

Barem

Problema I

Nr. item	<i>A. Post de radio local</i>	Punctaj
a.	<p>Pentru:</p> <p>unde emise de antena A</p> $\begin{cases} u_{dreapta}^{(A)} = a \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] \\ u_{stanga}^{(A)} = a \cdot \sin \left[2\pi \left(-\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] \end{cases}$ <p>unde emise de antena B</p> $\begin{cases} u_{dreapta}^{(B)} = a \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{x-L}{\lambda} - \frac{t-\Delta t}{T} \right) \right] = a \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + 2\pi \left(-\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \\ u_{stanga}^{(B)} = a \cdot \sin \left[2\pi \left(-\frac{x-L}{\lambda} - \frac{t-\Delta t}{T} \right) \right] = a \cdot \sin \left[2\pi \left(-\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + 2\pi \left(\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \end{cases}$ $\begin{cases} \frac{u_{dreapta}^{compus}}{a} = \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] + \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + 2\pi \left(-\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \\ \frac{u_{stanga}^{compus}}{a} = \sin \left[2\pi \left(-\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right] + \sin \left[2\pi \left(-\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + 2\pi \left(\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \end{cases}$ $\begin{cases} u_{dreapta}^{compus} = 2 \cdot a \cdot \cos \left[\pi \left(-\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \cdot \sin \left[\pi \left(\frac{2x}{\lambda} - \frac{2t}{T} - \frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \\ u_{stanga}^{compus} = 2 \cdot a \cdot \cos \left[\pi \left(\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \cdot \sin \left[\pi \left(-\frac{2x}{\lambda} - \frac{2t}{T} + \frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) \right] \end{cases}$ <p>condițiile de interferență constructivă „la dreapta”, respectiv distructivă „la stânga”</p> $\begin{cases} \pi \left(-\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) = k \cdot \pi \\ \pi \left(\frac{L}{\lambda} + \frac{\Delta t}{T} \right) = \frac{\pi}{2} (2h + 1) \end{cases} \quad h, k \in N$	<p>4,00p</p> <p>0,40p</p> <p>1,20p</p> <p>0,40p</p> <p>0,40p</p> <p>1,00p</p>

	$\begin{cases} \frac{2L}{\lambda} = h + \frac{1}{2} - k \\ L = \frac{\lambda}{2} \cdot \left(h - k + \frac{1}{2} \right) \end{cases}$	0,20p
	<p>expresia celei mai mici distanțe dintre antene ($h = k = 0$)</p> $L = \frac{\lambda}{4}$	0,40p
b.	<p>Pentru:</p> <p>expresia „întârzierii” $\Delta t = \frac{T}{4}$</p>	0,50p
c.	<p>Pentru:</p> <p>$L = 75 \text{ m}$ $\Delta t = 0,25 \mu\text{s}$</p>	0,50p
Nr. item	B. Dispozitiv pentru detecția obiectelor situate sub suprafața pământului	Punctaj
a.	<p>Pentru:</p> <p>expresia coeficientului β, în condiția $\left(\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}\right)^2 \ll 1$</p> $\beta = \omega \sqrt{\left(\frac{\mu\varepsilon}{2}\right) \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\varepsilon^2\omega^2}} + 1\right)} \cong \omega \sqrt{\left(\frac{\mu\varepsilon}{2}\right) \left(1 + \frac{\sigma^2}{2\varepsilon^2\omega^2} + 1\right)} \cong \omega\sqrt{\mu \cdot \varepsilon}$	0,50p
	$\begin{cases} \beta = \frac{2\pi}{\lambda} \\ \beta = \frac{\omega}{v} \end{cases}$	0,30p
	<p>expresia vitezei de propagare a undei electromagnetice prin pământ $v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}$</p>	0,50p
b.	<p>Pentru:</p> <p>condiția pentru determinarea adâncimii maxime h_{max} la care nu mai poate fi detectat un obiect situat în pământ $E_0 e^{-\alpha h_{max}} = \frac{E_0}{e}$</p>	0,30p
		1,10p

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.

