Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
17 ianuarie 2009
Subiecte

XII

1. Un circuit RLC paralel este alimentat în regim permanent de la un generator de curent alternativ **care menține constantă valoarea efectivă I a intensității curentului electric principal** (indiferent de valorile impedanței) şi a cărei frecvență (ν) poate fi variată în mod continuu de la zero la valori foarte mari [se va admite că valorile **(presupuse cunoscute)** ale parametrilor R, L, C nu sunt afectate de modificările lui ν]. Se vor folosi următoarele notații: P-pentru puterea activă, S-pentru puterea aparentă, P_r-pentru puterea reactivă. Bobina se consideră ideală.

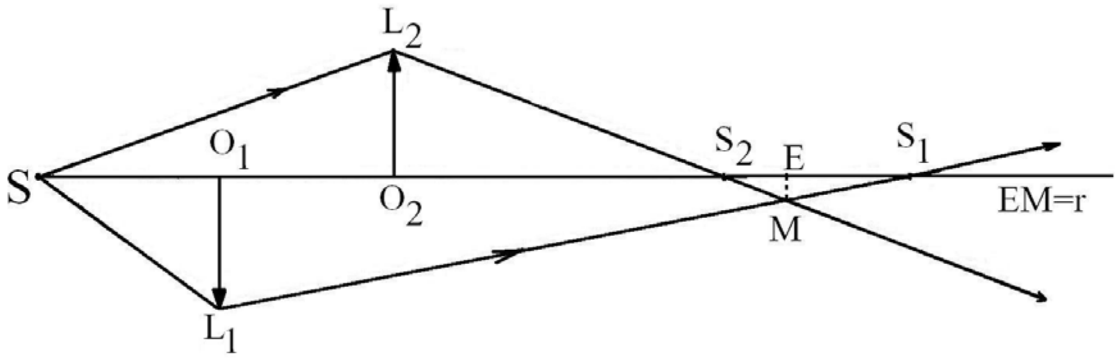
a). Determinați puterea activă maximă P_m şi valoarea corespunzătoare, ν_0, a frecvenței la care se poate obține această putere activă maximă. Reprezentați grafic, în funcție de valoarea unghiului φ (de defazaj dintre curentul principal I şi tensiunea U de la bornele circuitului), rapoartele $X \equiv P_r / P_m, Y \equiv S / P_m, K \equiv P / P_m$. Reprezentați grafic şi dependențele funcționale $K = K(Y),\ K = K(X)$.

b). Se notează cu W_e, respectiv cu W_m, energiile medii (pe o perioadă) pentru câmpul electric din condensator, respectiv pentru cel magnetic din bobină. Să se stabilească dependența de mărimea adimensională ν/ν_0 a raportului W_e/W_m şi să se reprezinte grafic această dependență.

c). Considerând că fazorul curentului principal I rămâne fix (pe direcția ce reprezintă originea fazei), determinați locul geometric al vârfului fazorului reprezentând tensiunea U de la bornele circuitului.

d). Știind că $3\pi RC\nu_0 = 1$, determinați valorile maxime atinse de intensitățile efective ale curenților prin bobină (I_L), respectiv prin condensator (I_C), când frecvența ν variază în intervalul menționat.

2. Un celebru dispozitiv interferențial este cel cunoscut sub denumirea de ***"bilentilele lui Meslin".*** El se construieşte în felul următor. Se iau cele două semilentile Billet (L_1) şi (L_2), tăiate dintr-o lentilă convergentă subțire, cu distanța focală f, şi se deplasează longitudinal, cu centrele O_1 şi O_2 pe acelaşi ax optic principal (ca în figură), pe care, într-o poziție fixă S, se află şi sursa punctiformă de lumină monocromatică (lungime de undă λ) .



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.

Distanțele $p_1 = SO_1$ și $p_2 = SO_2$ se presupun cunoscute. Imaginile punctiforme S_1 și S_2 ale sursei S, date de cele două semilentile, sunt localizate la distanțele $z_1 = SS_1$, respectiv $z_2 = SS_2$.

a). Să se arate că în planul ce trece prin punctul E (notăm $z = SE$ cu $z_1 < z < z_2$) și este perpendicular pe axul optic principal, există maxime și minime (franje) de interferență semicirculare concentrice, cu centrul în E (**punct întunecat**).

b). Calculați raza r a semicercului întunecat de ordinul k în funcție de λ, z_1, z_2 și z (coordonată ce localizează punctul E, între S_1 și S_2), ținând cont de faptul că raza r este foarte mică în comparație cu celelalte distanțe caracteristice ale instalației. Puteți utiliza formula aproximativă $\sqrt{1 \pm x} = 1 \pm x/2$, când $x <<< 1$.
Aplicație numerică: $\lambda = 600\text{nm}$, $p_1 = 50\text{cm}$, $p_2 = 60\text{cm}$, $z = 232\text{cm}$, $f = 40\text{cm}$, $k = 1$.

c). Demonstrați că raza tuturor inelelor semicirculare de interferență (ce se formează în zona cuprinsă între S_2 și S_1), este maximă atunci când centrul lor (E) se află la mijlocul distanței dintre S_2 și S_1.

<u>Precizări:</u> 1. Aveți în vedere toate razele de lumină din "semi-conurile" cu vârful în sursa S; 2. Dimensiunile transversale ale semilentilelor precum și celelalte caracteristici geometrice ale dispozitivului permit utilizarea aproximațiilor gaussiene, de paraxialitate.

3. A. O navă cosmică zboară în linie dreaptă, cu viteza $v = \beta c, (\beta < 1)$, dinspre un „far cosmic" spre un al doilea „far cosmic" , situat la distanța L față de primul. În momentul în care nava se află exact la jumătatea distanței dintre ele, fiecare „far" trimite spre navă câte un scurt impuls luminos. Știind că distanța L dintre „faruri" este parcursă de lumină în timpul T, determinați ce interval de timp se scurge, pe navă, între momentele recepționării acestor impulsuri luminoase. Aplicație numerică: $\beta = 0,6$, respectiv $T = 2$ luni.

B. În sistemul de referință propriu, laturile unui hexagon regulat au lungimea a. Dacă se notează cu cifre de la 1 la 6 vârfurile succesive ale hexagonului, să se determine perimetrul său când este observat dintr-un sistem de referință care se mișcă cu viteza $v = \beta c, (\beta < 1)$, față de cel propriu :

a). pe o direcție paralelă cu dreapta ce trece prin vârfurile 1 și 2 ;

b). pe o direcție paralelă cu dreapta ce trece prin vârfurile 1 și 3.

Aplicație numerică: $\beta = 0,75$.

Subiecte propuse de:
prof. univ.dr. Uliu Florea, Facultatea de Fizică, Universitatea din Craiova
prof. Măgheruşan Larisa, inspector de Fizică la ISJ-Hunedoara, municipiul Deva.

---

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.