



BRĂILA  
22-24 martie 2024

# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ ”EVRIKA!”

ediția a XXXI-a  
CLASA a XII-a  
Subiecte

Pagina 1 din 3

## Subiectul I: „Young”

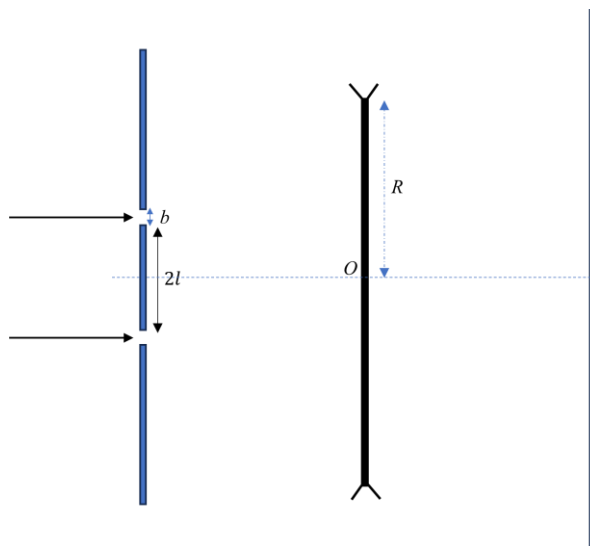
(10 puncte)

Un dispozitiv Young format dintr-un paravan opac ce are două fante paralele situate la distanța  $2l = 1,0$  mm între ele este iluminat în incidență normală cu un fascicul paralel de radiație armonică cu  $\lambda = 600$  nm. Paravanul este situat în planul focal imagine al unei lentile divergente cu  $f = -10$  cm și rază  $R = 0,50$  cm ce are axa optică principală pe axa de simetrie a sistemului. Lentila se află într-o montură opacă.

a) Determinați lățimea maximă a fantelor  $b$  (expresie matematică și valoare numerică) încât toată suprafața lentilei să fie în interiorul primului maxim de difracție al fantelor.

b) Determinați interfranja și numărul de franje observate pe un ecran de mari dimensiuni situat în planul focal obiect al lentilei (expresii matematice și valori numerice).

c) Deduceți expresia matematică și calculați valoarea numerică a semilărgimii spectrale maxime pe care o poate avea radiația monocromatică cu  $\lambda = 600$  nm, astfel încât toate franjele să fie vizibile pe ecran.



## Subiectul II: „Fotoni, electroni și neutroni...”

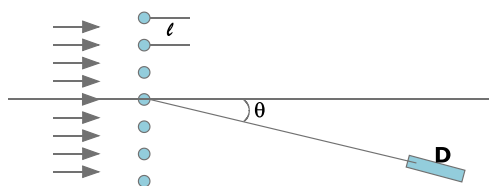
(10 puncte)

A. Demonstrați relativist că un electron liber nu poate absorbi un foton.

B. O oglindă plană mică și perfect reflectătoare, de masă  $m = 0,02$  g, este suspendată de un fir subțire de lungime  $\ell = 10$  cm. Un laser emite un puls luminos foarte scurt, de energie  $E = 15$  J, pe direcția perpendiculară pe oglindă, spre oglindă (firul de suspensie și direcția de propagare a pulsului sunt coplanare). Considerați  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>. Determinați:

- viteza  $v_0$  a oglinzii, imediat după reflexie și amplitudinea  $\theta_{max}$  a oscilațiilor oglinzii;
- variația relativă a energiei pulsului luminos.

C. Un fascicul de neutroni monocinetici (toți cu aceeași energie cinetică), de masă  $M_n$ , unde  $M_n \cong 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg, de energie  $E$ , este incident normal pe un grup de nuclee atomice dispuse liniar și echidistant, ca în figură. Notăm cu  $\ell$  distanța dintre oricare două nuclee vecine și cu  $d$  – dimensiunea lor ( $d \ll \ell$ ). Un detector de neutroni este plasat în spatele acestor nuclee pe o direcție care face unghiul  $\theta$  cu direcția mișcării neutronilor incidenti, la o distanță mare de aceștia.



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



BRĂILA  
22-24 martie 2024

# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ ”EVRIKA!”

ediția a XXXI-a  
CLASA a XII-a  
Subiecte

Pagina 2 din 3

a) Ce fenomene se observă în detector, dacă modificăm energia  $E$  a neutronilor incidenti?

b) Numărul de neutroni care intră în detector, în funcție de  $E$ , prezintă un maxim pentru  $E = E_1$ . Știind că nu se obține un alt maxim pentru  $E < E_1$ , calculați valoarea pentru  $\ell$ , dacă  $\theta = 30^\circ$  și  $E_1 = 1,3 \cdot 10^{-20}$  J;

c) Estimați energia  $E$  a neutronilor incidenti începând de la care, pentru descrierea fenomenelor care au loc, dimensiunea  $d$  a nucleelor nu poate fi neglijată.

