

Olimpiada Națională de Fizică Vaslui 2015 Proba teoretică SUBIECTE

Pagină 1 din 2

XII

SUBIECTUL 1

A. Particulă neutră ...

O particulă neutră se deplasează cu viteza $v < c$, unde c este viteza luminii în vid. Particula „dispare” și se formează doi fotoni. Să se determine valoarea minimă a unghiului dintre direcțiile de mișcare ale fotonilor în următoarele variante: $v < c$ (particula neutră se deplasează relativist) și $v \cong c$ (particula neutră se deplasează ultrarelativist).

B. Electron liber în repaus...

Un foton ciocnește frontal un electron liber, aflat în repaus. Fotonul difuzat se întoarce pe aceeași direcție cu cea a fotonului incident. Energia fotonului este de f ori mai mare decât energia de repaus a electronului. Să se determine raza de curbură a traiectoriei electronului de recul într-un câmp magnetic de inducție \vec{B} , dacă electronul pătrunde în câmp perpendicular pe direcția lui \vec{B} . Se cunosc: masa de repaus a electronului, m_0 , viteza luminii în vid, c și sarcina electrică elementară, e .

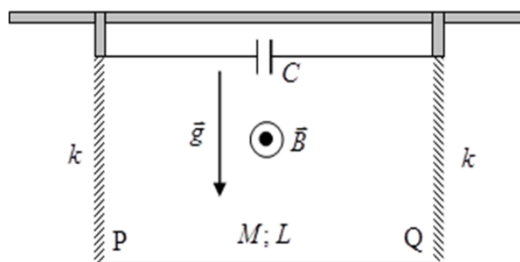
C. Electron liber în mișcare ...

Un foton cu lungimea de undă λ_0 ciocnește un electron al cărui impuls \vec{p}_e este perpendicular pe direcția de mișcare a fotonului incident. Să se determine variația relativă a lungimii de undă a fotonului difuzat sub unghiul θ față de direcția inițială. Se cunosc: masa de repaus a electronului, m_0 , viteza luminii în vid, c și constanta lui Planck, h .

SUBIECTUL 2

A. Oscilații în câmp magnetic

Conductorul linear PQ, cu masa M și lungimea L , reprezentat în desenul din figura alăturată, este în echilibru, fiind suspendat în poziție orizontală cu ajutorul a două resorturi verticale identice, conductoare, foarte ușoare, fiecare având constanta de elasticitate k . Capetele superioare ale resorturilor sunt conectate la un condensator cu capacitatea C . Tot sistemul se află într-un câmp magnetic uniform, cu vectorul inducție magnetică \vec{B} perpendicular pe planul sistemului.



- Din poziția de echilibru, conductorul este deplasat în plan vertical, paralel cu poziția sa de echilibru și apoi este eliberat. Să se determine perioada oscilațiilor conductorului.
- Să se scrie legea de mișcare a conductorului, după eliberarea acestuia, considerând că la momentul inițial conductorul oscilant trece prin poziția extremă inferioară.

B. Culoarea peliculei de lichid

Pe un cadru dreptunghiular confecționat din sârmă, cu dimensiunile $a = 0,02$ m și respectiv $b = 0,03$ m, după scoaterea dintr-un vas cu apă și săpun, s-a format o peliculă de lichid. La observarea în lumină reflectată, unghiul de incidență fiind $\alpha = 30^\circ$, pelicula de lichid apare de culoare verde, $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ m.

- 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.
- 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.

- a. Să se argumenteze în ce situație se poate determina masa peliculei de lichid formată pe cadrul dreptunghiular, folosind numai etaloane cu masa $\Delta m = 0,1 \text{ mg}$. Pentru soluția lichidă a peliculei se cunosc: densitatea, $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ și indicele de refracție, $n = 1,33$.
- b. Să se determine culoarea observată a celei mai subțiri pelicule, îndeplinind condițiile problemei, dacă lumina incidentă pe peliculă și lumina reflectată de peliculă sunt perpendiculare pe peliculă.

SUBIECTUL 3. INTERSTELLAR

În filmul „Interstellar”, astronautul Cooper coboară prima dată pe o planetă numită în film „planeta lui Miller”, situată foarte aproape de o gaură neagră numită Gargantua. Pe această planetă, cu suprafața acoperită cu apă, din cauza atracției gravitaționale foarte mari exercitată de gaura neagră, se produc periodic fenomene mareice extrem de intense, cu valuri de peste 1 km înălțime. Vom presupune că potențialul gravitațional al găurii negre este descris de potențialul Paczynski – Wiita. Acest potențial este o formă puțin modificată a potențialului newtonian, a fost propus în anul 1980 și în anumite cazuri dă rezultate identice cu cele ce se obțin prin aplicarea riguroasă a relativității generale einsteiniene. Expresia acestui potențial este: $\Phi(r) = -\frac{k \cdot M}{r - r_G}$, unde k este constanta atracției universale, M este masa găurii

negre, $r_G = \frac{2k \cdot M}{c^2}$ este raza orizontului găurii negre, iar $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ este viteza luminii în vid. Pentru

$r < r_G$, nimic nu mai „scapă” din gaura neagră. Presupunem că gaura neagră nu se rotește în jurul axei sale, iar orbita planetei este circulară, cu centrul în centrul găurii negre.

- a. Determinați energia totală pe unitatea de masă a planetei.
- b. Determinați viteza planetei pe orbită.
- c. Determinați viteza unghiulară a planetei în jurul găurii negre.
- d. Pentru studiul mișcării de rotație a unui corp în jurul unei axe, în locul impulsului, \vec{p} , se utilizează momentul acestuia față de axa de rotație, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ (\vec{r} este raza vectorială), numit și moment cinetic. Determinați momentul cinetic al unității de masă a planetei.
- e. Folosind condițiile de stabilitate ale orbitei planetei, arătați că planeta poate avea două orbite pe care ea se află în echilibru dinamic, de raze $r = 2r_G$ și $r = 3r_G$, dar numai una din acestea este stabilă. Precizați și demonstrați care din ele este stabilă.
- f. În film, o oră petrecută pe planeta lui Miller corespunde cu 7 ani care trec pe Pământ. Pentru aceasta, conform teoriei relativității generale, este necesar ca gaura neagră să aibă o masă de aproximativ 10^8 ori mai mare decât masa Soarelui. Considerând masa Soarelui $m_s \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ și $k = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, calculați viteza planetei pe orbita stabilă și perioada de revoluție a planetei în jurul găurii negre.

Subiecte propuse de:

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

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

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 în orice ordine cerințele.
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.