

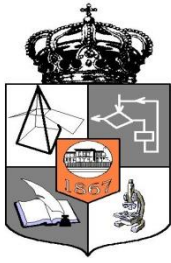
MINISTERUL EDUCAȚIEI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național Interdisciplinar
„Vrănceanu – Procopiu”
25 februarie 2023
FIZICA



BAREM DE EVALUARE
CLASA A XII-A

Barem Problema 1, clasa a XII-a

| Item | Soluție | Punctaj parțial | Punctaj total |
|------|--|-----------------|---------------|
| a) | Variația impulsului unui foton ca urmare a reflexiei pe suprafața discului | 0,5p | 3p |
| | $\Delta \vec{p} = \vec{p}_r - \vec{p}_i$ | | |
| | $p_r = p_i = p_0 = hv/c$ | | |
| | $\Delta p = 2hv/c$ | 0,5p | |
| | Variația impulsului discului este egală ca mărime și de sens contrar variației impulsului fotonului. Asupra discului va acționa o forță orientată pe verticală în sus. | 0,5p | |
| | Dacă în timpul Δt pe fața inferioară a discului se reflectă ΔN fotoni, atunci forța care acționează asupra discului pe verticală în sus este: | 0,5p | |
| | $F = \frac{\Delta N \Delta p}{\Delta t} = \frac{NS \Delta t 2hv}{c \Delta t} = \frac{2hvN\pi R^2}{c}$ | | |
| | Discul se ridică dacă $F_{\min} \geq mg$ | 0,5p | |
| | $N_{\min} = cmg / (2hv \pi R^2)$ | 0,5p | |
| b) | Accelerația discului pentru intervalele de timp în care discul este supus acțiunii fasciculului de lumină monocromatică este dată de relația: | 0,5p | 3p |
| | $F - mg = ma$ | | |
| | $\frac{2hvN_0\pi R^2}{c} - mg = ma$ | | |
| | $a = \frac{2hvN_0\pi R^2}{mc} - g$ | | |
| | In intervalele de timp în care iradierea este intreruptă accelerația discului este $-g$ | 0,30p | |
| | Pozițiile și vitezele discului la momentele de timp precizate în grafic sunt: $y' = aT_0^2/2 \quad v_0' = aT_0$ $y_0 = y' + v_0'T_1 - gT_1^2/2$ $v_0 = v_0' - gT_1$ unde $t_1 = T_0 + T_1$ și $v_0 = 0$ | 0,50p | |
| | $y_0 = agt_1^2 / (2a + 2g)$ $y_1 = y_0 + at_1^2/2 \quad v_1 = at_1$ $y_2 = y_1 + v_1t_2 - gt_2^2/2 \quad v_2 = v_1 - gt_2$ $y_3 = y_2 + v_2t_3 + at_3^2/2 \quad v_3 = v_2 + at_3$ | 0,70 p | |

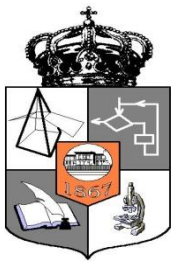


**MINISTERUL EDUCAȚIEI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național Interdisciplinar
„Vrănceanu – Procopiu”
25 februarie 2023
FIZICA**



