente care au valoarea $5R/12$, în număr de 12.

**Răspunsul la cerințele problemei**

Rezistențele electrice echivalente cerute în problemă sunt: $R_{CD} = R/2$, care aparține clasei I și rezistențele $R_{e_{AD}} = R_{e_{AF}} = R_{e_{AC}} = 5R/12$, care aparțin clasei II.

| | | |
|---|---|---|
| Figura **1c** corectă | **1p** | **3p** |
| Rezultat corect $R_{e_{CD}}$ | **1p** | |
| Observarea existenței claselor de rezistențe echivalente I și II | **1p** | |
| ***Orice schemă electrică echivalentă și rezultat corect se punctează la fel.*** | | |
| **Total punctaj problemă 1A** | | **6p** |

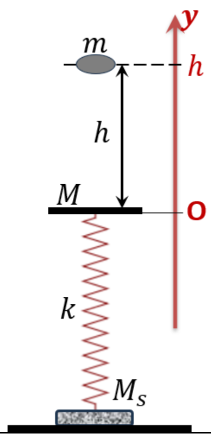
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi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

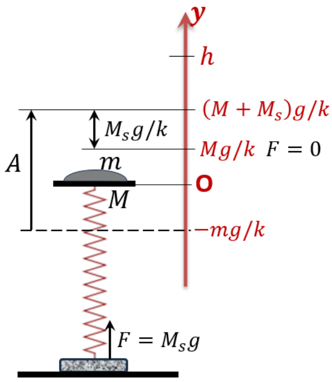
| **1B.** ***Fir elastic trecut peste scripete*** | | **Parțial** | **Punctaj** |
|---|---|---|---|
| Cerințe<br>a) Calculează perioada $T$ a micilor oscilații.<br>b) Calculează perioada micilor oscilații $T_b$ dacă scripetele este blocat și firul nu alunecă pe el.<br><br> | | | |
| **a.** | *Distanța y la echilibru,* $y_e$.<br>Tensiunile în cele 2 porțiuni ale firului elastic sunt egale cu $mg/2$. Alungirea firului este $\Delta L = \frac{mg}{2k}$. Avem $x_e + y_e = L + \Delta L$ și $y_e - x_e = h$.<br>De aici rezultă $y_e = \frac{mg}{4k} + \frac{L+h}{2}$ = 0,813 m; | **0,50p** | **1,5p** |
| | *Forța elastică*. Dacă aplicăm o forță suplimentară $F$, noua poziție $y$ va fi: $y = \frac{mg+F}{4k} + \frac{L+h}{2}$. Astfel masa $m$ s-a deplasat față de poziția de echilibru cu distanța $\delta y = y - y_e = F/4k$. În concluzie constanta elastică echivalentă este $k_e = 4k$.<br>Rezultă perioada de oscilație: $\boldsymbol{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}}$ = 0,50 s. | **1,00p** | |
| **b.** | *Constantele elastice ale celor două porțiuni de fir.*<br>Din ecuațiile $Lk = L_1 k_1$ și $k_1(y - L_1) = \frac{mg}{2}$ rezultă:<br>$k_1 = \frac{2k(mg+2kL)}{mg+2k(L+h)}$ = 55,4 N/m.<br>Din ecuațiile $Lk = L_2 k_2$ și $k_2(y - h - L_2) = \frac{mg}{2}$ rezultă:<br>$k_2 = \frac{2k(mg+2kL)}{mg+2k(L-h)}$ = 144 N/m. | **1,00p** | **1,5p** |
| | Atunci când *scripetele este blocat*, perioada este:<br>$T_b = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$ = 0,45 s | **0,50p** | |
| **Total punctaj problemă 1B** | | | **3p** |
| **Oficiu** | | | **1p** |
| **Total subiectul I** | | | **10** |

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.

