



### Problema I

#### Efectul Doppler ? Nimic mai simplu! (10 puncte)

Necăjiți că-și pierd partenerii de joacă, cei doi copii ai crescătorului de iepuri se hotărăsc să readucă în țarcul lor iepurii, pe care tatăl lor i-a încărcat în cuști într-un camion, care urmează să plece din fermă. Pe când camionul cu cuști stă la poarta fermei, unul dintre frați eliberează din zece în zece secunde iepuri, care încep imediat să fugă către țarcul lor, la intrarea căruia îi așteaptă celălalt frate. Consideră că țarcul, poarta fermei și camionul se află pe o linie dreaptă și că iepurii aleargă cu viteza constantă  $v_i = 15 \text{ ms}^{-1}$  de-a lungul acestei linii.

1. Determină intervalul de timp dintre momentele succesive la care iepurii ajung la intrarea țarcului, plecând din camionul care staționează.
  2. Camionul începe să se depărteze de fermă cu viteza  $v_m = 5 \text{ ms}^{-1}$ . Fratele din camion continuă să elibereze iepuri care fug spre țarc pe drumul drept. Determină intervalul de timp dintre momentele succesive la care iepurii ajung la intrarea țarcului, în timp ce camionul se depărtează.
  3. După câteva minute, realizând că pierde iepuri, fermierul merge cu mașina cu spatele spre fermă cu viteza  $v_m = 5 \text{ ms}^{-1}$ . Fratele din camion continuă să elibereze iepuri care fug spre țarc pe drumul drept. Determină intervalul de timp dintre momentele succesive la care iepurii ajung la intrarea țarcului, în timp ce camionul se apropie de fermă.
- Ești la malul unui lac liniștit și observi cum ajung la mal periodic valurile. Intervalul de timp dintre momentele la care ajung două valuri succesive se numește perioadă. Inversul perioadei poartă denumirea de frecvență. Oscilațiile sonore sunt caracterizate prin frecvență. În aer, viteza sunetului este  $v_s = 340 \text{ ms}^{-1}$ .
4. Copilul aflat în camionul care staționează la poarta fermei suflă într-un fluier care emite sunete cu frecvența  $f = 500 \text{ Hz}$ . Determină frecvența sunetelor pe care le aude copilul aflat la poarta țarcului iepurilor.
  5. Determină frecvența sunetelor pe care le aude copilul aflat la poarta țarcului, dacă mașina în care se află fratele său care suflă în fluier se depărtează de fermă cu viteza  $v_M = 20 \text{ ms}^{-1}$ .
  6. Determină frecvența sunetelor pe care le aude copilul aflat la poarta țarcului, dacă mașina în care se află fratele său care fluiera se apropie de fermă cu viteza  $v_M = 20 \text{ ms}^{-1}$ .

### Problema a II-a

#### A. Vedere din submarin (6 puncte)

Un submarin turistic are ca ferestre plăci plane verticale transparente cu grosimea  $d = 9 \text{ cm}$  construite din sticlă cu indicele de

refracție  $n' = \sqrt{3}$ . Indicele de refracție al apei este  $n = \sqrt{\frac{3}{2}}$ .

Submarinul staționează sub apă.

1. Un copil observă fasciculul foarte îngust (asimilabil unei raze de lumină) provenit de la un pointer laser cu care se joacă și pe care îl îndreaptă pe o direcție perpendiculară pe fereastră. Realizează un desen în care să evidențiezi raza incidentă pe fereastra submarinului și raza emergentă.

2. Copilul vede apoi raza pointerului laser care se propagă în submarin într-un plan vertical perpendicular pe planul ferestrei și la un unghi  $\alpha = 60^\circ$  față de normala în punctul în care raza atinge fereastra. Realizează un desen în care să evidențiezi raza incidentă pe fereastra submarinului și raza emergentă.



3. Imaginea unui mic animal marin luminos exterior submarinului este observată astfel încât atât obiectul cât și imaginea sa sunt coplanare într-un plan vertical perpendicular pe fereastră. Găsește poziția imaginii față de poziția obiectului în funcție de unghiul sub care călătorul din submarin privește spre imaginea obiectului. Folosește un sistem de coordonate  $xOy$ , conținut în planul de incidență, cu axa  $Ox$  orientată pe direcția perpendicularei de la obiect la placă și cu axa  $Oy$  conținută în planul feței de intrare a luminii în placă.

4. Un obiect cade în apă, pe lângă fereastra submarinului, pe verticală. Precizează dacă traiectoria observată din submarin este sau nu o linie verticală și justifică răspunsul.

