

Concursul Național de Fizică „Evrika”
ediția a XXVII-a, 31 martie-3 aprilie 2017
Subiecte – Clasa a XII-a

Problema I (10 puncte)

Momentul producerii unui cutremur în focarul acestuia

Un cutremur, produs recent în România, a avut epicentrul (E) localizat în punctul ale cărui coordonate geografice (latitudine și longitudine) sunt: $\varphi = 37^{\circ},8$ și $\lambda = 23^{\circ}$. Momentele sosirilor undelor seismice directe primare (longitudinale) la stațiile seismice de la București (S_1) și Focșani (S_2), sunt precizate în tabelul alăturat, unde sunt indicate și coordonatele geografice ale celor două stații.

Stația seismică	$\varphi_{1,2}$	$\lambda_{1,2}$	$t_{p,1,2}$
București- S_1	$44^{\circ}24'$	$26^{\circ}06'$	$16^h17^{\text{min}}22^s,7$
Focșani- S_2	$45^{\circ}42'$	$27^{\circ}12'$	$16^h17^{\text{min}}25^s,3$

- a. Să se determine momentul t al producerii cutremurului în focarul (F) al acestuia, situat la adâncimea $H = \frac{R}{30}$, unde R este raza Pământului. Epicentrul E al unui cutremur este proiecția pe suprafața Pământului a focarului F al cutremurului.
- b. Să se determine momentele sosirilor undelor directe secundare (transversale) la cele două stații seismice de înregistrare, t_{s1} și respectiv t_{s2} , dacă raportul vitezelor celor două tipuri de unde este

$$\frac{v_p}{v_s} = \sqrt{3}.$$

- c. Să se calculeze raportul distanțelor dintre focarul cutremurului și cele două stații seismice, $\frac{FS_2}{FS_1}$.

Se va considera că propagarea undelor seismice directe (longitudinale și transversale), între focarul cutremurului și stațiile seismice de înregistrare este rectilinie și uniformă, cu viteze diferite.

Problema II (10 puncte)

Particule în mișcare ...

Un ecran fluorescent este așezat în planul Oxy al unui sistem triortogonal de axe $Oxyz$. Un câmp electric uniform acționează perpendicular pe planul Oxy , în sens opus axei Oz . Printr-un mic orificiu al ecranului, situat chiar în originea sistemului de axe, pătrunde în câmpul electric un fascicul de particule cu sarcina electrică $+q$ și masa m . Particulele au vitezele \vec{v}_0 , egale în modul, dar orientate aleatoriu (vezi **Figura 1**). Ecranul este filmat un timp suficient de lung și se observă că pe acesta apare o pată circulară luminoasă. Se consideră greutatea particulei neglijabilă în raport cu forța electrică și $v_0 \ll c$, unde c este viteza luminii în vid.

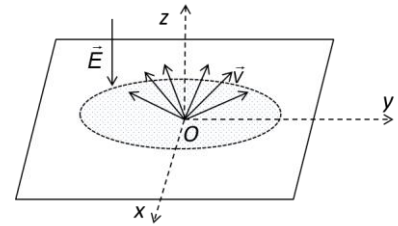


Figura 1

Sarcina de lucru nr. 1

- 1.a. Determină raza acestei pete.
- 1.b. Dedu ecuația traiectoriei unei particule care pătrunde în câmp în planul Oyz sub un unghi α față de axa Oy .
- 1.c. Delimitează zona de deasupra ecranului în care probabilitatea de a detecta o particulă este nenulă.

Sarcina de lucru nr. 2

Considerăm în continuare că mișcarea particulelor este doar în planul Oyz .

- 2.a. Demonstrează că vârfulurile traiectoriilor parabolice ale particulelor care se deplasează în acest plan se găsesc pe o elipsă.
- 2.b. Calculează excentricitatea acestei elipsei.