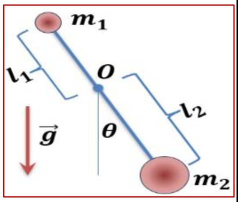
| **Barem Subiectul II.** ***Chestiuni ... vâscoase și lipicioase!*** | | **Parțial** | **Punctaj** |
|---|---|---|---|
| **2A.** ***Laborator virtual: Oscilator liniar armonic*** | | | |
| **a.** | Unitățile de măsură (laturile pătratelor) pentru cele 2 axe sunt: 5 mm pe verticală și 0,1 s pe orizontală.<br>Formula folosită este $D = \frac{1}{i}\ln\frac{A_n}{A_{n+i}}$<br>Primul maxim este $A_0$ = 139 mm, iar al 6-lea este $A_5$ = 30 mm. Decrementul logaritmic estimat este $D = \frac{1}{5}\ln\frac{A_0}{A_5} = \frac{\log_{10}\frac{A_0}{A_5}}{5\log_{10}e} \cong 0.307$. | **0,50p** | **2p** |
| | Prima trecere prin zero (0) a elongației este la $t_i$ = 0,22 s, ultima la $t_f$ = 3,7 s, numărul de perioade este 5,5. Perioada medie este $T'$ = (3,7-0,22)/5,5 = 0,633 s. Frecvența medie este $f'$ = 1.58 Hz. | **0,50p** | |
| | Formula necesară aici este $T_0 = T'\frac{2\pi}{\sqrt{D^2+4\pi^2}}$. Rezultă $T_0$ = 0.632 s (mai exact 0.631975 s). | **0,50p** | |
| | Constanta elastică rezultă din: $k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2}$ = 19,8 N/m (mai exact 19,76924 N/m) | **0,50p** | |
| **b.** | Durata medie $\Delta t$ dintre 2 înregistrări consecutive este: $\Delta t$ = 3,794 s / 241 intervale = 0,01574 s. | **0,25p** | **2p** |
| | Din enunț știm că $x(0)$ = 98 mm. Următorul punct de pe grafic are elongația $x(\Delta t)$ = 114 mm. Viteza inițială estimată din primele 2 puncte de pe grafic este $v_0 = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ = (114 − 98) mm / 0,01574 s ≅ 1,02 m/s (mai precis 1,016342 m/s). | **0,25p** | |
| | Constanta $b$, care apare în legea de mișcare $x = Ae^{-bt}\sin(\omega t + \varphi)$, este legată de decrementul logaritmic prin relația $D = bT'$. Adică<br>$b = D/T'$ = 0,485 $s^{-1}$ (mai exact 0,4846564 $s^{-1}$). | **0,25p** | |
| | Energia totală, la amortizări slabe, depinde de timp precum<br>$E_t(t) \cong \frac{kA^2e^{-2bt}}{2}$. | **0,25p** | |
| | Dacă notam cu $X_n$ al ***n****-lea* extrem al elongației care apare la momentul $t_n$ când viteza oscilatorului trece prin zero, $v(t_n) = \dot{y}(t_n) = 0$, conservarea energiei se scrie $\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} - \Delta E_t(t_n) = \frac{kX_n^2}{2}$, unde<br>$(n = 0,1,\ldots)$. și $\Delta E_t(t_n)$ este pierderea de energie a oscilatorului de la începutul mișcării. | **0,50p** | |
| | Deoarece pierderea de energie este $\Delta E_t(t_n) = \frac{kX_n^2}{2}\left(e^{2bt_n} - 1\right)$ se obține ecuația energetică $\boldsymbol{\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{kX_n^2}{2}e^{2bt_n}}$. După câteva calcule simple se deduce pentru viteza inițială formula $\boldsymbol{v_0 = \omega_0\sqrt{X_n^2 e^{2bt_n} - x_0^2}}$. | **0,25p** | |
| | Dacă se alege ultimul extrem $\lvert X_{11}\rvert$ = 25 mm = 0,025 m din înregistrare, care este atins la timpul $t_{11}$= 3,52 s. Se obține:<br>$v_0$ ≅ 0,967 m/s (mai precis 0,966917 m/s). | **0.25p** | |
| **Total 2A** | | | **4p** |

