



Problema I: Rețea de difracție ultrasonoră

În 1932, fizicienii Peter Debye și Francis Sears au descoperit că un lichid în care se formează unde ultrasonore staționare joacă rolul unei rețele de difracție pentru undele electromagnetice optice [R. Debye, F.W. Sears, *Proc. Nat. Acad. Sci.* **18**, 410 (1932)]. Această descoperire este cunoscută acum sub numele de *efectul Debye – Sears* și este o consecință a variației periodice a densității lichidului, ca urmare a modificărilor locale ale presiunii, cauzate de undele ultrasonore.

În calea undelor electromagnetice optice se așază o cuvă paralelipipedică cu apă în care se produc unde ultrasonore staționare. Direcția de propagare a undelor ultrasonore este perpendiculară pe direcția de propagare a undelor electromagnetice optice.

- A. Precizează cât de mare este perioada spațială a variației indicelui de refracție al apei, în condițiile formării undelor ultrasonore staționare în cuvă?
- B. Neglijând, în primă aproximație, frecvența undei ultrasonore față de cea optică, determină sub ce unghi θ față de direcția radiației optice incidente se va observa maximul de difracție de ordinul m cu ajutorul unei lunete reglate pentru infinit.
- C. În spatele cuvei se așază o lentilă biconvexă cu distanța focală $f = 35$ cm, iar figura de difracție se examinează în planul ei focal cu ajutorul unui microscop prevăzut cu o scală gradată. Se observă astfel că distanța dintre două maxime vecine este $\Delta y = 0,63$ mm. Dacă radiația optică are lungimea de undă $\lambda = 532$ nm, iar frecvența undei ultrasonore este $\nu_s = 5,0$ MHz, determină constanta rețelei de difracție și viteza undelor ultrasonore în apă.
- D. Așzarea lentilei biconvexe în drumul radiației difractate transformă frontul de undă dintr-unul plan într-unul sferic, ce converge spre un punct din planul focal al lentilei. Deoarece lentila este mai subțire la capete decât de-a lungul axei optice principale, razele de lumină care străbat lentila la o distanță r oarecare de axa optică principală vor fi defazate în avans față de razele care o străbat de-a lungul axei optice principale. Dacă axa optică principală a lentilei este paralelă cu fasciculul difractat, iar aproximația este cea paraxială, dedu dependența de r a acestui defazaj introdus de lentilă.
- E. Din punct de vedere cuantic interacțiunea undei electromagnetice optice cu unda ultrasonoră poate fi modelată drept interacțiunea dintre fotoni și fononi (cuantele undei sonore). La interacțiunea celor două tipuri de unde se pot emite sau absorbi mai mulți fononi simultan. Dacă energia și impulsul fononului, respectiv fotonului, se definesc similar, determină unghiul de difracție corespunzător maximului de ordin m .

Problema a II-a: Relativitate virtuală!

Presupunem că ești un membru al Flotei Stelare (serviciul militar al Federației Unite a Planetelor) ce are în atribuții menținerea păcii și explorarea Universului. Acum te afli pe nava spațială Evrika 2014, iar în cercetările tale ai de studiat și analizat tehnologia avansată dezvoltată de civilizația de pe planeta Galafis. Viteza luminii în vid este $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s.

- A. Nava spațială Evrika 2014 se deplasează în apropierea planetei Galafis cu viteza $v_0 = 2c/3$. De pe navă sunt emise semnale luminoase intermitente de mare intensitate. Una din atribuțiile tale este să calibrezi aparatele astfel încât durata dintre două semnale luminoase să fie egală cu unitatea de timp.

-
1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
 2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
 3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
 4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