Dacă îți este necesar ține seama de următoarele:

Elipsa reprezintă locul geometric al punctelor dintr-un plan care au proprietatea ca suma distanțelor până la două puncte fixe (numite focare) este constantă. Ecuația elipsei cu axe paralele cu axe de coordonate este:

$$\frac{(y - y_0)^2}{a^2} + \frac{(z - z_0)^2}{b^2} = 1$$

unde punctul de coordonate (y_0, z_0) este centrul de simetrie al elipsei, iar a și b sunt semiaxele acesteia (vezi **Figura 2**). Notăm distanța dintre focare cu $2c$. Se definește excentricitatea elipsei ca raportul:

$$e = \frac{c}{a}.$$

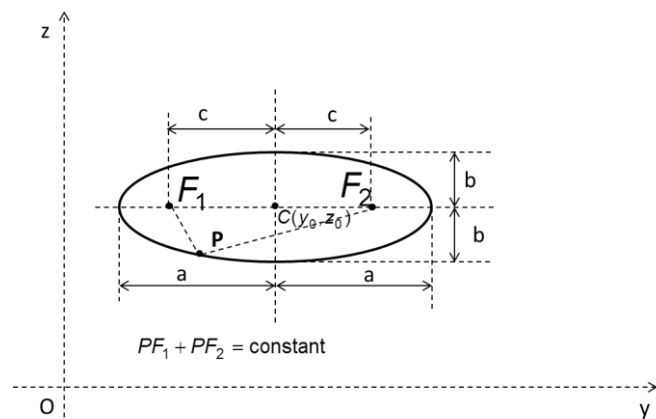


Figura 2

Problema III (10 puncte)

Undă sau particulă?!

Două surse de lumină emit simultan două radiații monocromatice cu lungimile de undă $\lambda_1 = 0,6 \mu\text{m}$ și $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$. Dacă distanța dintre surse este $s = 1 \text{ mm}$, pe un ecran situat la distanța $d = 1,2 \text{ m}$ față de planul surselor, paralel cu acesta, se observă o figură de interferență. În mijlocul ecranului este delimitat un pătrat cu latura $\ell = 6 \text{ mm}$ pe care se obține maximul central în mijlocul acestuia, iar franjele paralele cu două din laturile sale.

Notă: Vei considera cunoscute: constanta lui Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, viteza luminii în vid

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ masa de repaus a electronului } m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \text{ și sarcina electrică elementară}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

Sarcina de lucru nr. 1

1.a. Determină pozițiile de pe suprafața pătratului în care franjele luminoase coincid.

1.b. Precizează numărul maxim de franje luminoase distincte ce sunt observate în interiorul pătratului.

Sarcina de lucru nr. 2

În dreptul franjelor situate la distanțele $x = 0,72 \text{ mm}$ și $x' = 1,44 \text{ mm}$ față de franja centrală se realizează în ecran două fante, **A** și **B**, paralele cu franjele. În spatele fantelor se așează un tub vidat. Tubul vidat este din sticlă și are doi electrozi catod și anod. Pe suprafața catodului este aplicată o substanță fotoemisivă cu lucrul mecanic de extracție $L_0 = 2,3 \text{ eV}$. Fantele sunt obturate succesiv.

2.a. Argumentează dacă se produce efect fotoelectric extern pentru fiecare fantă.

2.b. Determină energia cinetică a electronilor emiși de catod.

2.c. Electronii emiși prin efect fotoelectric de catodul tubului vidat sunt accelerați în drumul lor spre anod prin aplicarea unei diferențe de potențial. Determină valoarea acestei diferențe de potențial pentru ca lungimea de undă asociată electronilor să devină egală cu lungimea de undă Compton.

Sarcina de lucru nr. 3

Electronii emiși de catodul tubului vidat prin efect fotoelectric, la pragul fotoelectric, sunt accelerați prin aplicarea unei tensiuni electrice $U = 100 \text{ kV}$, între catodul și anodul tubului vidat, și pătrund în anod. În urma frânării electronilor în câmpul nucleului din substanța anodului se emit cuante de energie electromagnetică.

3.a. Determină lungimea de undă minimă, la limita spectrului continuu, a radiației emise.

3.b. Determină lungimea de undă de Broglie a unui electron accelerat.

3.c. Calculează valoarea impreciziei coordonatei unui electron accelerat corespunzătoare unei imprecizii relative în determinarea impulsului $i = 0,2 \%$.

Subiecte propuse de:

Prof. Mihail SANDU, Liceul Tehnologic de Turism, Călimănești

Prof. Viorel SOLSCHI, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu-Mare

Prof. Gabriel FLORIAN, Colegiul Național „Carol I”, Craiova