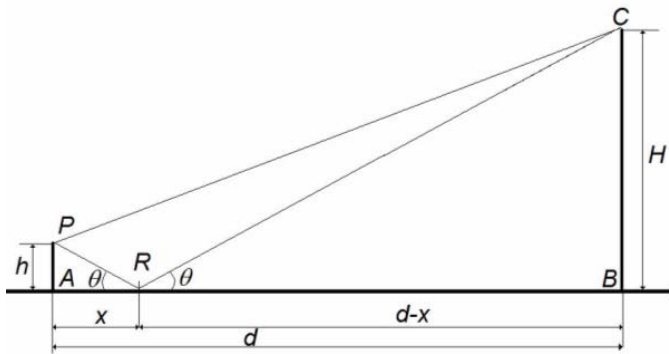
	<p>expresia coeficientului α, în condiția $\left(\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}\right)^2 \ll 1$</p> $\alpha = \omega \sqrt{\left(\frac{\mu\varepsilon}{2}\right) \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\varepsilon^2\omega^2}} - 1\right)} \cong \omega \sqrt{\left(\frac{\mu\varepsilon}{2}\right) \left(1 + \frac{\sigma^2}{2\varepsilon^2\omega^2} - 1\right)} \cong \frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$ <p>expresia adâncimii maxime $h_{max} \cong \frac{2}{\sigma} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}}$</p>	<p>0,50p</p> <p>0,30p</p>
c.	<p>Pentru: valoarea adâncimii maxime la care poate fi detectat un obiect în pământ $h_{max} \cong 16m$</p>	<p>0,30p</p> <p>0,30p</p>
d.	<p>Pentru:</p> <div style="text-align: center;"> <p>antena</p> <p>d</p> <p>r</p> <p>conductă conductă</p> </div> <p>expresia diferenței de drum dintre semnalele emise de antena dispozitivului, reflectate de cele două conducte și recepționate de detector</p> $\Delta x = 2\left(\sqrt{d^2 + r^2} - d\right)$ <p>expresia diferenței de fază $\Delta\varphi = \frac{2 \cdot \pi \cdot \Delta x \cdot f}{v}$</p> <p>expresia frecvenței minime necesare pentru obținerea unei anumite rezoluții laterale $f_{min} = \frac{v}{4\left(\sqrt{d^2 + r^2} - d\right)}$</p> <p>valoarea frecvenței minime a undelor electromagnetice, care este necesară pentru a se obține o rezoluție laterală de $r = 50cm$</p> $f_{min} \cong 800 MHz$	<p>0,50p</p> <p>0,20p</p> <p>0,30p</p> <p>0,30p</p>
Oficiu		1,00p
TOTAL Problema I		10p

Barem de evaluare și de notare propus de:

Profesor Dr. Delia DAVIDESCU
Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI
Facultatea de Fizică – Universitatea București

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.

Problema a II-a

Nr. item	A. Avioane care zboară la altitudine mică deasupra mării	Punctaj
a.	<p>Pentru:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>0,40p</p> <p>coordonatele punctelor de interes pentru analiza diferenței de drum dintre unda detectată direct și cea detectată după reflexia pe suprafața apei $A(0,0)$, $B(d,0)$, $R(hd/(H+h),0)$, $P(0,h)$, $C(d,H)$</p> <p>Observație: coordonatele sunt indicate în raport cu un sistem de axe ortogonale xOy, având originea în punctul A</p> <p>explicație corectă</p> <p>Exemplu: În situația în care $h \ll H$, diferența de drum dintre unda detectată direct și cea detectată după reflexia pe suprafața apei este $\lambda/2$. În aceste condiții antena nu detectează avionul.</p>	1,00p
b.	<p>Pentru:</p> <p>expresia drumului parcurs de unda detectată direct</p> $\delta_1 = \sqrt{d^2 + (H - h')^2}$ $\delta_1 \cong d \left(1 + \frac{(H - h')^2}{2d^2} \right)$ <p>0,40p</p> <p>expresia drumului parcurs de unda detectată după reflexia pe suprafața apei</p> $\delta_2 = \sqrt{d^2 + (H + h')^2} - \frac{\lambda}{2}$ $\delta_2 \cong d \left(1 + \frac{(H + h')^2}{2d^2} \right) - \frac{\lambda}{2}$ <p>0,80p</p> <p>expresia diferenței de drum</p> $\left\{ \begin{aligned} \Delta &\cong d \left(1 + \frac{(H + h')^2}{2d^2} \right) - \frac{\lambda}{2} - d \left(1 + \frac{(H - h')^2}{2d^2} \right) \\ \Delta &\cong \frac{2Hh'}{d} - \frac{\lambda}{2} \end{aligned} \right.$ <p>0,50p</p>	3,00p

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.