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.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2B.** ***Plastilina pe taler*** | | | |
| Date numerice: $k = 50\frac{N}{m}$, $M = 100g$, $h = 0{,}3125$ m, $m = 400$g, $g = 10\frac{m}{s^2}$.   | | | |
| | | | |
| **a.** | Legea de mișcare generică este $y = y_0 + v_0(t - t_0) + \frac{a(t-t_0)^2}{2}$;<br>Aici $y_0 = 0$; $t_0 = 0$; $v_0 = -\sqrt{2gh}$ și $a = -g$;<br>Legea de mișcare este: $\boldsymbol{y = -t\sqrt{2gh} - \frac{gt^2}{2}}$. Rezultat numeric:<br>$\boldsymbol{v_0}$ **= −2,5 m/s.** | **0,50p** | **4p** |
| | *Viteza după ciocnirea plastică* $u$. Legea conservării impulsului asigură $mv_0 + M \cdot 0 = (m + M)u$.<br>Rezultă: $\boldsymbol{u = \frac{m}{m+M}v_0}$ **= −2,0 m/s.** | **1,00p** | |
| | *Calculul pulsației* $\omega$. Masa de mișcare este $m + M$.<br>Rezultă: $\boldsymbol{\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}}}$ **= 10 rad/s.** | **0,50p** | |
| | *Calculul amplitudinii* $A$. Poziția de echilibru pentru oscilatorul armonic este mai jos față de poziția inițială a talerului, la distanța $d = mg/k$ = 0,08 m.<br>Scriem conservarea energiei oscilatorului față de noua poziție de echilibru:<br>$\frac{(m+M)u^2}{2} + \frac{kd^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$. Rezultă $\boldsymbol{A = \sqrt{\frac{(m+M)u^2}{k} + d^2}}$ **= 0,2154 m.** | **1,00p** | |
| | Forma generică a legii de mișcare este $y = -d + A\sin(\omega t + \varphi)$;<br>Legea vitezei este $\dot{y} = A\omega\cos(\omega t + \varphi)$.<br>Din condițiile inițiale la $t = 0$, $y(0) = 0$ și $\dot{y}(0) = u$, rezultă:<br>$A\sin(\varphi) = d$ și $u = A\omega\cos(\varphi)$. Observăm că unghiul $\varphi$ aparține cadranului II trigonometric deoarece $\sin(\varphi) = \frac{d}{A} > 0$ și $\cos(\varphi) = \frac{u}{A\omega} < 0$. Rezultă $\varphi$ = 2,761 rad= 158,2°.<br>Legea de mișcare este $\boldsymbol{y = -0{,}08 + 0{,}2154\sin(10t + 2{,}761)}$ [m]. | **1,00p** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **b.** | Pentru ca suportul, de masă $M_s$, să nu se desprindă de catedră, amplitudinea $A$ trebuie să fie mai mică decât $\frac{(m+M+M_s)g}{k}$.<br>Adică $M_s > \frac{kA}{g} - m - M$.<br>Rezultă $M_{s_{min}}$ = 0,577 kg.<br>Proiecția pe axa Oy a tensiunii din resort care acționează asupra suportului, $F$, depinde de $y$ astfel:<br>$F(y) = -Mg + ky$; $F = +M_s g$ atunci când $y = (M + M_s)g/k$.<br> | **0,50p** | **0,50p** |
| **c.** | Ecuația de mișcare este $(m+M)\ddot{y} + ky = kA_0 \sin \Omega t$.<br>Soluția particulară a acestei ecuații o căutăm de forma<br>$y_p = B\cos(\Omega t + \theta)$. Găsim $\theta = 0$ și $B = \frac{\omega^2 A_0}{\omega^2 - \Omega^2}$ = 0,26 m = 26 cm,<br>adică $y_p = \frac{\omega^2 A_0}{\omega^2-\Omega^2}\sin \Omega t$. Soluția completă este de forma:<br>$y = \frac{\omega^2 A_0}{\omega^2-\Omega^2}\sin \Omega t + D\sin(\omega t + \alpha)$, unde $D$ și $\alpha$ se găsesc din condițiile inițiale.<br>Din enunț rezultă condiția inițială $y(0) = 0$. Aceasta impune ca $\alpha = 0$.<br>Din cealaltă condiție inițială care este $\dot{y}(0) = 0$, impune $D = -\frac{\omega^2 A_0}{\omega^2-\Omega^2}\frac{\Omega}{\omega}$<br>. Prin urmare legea de mișcare este $\boldsymbol{y = \frac{\omega^2 A_0}{\omega^2-\Omega^2}\left[\sin \Omega t - \frac{\Omega}{\omega}\sin(\omega t)\right]}$.<br>Numeric: $\boldsymbol{y = 0,26 \cdot [\sin(5t) - 0,5 \cdot \sin(10t)]}$ [m]. | **0,50** | **0,50p** |
| **Total 2B** | | | **5p** |
| **Oficiu** | | | **1p** |
| **Total subiectul II** | | | **10p** |