**BAREM DE EVALUARE
CLASA A XII-A**

| | | | |
|----|---|-------|-----|
| | <p>Presupunem că pe durata τ_2 a întreruperii iradierii discul urcă la înălțimea maximă y_{\max} și revine descendent la înălțimea y_1 cu viteza v_1 și că pe durata τ_3 a următoarei iradierii discul coboară încetinit până la y_{\min} și revine ascendent la y_1 cu viteza v_1</p> <p>Dacă duratele τ_2 și τ_3 alternează după aceeași regulă discul efectuează o mișcare periodică cu perioada $\tau_2 + \tau_3$ în raport cu y_1 între înălțimile y_{\max} și y_{\min}.</p> | 0,50p | |
| | <p>Ca urmare: $y_1 = y_3$; $v_1 = v_3$ $\tau_2 = a \tau_3 / g$ $\tau_3 = 2 \tau_1$</p> | 0,50p | |
| c) | <p>Fasciculul emergent din lentilă care asigură echilibrul discului are vârful în focarul lentilei divergente. dS_0 și dS sunt suprafețele elementare din planul lentilei ($y=0$) și planul feței inferioare a discului care se văd sub același unghi solid din focarul lentilei.</p> $d\Omega = \frac{dS_0 \cos\alpha}{\left(\frac{f}{\cos\alpha}\right)^2} = \frac{dS \cos\alpha}{\left(\frac{f+y}{\cos\alpha}\right)^2}$ | 0,5p | 3p |
| | $dS_0 = \frac{dS}{\left(1 + \frac{y}{f}\right)^2}$ $dS_0 = dS \left(1 - 2\frac{y}{f}\right)$ | 0,5p | |
| | <p>Variația impulsului unui foton incident pe direcția α după reflexia pe fața inferioară a discului este</p> $\Delta p = \frac{2h\nu \cos\alpha}{c}$ <p>Fasciculul este foarte puțin divergent (α foarte mic), $\cos\alpha=1$;</p> $\Delta p = \frac{2h\nu}{c}$ | 0,5p | |
| | <p>Aria suprafeței sectorului elementar de pe suprafața inferioară a discului pe care sosesc într-un interval de timp dt, un număr dN de fotoni transportați prin secțiunea cu aria dS_0 :</p> $dS = r d\theta dr$ $dN = N_0 dS_0 dt$ $dN = N_0 \left(1 - \frac{2y}{f}\right) r d\theta dr dt$ | 0,5p | |
| | <p>Forța care acționează normal pe sectorul cu aria suprafeței dS</p> $dF = dN \frac{\Delta p}{dt} = \frac{2h\nu N_0}{c} \left(1 - \frac{2y}{f}\right) r d\theta dr$ $F = \frac{2h\nu N_0}{c} \left(1 - \frac{2y}{f}\right) \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^R r dr = mg$ | 0,5p | |
| | $N_0 = \frac{mg}{\frac{2h\nu}{c} \left(1 - \frac{2y}{f}\right) \pi R^2}$ | 0,5p | |
| | Oficiu | 1p | 1p |
| | Total | 10p | 10p |



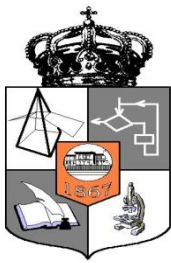
MINISTERUL EDUCAȚIEI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național Interdisciplinar
„Vrânceanu – Procopiu”
25 februarie 2023
FIZICA



BAREM DE EVALUARE
CLASA A XII-A

Altă posibilă rezolvare pentru punctul c)