### Subiectul III: „Protonul relativist ”

(10 puncte)

#### A. Protonul relativist într-un câmp electric uniform

Un proton, cu masa de repaus  $m_0$  și cu sarcina electrică  $q$ , pătrunde în câmpul electric uniform, cu intensitatea  $\vec{E}$ , dintre armăturile orizontale ale unui condensator plan, prin punctul O, așa cum indică desenul din figura 1, având energia  $W_0$  și impulsul  $\vec{p}_0$ , orientat de-a lungul axei OX, paralelă cu plăcile condensatorului, a căror lungime este  $L$ . Dacă  $T$  este durata traversării condensatorului, realizată în planul XOY, atunci, la un moment oarecare,  $t < T$ , energia protonului este dată de funcția:

$$W(t) = W_0 \cdot \sqrt{1 + k^2 t^2},$$

unde  $k$  este o constantă, care înglobează mărimile  $(q; E; W_0; c)$ , unde  $c$  este viteza luminii în vid.

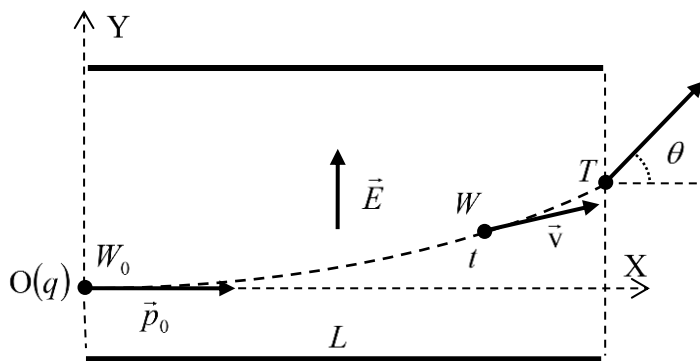


Fig. 1

a) Să se determine dependența  $k(q; E; W_0; c)$ , și, corespunzător momentului  $t$ , să se determine componentele vitezei  $\vec{v}$  a protonului, în funcție de parametrul  $k$ , precum și viteza  $v$  a protonului.

b) 1. Să se deducă ecuațiile parametriche,  $x(t)$  și  $y(t)$ , ale traiectoriei protonului în câmpul electric al condensatorului cu intensitatea  $\vec{E}$  și să se deducă forma analitică relativistă a ecuației traiectoriei protonului,  $y = f(x)$ .

Se știe că:

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 în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
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.



BRĂILA  
22-24 martie 2024

# CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ "EVRIKA!"

ediția a XXXI-a  
CLASA a XII-a  
Subiecte

Pagina 3 din 3

$$\int \frac{d(kt)}{\sqrt{1+k^2t^2}} = \ln|kt + \sqrt{1+k^2t^2}|; \quad \text{sh } z = \frac{e^z - e^{-z}}{2}; \quad \text{ch } z = \frac{e^z + e^{-z}}{2}.$$

c) 1. Să se exprime  $T$  în funcție de:  $c, q, E, W_0, p_0$  și  $L$ .

2. Să se determine deviația protonului, la ieșirea din condensator, față de direcția inițială, când acesta a intrat între armăturile condensatorului,  $\theta(c; q; E; W_0; p_0; L)$ .

Se neglijează greutatea protonului.

## B. Protonul relativist într-un câmp magnetic uniform

În spațiul dintre polii unui electromagnet, unde inducția magnetică a acestui câmp este  $\vec{B} = \text{constant}$ , un vector orientat de-a lungul axei OZ, pătrunde un proton, având masa de repaus  $m_0$  și sarcina electrică  $q$ , cu viteza  $\vec{v}_0$ , un vector a cărui direcție se află în planul YOZ, astfel încât unghiul dintre direcția sa și direcția vectorul  $\vec{B}$  este  $\theta_0$ , așa cum indică desenul din figura 2.

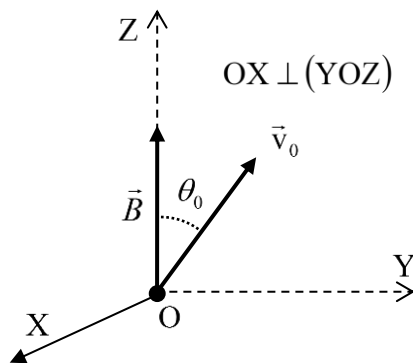


Fig. 2

d) 1. Să se determine influența câmpului magnetic asupra energiei totale a protonului,  $W$ , și asupra modului impulsului protonului,  $p$ , pe toată durata mișcării acestuia în câmpul magnetic dintre polii electromagnetului.

2. Să se scrie ecuațiile parametrice relativiste ale mișcării protonului în câmpul magnetic dintre polii electromagnetului și să se determine elementele geometrice ale traiectoriei acestuia (raza spiralei,  $r$ ; pasul spiralei,  $p$ ).

Subiectele au fost propuse de:

**Prof. Jean-Marius ROTARU**, Colegiul Național Iași

**Prof. Liviu ARICI**, Colegiul Național Nicolae Bălcescu, Brăila

**Prof. dr. Mihail SANDU**, Liceul Tehnologic de Turism Călimănești

**Coordonator clasă: prof. Liviu BLANARIU**, CNPEE, București

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 în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
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.