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.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Subiectul III.** ***Haltera și Zborul de noapte!*** | | | |
| **3A.** ***Haltera jucăușă*** | | | |
| | | | |
| **1.** | *Metoda 1*. Momentul rezultant al forțelor care acționează asupra sistemului este:<br>$M = -(m_2 g l_2 \sin\theta - m_1 g l_1 \sin\theta)$,<br>$M = -(m_2 l_2 - m_1 l_1) g \sin\theta$. (1)<br><br><br>*Figura 5.* | **1,00p** | |
| | Ecuația mișcării de rotație va fi:<br>$M = -(m_2 l_2 - m_1 l_1) g \sin\theta = I \cdot \varepsilon = I \cdot \ddot{\theta}$. (2) | **0,75p** | |
| | În cazul micilor oscilații ($\sin\theta \approx \theta$), obținem ecuația oscilatorului armonic:<br>$\ddot{\theta} + (m_2 l_2 - m_1 l_1)\frac{g}{I} \cdot \theta = 0$. (3) | **0,50p** | |
| | Pătratul pulsației oscilatorului este $\omega^2 = (m_2 l_2 - m_1 l_1)\frac{g}{I}$ și perioada de oscilație devine:<br>$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{g(m_2 l_2 - m_1 l_1)}}$. (4) | **0,75p** | |
| | Momentul de inerție față de axul pivot va fi:<br>$I = m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2$. (5) | **0,75p** | |
| | Se deduce perioada:<br>$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2}{g(m_2 l_2 - m_1 l_1)}}$. (6) | **0,75p** | |
| **Total metoda 1** | | | **4,5p** |
| | | | |
| **2.** | *Metoda 2*. Pentru mișcarea de rotație ecuația de mișcare se scrie:<br>$I\ddot{\theta}$ = momentul rezultant. Dacă mișcarea este armonică se va obține o ecuație de oscilator armonic în variabila $\theta$:<br>$\ddot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0$, (7)<br>analoagă cu ecuația $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ obținută pentru mișcarea de translație. | **0,50p** | |
| | Energia cinetică de rotație este:<br>$E_c = I\frac{\dot{\theta}^2}{2} = (m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2)\frac{\dot{\theta}^2}{2}$, (8)<br>unde $m_{ef} = I$ este elementul de inerție al oscilatorului armonic echivalent, care acum este momentul de inerție. | **1,00p** | |
| | Energia potențială este:<br>$E_p = (m_2 g l_2 - m_1 g l_1)\frac{\theta^2}{2}$, (9)<br>unde $k_{ef} = g(m_2 l_2 - m_1 l_1)$ este elementul elastic al oscilatorului armonic echivalent, în variabila $\theta$. | **1,00p** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | În practică întâlnim două situații:<br>**a)** Dacă $m_2 l_2 - m_1 l_1 > 0$ micile oscilații sunt cu masa $m_2$ în jos;<br>**b)** Dacă $m_2 l_2 - m_1 l_1 < 0$ micile oscilații sunt cu masa $m_1$ în jos.<br>*Pentru a exista mici oscilații trebuie ca*: $\boldsymbol{m_2 l_2 - m_1 l_1 \neq 0}$; (10)<br>În cazul $m_2 l_2 - m_1 l_1 = 0$ echilibrul este indiferent, deci nu există oscilații. | **1,00p** | |