| | | | | | |
|----|--|--|------|----|--|
| c) | | <p>Fasciculul emergent din lentilă care asigură echilibrul discului are vârful în focarul lentilei divergente.</p> <p>Variația impulsului unui foton incident pe direcția α după reflexia pe fața inferioară a discului este</p> $\Delta p = \frac{2h\nu \cos\alpha}{c}$ | 0,5p | | |
| | <p>Fasciculul care ajunge pe disc este foarte puțin divergent (α foarte mic), $\cos\alpha=1$;</p> | $\Delta p = \frac{2h\nu}{c}$ | 0,5p | | |
| | <p>Fie R_{sf} raza secțiunii fasciculului divergent care ajunge pe extremitatea discului</p> $\frac{R_{sf}}{R} = \frac{f}{f+y} = \frac{1}{1+\frac{y}{f}}$ $R_{sf} = \frac{R}{1+\frac{y}{f}}$ <p>Aria corespunzătoare secțiunii fasciculului este</p> $S_0 = \pi R_{sf}^2 = \pi \left(\frac{R}{1+\frac{y}{f}} \right)^2 = S \left(1 - \frac{2y}{f} \right)$ <p>Unde S este aria discului</p> | | 0,5p | 3p | |
| | <p>Numărul de fotoni transportați în timpul Δt, prin secțiunea S_0 a fasciculului este:</p> | $\Delta N = N_0 S_0 \Delta t = N_0 S \left(1 - \frac{2y}{f} \right) \Delta t$ | 0,5p | | |
| | <p>Forța care acționează normal pe suprafața discului este:</p> | $F = \Delta N \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2h\nu N_0}{c} \left(1 - \frac{2y}{f} \right) S$ | 0,5p | | |
| | <p>Din condiția de echilibru pentru disc:</p> $F = \frac{2h\nu N_0}{c} \left(1 - \frac{2y}{f} \right) \pi R^2 = mg$ <p>Se obține</p> $N_0 = \frac{mg}{\frac{2h\nu}{c} \left(1 - \frac{2y}{f} \right) \pi R^2}$ | | 0,5p | | |

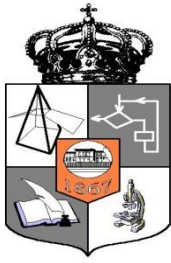


MINISTERUL EDUCAȚIEI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național Interdisciplinar
„Vrânceanu – Procopiu”
25 februarie 2023
FIZICA



BAREM DE EVALUARE
CLASA A XII-A

| Subiect | 2 | Punctaj parțial | Punctaj total |
|---------|--|--------------------|------------------|
| 3a | <p>a1.</p> <p>xOy: La momentul $t > 0$: $y = h - g \frac{t^2}{2}$, $x = 0 = const.$ viteza mărului: $\vec{u} = \vec{u}_x + \vec{u}_y$, $u_x = 0$, $u_y = -gt$ acelerația: $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$, $a_x = 0$, $a_y = -g = const.$</p> <p>a2.</p> <p>$x'O'y'$: La momentul $t' > 0$: $y' = y = h - g \frac{t^2}{2}$</p> <p>Dar $x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, $x = 0 \Rightarrow t = \frac{-x' \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{v} \Rightarrow$</p> <p>Ecuția traiectoriei în raport cu nava: $y' = \frac{-g}{2v^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \cdot x'^2 + h$ parabolă.</p> <p>Forma traiectoriei mărului din perspectiva lui $x'O'y'$ până la căderea pe sol:</p> <p>a3.</p> <p>Din $t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ și $x' = \frac{-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ \Rightarrow legea de mișcare după $O'x'$:</p> $x' = -vt'$ <p>Înlocuind în ec. traiectoriei se obține legea de mișcare după $O'y'$:</p> $y' = \frac{-g}{2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \cdot t'^2 + h$ <p>Se observă că în raport cu $O'x'$ mărul se mișcă uniform ($a_{x'} = 0$) iar față de $O'y'$ mișcarea sa este uniform variată, accelerația fiind:</p> | 0,5p 0,5p | 4p |
| | | 0,25p | |
| | | 0,25p | |
| | | 0,5p | |
| | | 0,25p | |

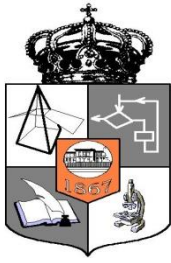


MINISTERUL EDUCAȚIEI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național Interdisciplinar
„Vrânceanu – Procopiu”
25 februarie 2023
FIZICA