	<p>condiția de obținere a unui maxim de interferență $\frac{2Hh'}{d} - \frac{\lambda}{2} = n\lambda, n \in N$ 0,50p</p> <p>$h'_n = \frac{d\lambda}{2H} \left(n + \frac{1}{2} \right)$ 0,20p</p> <p>valorile înălțimilor succesive la care se poate afla un avion, pentru a fi detectat cu ajutorul sistemul analizat 0,60p $h' = 125 m; 375 m; 625 m; 875 m; 1125 m; 1375 m, \dots$</p>	
Nr. item	B. Nava stelară SS Enterprise	Punctaj
a.	<p>Pentru:</p> <p>expresiile coordonatelor care descriu pozițiile navelor la momentul t_0, în sistemul de referință solidar cu nava Enterprise 0,40p</p> $\begin{cases} X_{1,AO_0} = X_{0,AO_0} + v_A \cdot t_0 \\ X_{1,BO_0} = X_{0,BO_0} + v_B \cdot t_0 \end{cases}$ <p>condiția ca distanța dintre navele BS100 și BS200 să devină jumătate din distanța inițială $X_{1,BO_0} - X_{1,AO_0} = \frac{1}{2} \cdot (X_{0,BO_0} - X_{0,AO_0})$ 0,20p</p> <p>expresia timpului scurs în sistemul O_0, solidar cu SS Enterprise, până la înjumătățirea distanței $t_0 = \frac{X_{0,BO_0} - X_{0,AO_0}}{v_A - v_B} \cdot \frac{1}{2}$ 0,40p</p> <p>$t_0 = 1,00 s$ 0,20p</p>	1,20p
b.	<p>Pentru:</p> <p>coordonata punctului A în sistemul de referință solidar cu nava Enterprise $X_{1,AO_0} = 3,60 \cdot 10^8 m$ 0,30p</p> <p>coordonata punctului B în sistemul de referință solidar cu nava Enterprise $X_{1,BO_0} = 5,10 \cdot 10^8 m$ 0,30p</p>	0,60p

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.

c.	Pentru: expresia intervalului de timp t_{s,O_0} în care, în sistemul O_0 , semnalul ajunge la naveta BS100 $t_{s,O_0} = \frac{X_{0,BO_0} - X_{0,AO_0}}{V_A + c}$ $t_{s,O_0} = 5,88 \cdot 10^{-1} s$	1,00p 0,70p 0,30p
d.	Pentru: coordonata (în sistemul O_0) a punctului în care are loc recepționarea semnalului luminos de către naveta BS100 $X_{s,O_0} = X_{0,AO_0} + V_A \cdot t_{s,O_0}$ sau $X_{s,O_0} = X_{0,BO_0} - c \cdot t_{s,O_0}$ valoarea coordonatei locului în care este recepționat semnalul de către naveta BS100 $x_{s,O_0} = 2,74 \cdot 10^8 m$	1,00p 0,70p 0,30p
e.	Pentru: expresia duratei evenimentului, în sistemul O_1 solidar cu naveta BS100 $\tau_{O_1} = \frac{\tau_{O_0}}{\sqrt{1 - (v_A/c)^2}}$ valoarea intervalului de timp $\tau_{O_1} = 1,40s$	1,20p 1,00p 0,20p
Oficiu		1,00p
TOTAL Problema a II-a		10p

Barem de evaluare și de notare propus de:

*Profesor Dr. Delia DAVIDESCU
 Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI
 Facultatea de Fizică – Universitatea București*