- a) Calculează intervalul de timp, înregistrat de un observator aflat pe planetă, între două semnale luminoase emise de pe navă.
- b) Calculează distanța parcursă de navă între două semnale luminoase, față de planetă.
- B.** Navele spațiale T2 și T4, cu aceeași masă de repaus $M_0 = 10,0t$, se deplasează pe aceeași direcție având aceeași viteză $v = c/3$. La un moment dat, pentru a trece într-o poziție defensivă, navele se lipesc perfect neelastice și formează nava spațială T2T4 în repaus.
- a) Determină masa de repaus $M_0^{(a)}$ a navei spațiale T2T4 utilizând considerații energetice.
- b) Determină masa de repaus $M_0^{(b)}$ a navei spațiale nou formată, utilizând legea lui Einstein de compunere a vitezelor și considerând că te afli în nava T4.
- c) Determină masa de repaus $M_0^{(c)}$ a navei spațiale T2T4 utilizând legea lui Einstein de compunere a vitezelor și considerând că te deplasezi cu viteza $v_0 = 2c/3$ pe o direcție paralelă și în același sens cu una din nave.
- d) Stabilește o relație între răspunsurile obținute la punctele (a), (b), (c) și justifică rezultatul obținut.
- C.** În vederea explorării spațiului cosmic, cercetătorii planetei Galafis utilizează navele de cercetare, de masă $m_0 = 1,00t$, aflate pe stații spațiale. Ești în nava spațială Evrika 2014 și te deplasezi cu viteza $v_0 = 2c/3$ pe o direcție paralelă cu dispozitivul de lansare al navetelor de cercetare S2 și S4 aflate pe stația spațială S24. Navele sunt legate câte două prin intermediul unui cablu inextensibil, de masă neglijabilă, iar un dispozitiv, asemănător unui resort foarte comprimat, atinge cu fiecare capăt o navetă și se află între acestea, pe aceeași direcție cu cablul. La un moment dat, prin înlăturarea cablului, sunt lansate simultan cele două nave cu aceeași viteză $v = c/3$. Vei considera că dispozitivul de lansare are masă neglijabilă.
- a) Determină impulsul total $p^{(a)}$ al navetelor față de nava spațială Evrika 2014, înainte de înlăturarea cablului.
- b) Determină impulsul total $p^{(b)}$ al navetelor față de nava spațială Evrika 2014, imediat după înlăturarea cablului.
- c) Stabilește o relație între răspunsurile obținute la punctele (a) și (b).
- d) Determină energia inițială a dispozitivului de lansare.

Problema a III-a: Concordanța dintre practică și teorie

„Ci din impas gândirea-ți va fi scoasă
De **experiență**, de-o încerci cumva,
Căci dânsa-n lume științei i-e crăiasă.”
(Dante Alighieri – Divina Comedie)

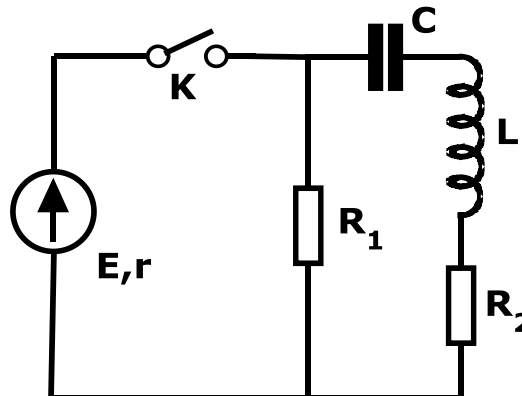
Presupunem că realizăm în laborator montajul electric din figura 1. Cu ajutorul unui senzor de curent și a unei interfețe de calculator înregistrăm, imediat după închiderea întrerupătorului K, valorile intensității curentului prin rezistorul R_2 , la fiecare 10^{-5} s. Din tabelul foarte lung de valori, se aleg câteva valori importante, prezentate în tabelul 1.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Tabel 1

Nr.det.	t(s)	i(A)
1.	0.00000	0.000000
2.	0.00010	0.075386
3.	0.00015	0.086404
4.	0.00020	0.076245
5.	0.00030	0.011576
6.	0.00040	-0.054576
7.	0.00047	-0.069236
8.	0.00063	84.3E-06
9.	0.00070	0.037965
10.	0.00078	0.055597
11.	0.00090	0.022149
12.	0.00100	-0.025007
13.	0.00110	-0.044547
14.	0.00120	-0.023315
15.	0.00126	0.000108
16.	0.00130	0.015147
17.	0.00140	0.035589
18.	0.00150	0.022826
19.	0.00160	-0.007853
20.	0.00173	-0.028662
21.	0.00180	-0.021276
22.	0.00189	0.000104
23.	0.00204	0.023019
24.	0.00210	0.019112
25.	0.00220	0.000930
26.	0.00236	-0.018442
27.	0.00240	-0.016662
28.	0.00250	-0.003225
29.	0.00252	89.8E-06
30.	0.00260	0.011223
31.	0.00267	0.014812
32.	0.00270	0.014155
33.	0.00280	0.004559
34.	0.00284	-0.000737
35.	0.00290	-0.007694
36.	0.00298	-0.011867
37.	0.00310	-0.005190
38.	0.00315	72.2E-06
39.	0.00330	0.009530
40.	0.00340	0.005325



- a) Folosind tabelul de date experimentale, reprezentați grafic, pe coala suplimentară oferită, intensitatea acestui curent în funcție de timp și explicați calitativ caracterul variației acestui curent.
- b) Calculați, folosind graficul și datele din tabel, decrementul logaritm al amortizării, pseudoperioada, coeficientul de amortizare, factorul de calitate al circuitului, timpul de relaxare și numărul de oscilații efectuate în acest timp.
- c) Deduceți expresia intensității curentului prin R_2 și expresiile teoretice pentru factorul de calitate și amplitudinea intensității acestui curent în funcție de timp.
- d) Pentru $E = 12 \text{ V}$, $r = 5 \Omega$, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $L = 10 \text{ mH}$ și $C = 1 \mu\text{F}$, calculați valorile teoretice ale mărimilor determinate la punctul b), pe baza curbei experimentale. Explicați diferențele observate între valorile teoretice și cele experimentale.
- e) Calculați energia totală disipată sub formă de căldură pe rezistorul R_2 și particularizați acest rezultat pentru $r = 0$.