| | Folosind analogia cu oscilatorul liniar armonic rezultă perioada<br>$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_{ef}}{k_{ef}}}$, (11)<br>în care $k_{ef}$ și $m_{ef}$ sunt mărimi efective care provin de la similitudinea cu oscilatorul liniar armonic. | **0,50p** | |
| | Cazul general conduce la rezultatul:<br>$\boldsymbol{T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2}{g\lvert m_2 l_2 - m_1 l_1\rvert}}}$. (12) | **0,50p** | |
| **Total metoda 2** | | | **4,5p** |
| | | | |
| **3B.** ***Liliacul și molia*** | | | |
| | Când atât sursa cât şi observatorul sunt în mişcare, pe aceeaşi direcţie, formula efectului Doppler are forma:<br>$f' = f\frac{v + v_{observator}}{v - v_{sursa}}$, (1)<br>unde $f$ este frecvenţa proprie a sunetului, $f'$ este frecvenţa recepţionată de observator, iar $v$ este viteza sunetului în mediu (în cazul de față în aer). Celelalte viteze ($v_{observator}$ şi $v_{sursa}$) sunt raportate la referenţialul exterior (Pământ). În această formulă semnele vitezelor $v_{observator}$ şi $v_{sursa}$ corespund situaţiei în care sursa și observatorul se apropie unul de celălalt. În cazul îndepărtării lor, semnele se schimbă. | **1,00p** | **4,5p** |
| | În problemă distingem două etape:<br>1. liliacul este sursă, iar insecta este observatorul;<br>2. insecta reflectă sunetul devenind sursă, iar liliacul devine observatorul.<br>În prima etapă insecta recepţionează frecvenţa<br>$f_{\text{insecta}} = f\frac{v + v_{\text{insecta}}}{v - v_{\text{liliac}}}$. (2) | **1,00p** | |
| | Să admitem că insecta va fi prinsă, adică are loc apropierea liliacului de insectă. Semnele vitezelor $v_{\text{insecta}}$ şi $v_{liliac}$ sunt ca în formula (1). Cu valorile numerice din enunţ putem scrie: $f_{\text{insecta}} = 42\frac{340 + v_{\text{insecta}}}{340 - 6}$ [kHz], unde viteza de deplasare a insectei $v_{\text{insecta}}$ este necunoscută.<br>În a doua etapă, formula (1), combinată cu $f_{\text{insecta}}$, se scrie sub forma $42{,}40 = f_{\text{insecta}}\frac{v + v_{liliac}}{v - v_{\text{insectă}}} = 42\frac{340 + v_{\text{insecta}}}{334}\cdot\frac{346}{340 - v_{\text{insectă}}}$, [kHz].<br>De aici găsim viteza $v_{\text{insecta}} = -\,4{,}39$ m/s. (3) | **1,50p** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Aceasta înseamnă că insecta fuge de liliac (lucru firesc, într-o astfel de circumstanţă!). Prin urmare, liliacul se apropie de prada sa, cu viteza. $\boldsymbol{(6-4,39)m/s = 1,61\text{m/s}}$. (4) | **1,00p** | |
| **Total 3B** | | | **4,5p** |
| **Oficiu** | | | **1** |
| **Total subiectul III** | | | **10** |

*Barem propus de:*
***Prof. Dumitru ANTONIE****, Colegiul Tehnic nr.2 din Târgu –Jiu*
***Prof. Asociat dr. Cornel Mironel NICULAE****, Facultatea de Fizică, Universitatea București*
***Prof. Florin MORARU****, Colegiul National „Nicolae Bălcescu”, Brăila*
***Prof. Viorel MITITEAN****, Colegiul Național „Emanuil Gojdu”, Oradea*