- 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.*

Problema a III-a

Interferometrul Michelson		Parțial	Punctaj
<p>a. Diferența de drum este</p> $\delta = 2x = 2m \frac{\lambda}{2}, \quad (1)$ <p>de unde</p> $x = m \frac{\lambda}{2}. \quad (2)$ <p>Numeric</p> $x = 129 \times \frac{632,8 \cdot 10^{-9}}{2} = 4,08 \cdot 10^{-5} \text{ (m)}. \quad (3)$		2 x 1 = 2	2,50p
<p>b. Diferența de drum este</p> $\delta = 2nd - 2d = 2(n - 1)d, \quad (4)$ <p>Care, comparată cu (1), dă</p> $n = 1 + \frac{m\lambda}{2d}. \quad (5)$ <p>Numeric</p> $n = 1 + \frac{129 \cdot 632,8 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 9,55 \cdot 10^{-2}} = 1 + 4,27 \cdot 10^{-4} = 1,000427. \quad (6)$		1,0 0,5 0,5	2,00p
<p>c.</p> <p>c1. Franjele de interferență dispar periodic deoarece maximele corespunzătoare unei radiații monocromatice se suprapun peste minimele celeilalte, în mod periodic.</p> <p>c2. La prima suprapunere a unui maxim peste un minim se poate scrie</p> $2x_1 = m_1\lambda_1 = \left(m_1 - \frac{1}{2}\right)\lambda_2, \quad (7)$ <p>de unde</p> $m_1 = \frac{\lambda_2}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (7)$ <p>și</p> $x_1 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{4(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (8)$ <p>La a doua suprapunere</p> $2x_2 = \left(m_2 + \frac{1}{2}\right)\lambda_1 = (m_2 - 1)\lambda_2, \quad (9)$ <p>de unde</p> $m_2 = \frac{2\lambda_2 + \lambda_1}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (9)$ <p>și</p> $x_2 = \frac{3\lambda_1\lambda_2}{4(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (10)$ <p>Prin urmare</p> $\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (11)$ <p>Numeric</p> $\Delta x = 2,894 \cdot 10^{-4} \text{ m}. \quad (12)$		0,5 1,0 0,25 0,25 1,0 0,25 0,25 0,5 0,5	4,50p

- 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.

<p>Observații:</p> <p>1. Suprapunerile de maxime și minime de mai sus sunt parțiale și nu totale, deoarece din (7) și (9) rezultă că $m_1 = \frac{1474}{3} \cong 491,3$ și $m_2 = \frac{2947}{2} \cong 1473,5$.</p> <p>2. În cazul suprapunerilor totale ale maximelor și minimelor</p> $2x = s_1\lambda_1 = \left(s_2 + \frac{1}{2}\right)\lambda_2$ <p>Scriind $s_2 = s_1 - p$, unde $s_1, s_2, p \in \mathbb{N}$, atunci</p> $\frac{s_1}{2p-1} = \frac{\lambda_2}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} = \frac{1474}{3}$ <p>Asta înseamnă că prima suprapunere integrală de maxime și minime se face pentru $s_1 = 1474$ și $p = 2$. Acest lucru se realizează atunci când oglinda O_1 a parcurs distanța $x_1 = \frac{s_1\lambda_1}{2} = 4,341 \cdot 10^{-4} \text{ m}$. A doua suprapunere se va realiza atunci când $s_1 = 3 \times 1474 = 4422$ și $p = 5$, adică după ce oglinda O_1 a parcurs distanța $x_2 = \frac{s_1\lambda_1}{2} = 1,302 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Prin urmare, distanța dintre două dispariții succesive ale franjelor de interferență se realizează după ce oglinda O_1 a parcurs distanța $x_2 - x_1 = 8,682 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, adică de 3 ori mai mare decât în cazul suprapunerii parțiale!</p> <p>3. Se va puncta oricare dintre cele două soluții de mai sus!</p>		
Oficiu		1,00p
TOTAL Problema a III-a		10p

Barem de evaluare și de notare propus de:

*Conf. univ. dr. Sebastian POPESCU,
Facultatea de Fizică din Iași*

- 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.*