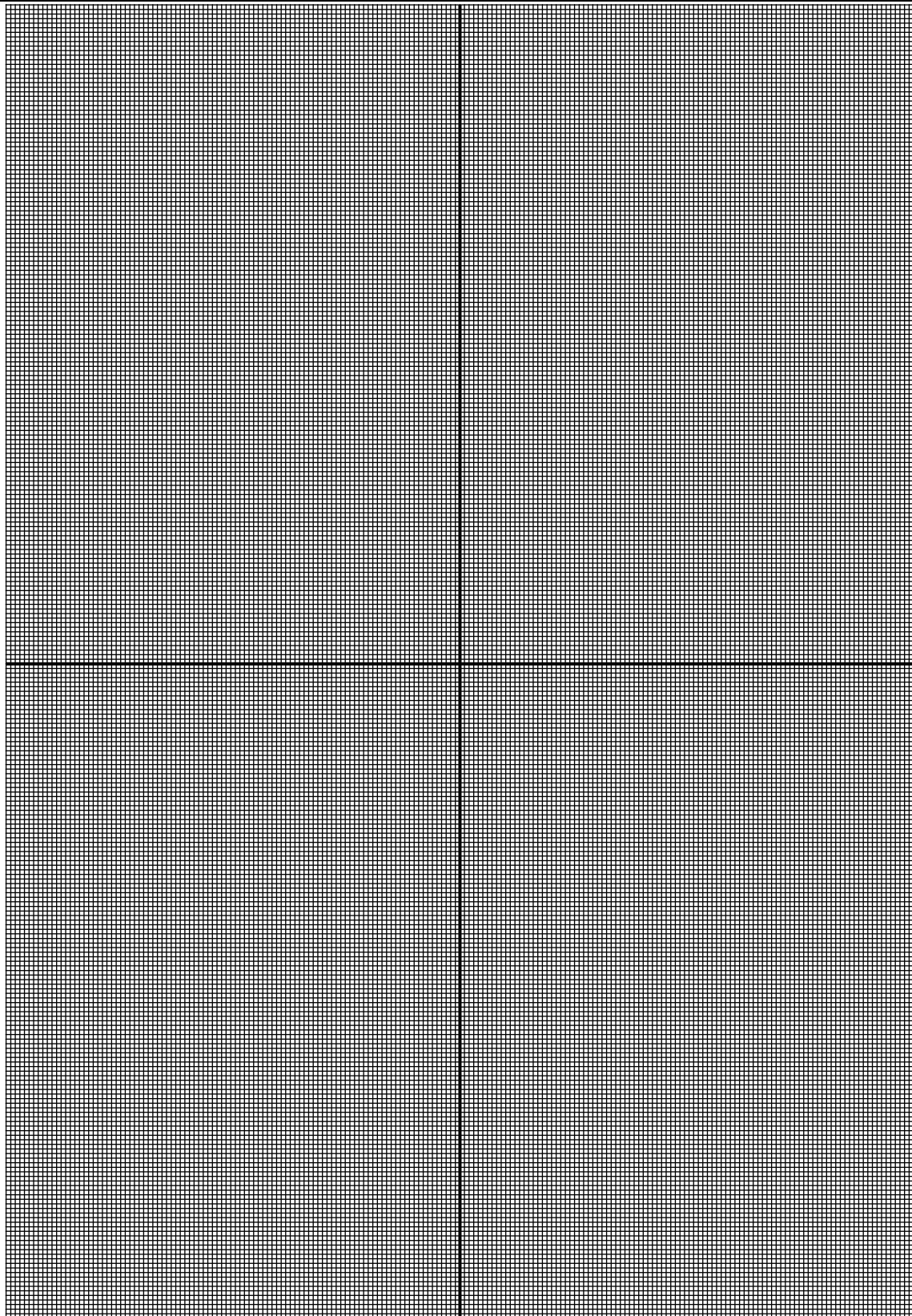
Subiect propus de:
Conf. Univ. Dr. Sebastian POPESCU,
Facultatea de Fizică, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași
Prof. Gabriel FLORIAN, Colegiul Național „Carol I” Craiova
Prof. Liviu ARICI, Colegiul Național „Nicolae Bălcescu” Brăila

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Concursul Național de Fizică
“Evrika!”, Ediția a XXIV-a
22 martie 2014, Brăila
Subiecte

XII



1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.