BAREM DE EVALUARE
CLASA A XII-A

| | | | |
|----|--|--|----|
| | $a_{y'} = -g \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = \text{const.}$ <p>Legile de viteză în $x'O'y'$: după $O'x'$: $u'_x = -v = \text{const}$ după $O'y'$: $u'_y = -g \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) t'$</p> <p>a4.</p> <p>La atingerea solului: $y = 0 \Rightarrow t = t_c = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ în xOy;</p> $y' = 0 \Rightarrow t' = t'_c = \frac{\sqrt{\frac{2h}{g}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ în } x'O'y';$ <p>Vitezele la sol în $x'O'y'$ vor fi:</p> $u'_{x \text{ sol}} = -v \quad \text{și} \quad u'_{y \text{ sol}} = -g \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ <p>Tangenta unghiului ascuțit dintre direcția de mișcare a mărului și sol în raport cu $x'O'y'$ este:</p> $\text{tg} \theta' = \frac{ u'_{y \text{ sol}} }{ u'_{x \text{ sol}} } = \frac{\sqrt{2gh}}{v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ | <p>0,25p 0,25p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p> <p>0,25p</p> | |
| 3b | <p>Lumina se propagă cu aceeași viteză c în raport cu orice sistem de referință inerțial.</p> <p>Pulsul electromagnetic se propagă în linie dreaptă cu viteza luminii c față de $x'O'y'$ și este emis la momentul $t'_0 \text{ puls}$.</p> <p>Legile vitezei și de mișcare pentru pulsul electromagnetic în raport cu $x'O'y'$: $u'_{x \text{ puls}} = -c \cdot \cos \alpha'$, $u'_{y \text{ puls}} = c \cdot \sin \alpha'$</p> $x'_{\text{puls}} = -c \cdot \cos \alpha' (t' - t'_0 \text{ puls})$ $y'_{\text{puls}} = c \cdot \sin \alpha' (t' - t'_0 \text{ puls})$ <p>Legile de mișcare pentru măr față de $x'O'y'$ sunt:</p> $x'_{\text{măr}} = -vt'$ $y'_{\text{măr}} = \frac{-g}{2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) \cdot t'^2 + h$ <p>Condițiile de întâlnire puls-măr:</p> | <p>0,25p</p> <p>0,5p</p> <p>0,5p</p> <p>0,5p</p> <p>0,5p</p> | 3p |



MINISTERUL EDUCAȚIEI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național Interdisciplinar
„Vrănceanu – Procopiu”
25 februarie 2023
FIZICA



BAREM DE EVALUARE
CLASA A XII-A

| | | | |
|----|---|--------------|--------------|
| | $\begin{cases} x'_{puls} = x'_{m\ddot{a}r} \\ y'_{puls} = y'_{m\ddot{a}r} = \frac{h}{2} \end{cases}$ <p>Rezolvând sistemul se obțin:</p> <p>- momentul de întâlnire: $t' = \sqrt{\frac{h}{g(1-\frac{v^2}{c^2})}}$,</p> <p>- unghiul sub care trebuie emis pulsul față de $O'x'$:</p> $tg\alpha' = \frac{\sqrt{hg}}{2v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$ <p>- momentul la care este emis pulsul:</p> $t'_{0\text{ puls}} = \sqrt{\frac{h}{g(1-\frac{v^2}{c^2})}} \left(1 - \frac{v}{c} \sqrt{1 + \frac{hg}{4v^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)} \right)$ | 0,25p | |
| | | 0,25p | |
| | | 0,25p | |
| 3c | $a' = \frac{du'_x}{dt'} = \frac{du'_x}{dt} \cdot \frac{dt}{dt'}$ <p>Utilizând: $u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}}$ și $dt = \frac{dt' + \frac{v dx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, $dt' = \frac{dt - \frac{v dx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ și faptul că</p> $u'_x = \frac{dx'}{dt'}, \text{ iar } a = \frac{du_x}{dt} \Rightarrow$ $a' = a \frac{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{\frac{3}{2}}}{\left(1 - \frac{uv}{c^2} \right)^3}$ | 0,5p | 2p |
| | | 0,5p | |
| | | 1p | |
| | | 1p Oficiu | 1p Oficiu |