### ***B. Timpul lui Planck (4 puncte)***

Trei dintre constantele fundamentale în fizică sunt constanta atracției universale  $k = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$  (constanta caracteristică gravitației), viteza luminii în vid  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (constanta caracteristică relativității) și constanta lui Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  (constanta caracteristică fenomenelor cuantice). Determină expresia care conține doar aceste trei constante și a cărei unitate de măsură în SI este secunda. Această expresie este cunoscută sub numele de „timpul lui Planck” și reprezintă vârsta universului înainte de care legile fizicii, așa cum sunt în prezent înțelese nu pot fi aplicate. Calculează valoarea numerică a timpului lui Planck.

*Subiect propus de:*

*Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare în Învățământul Preuniversitar – Ministerul Educației  
Cercetării și Tineretului*

*Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București*



## FOAIE DE RĂSPUNSURI

### *Problema I*

#### *Efectul Doppler ? Nimic mai simplu! (10 puncte)*

1. Intervalul de timp dintre momentele succesive la care iepurii ajung la intrarea țarcului, plecând din camionul care staționează.

2. Intervalul de timp dintre momentele succesive la care iepurii ajung la intrarea țarcului, în timp ce camionul se depărtează.

3. Intervalul de timp dintre momentele succesive la care iepurii ajung la intrarea țarcului, în timp ce camionul se apropie de fermă.

4. Frecvența sunetelor pe care le aude copilul aflat la poarta țarcului iepurilor

5. Frecvența sunetelor pe care le aude copilul aflat la poarta țarcului, dacă mașina în care se află fratele său care suflă în fluier se depărtează de fermă.

6. Frecvența sunetelor pe care le aude copilul aflat la poarta țarcului, dacă mașina în care se află fratele său care fluiera se apropie



## FOAIE DE RĂSPUNSURI

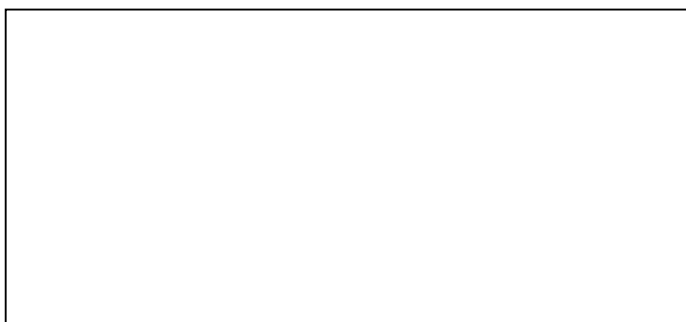
### Problema II

#### A. Vedere din submarin (6 puncte)

a. Schiță ce evidențiază raza incidentă pe fereastra submarinului și raza emergentă



b. Schiță ce evidențiază raza incidentă pe fereastra submarinului și raza emergentă, pentru  $\alpha = 60^\circ$



c. poziția imaginii față de poziția obiectului



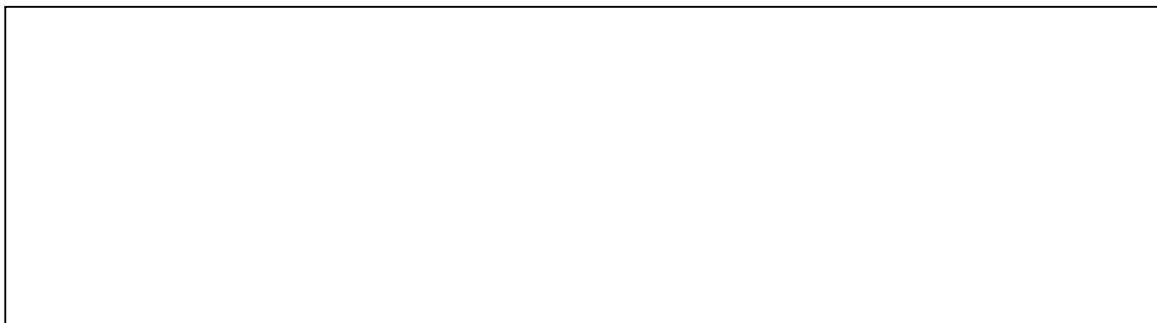
d. Bifează răspunsul considerat corect:

Traectoria observată de călător este o linie verticală

Da

Nu

Justificarea răspunsului



***B. Timpul lui Planck (4 puncte)***

Expresia „timpului lui Planck”

Valoarea numerică a „timpului lui Planck”