

Problema 3: Inelul săltăreț

Un experiment analizat destul de intens în ultimele două decenii este cunoscut în lumea științifică sub numele de “inelul săltăreț” (jumping ring), fiind prezentat practic pentru prima dată în 1887. Analiza acestui experiment a dus la apariția a zeci de filmele demonstrative precum și a câtorva articole științifice.

Schema de bază a experimentului presupune prezența unei bobine cu miez de fier (mai lung decât lungimea bobinei) alimentată de la o sursă de tensiune și așezată astfel încât axul bobinei să fie vertical. Bobina are spire circulare, iar miezul de fier are secțiune circulară de diametru exterior D . Deasupra bobinei se așază, concentric cu bobina și cu miezul de fier, un inel conductor, ne-magnetic (Figura 1), având diametrul interior D , diametrul exterior $D+2x$, dimensiunea verticală (grosimea) H și densitatea ρ . Inelul se poate mișca pe verticală fără frecare. În anumite condiții acesta sare în sus, mai mult sau mai puțin.

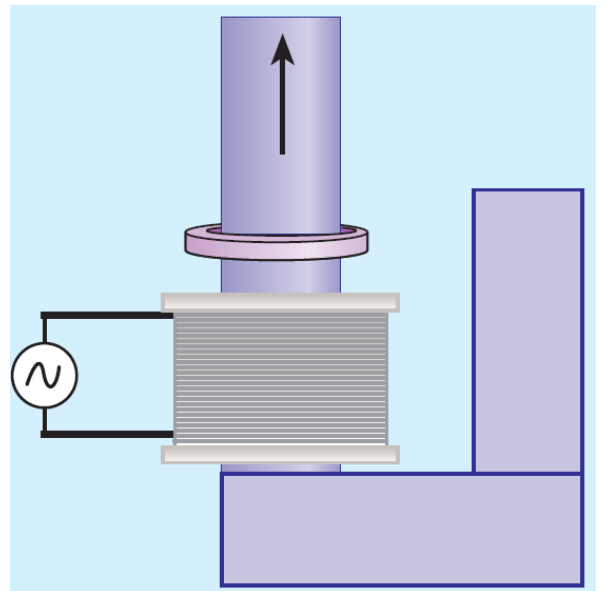


Figura 1

Sarcina de lucru 1 (3.5 p):

- (0,5 p) Aflați masa inelului.
- (2,0 p) Considerând, pentru început, că bobina este alimentată de o sursă de tensiune continuă prin intermediul unui întrerupător, analizează mișcarea inelului după închiderea întrerupătorului, explicând cauzele fenomenului.
- (1,0 p) Ce se întâmplă dacă inelul are o tăietură, așa cum se vede în Figura 2?

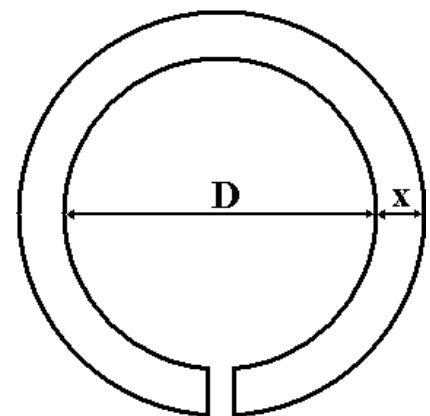


Figura 2

Sarcina de lucru 2 (3.5 p):

Considerând acum că bobina este alimentată de o sursă de tensiune alternativă de pulsație ω , analizează diferența de comportament după închiderea întrerupătorului în următoarele două situații:

- (0,5 p) Miezul de fier face ca deasupra bobinei (până aproape de înălțimea maximă a miezului de fier) câmpul magnetic produs de bobină să fie perfect vertical;
- (3,0 p) Condiția de la punctul d) nu este îndeplinită, deci câmpul magnetic are “pierderi”, adică are și componentă orizontală.

Notă: În rezolvarea sarcinii de lucru 2 ia în considerare cazurile când inelul este: (1) pur rezistiv, (2) respectiv are și inductanță L . Pentru a argumenta ceea ce crezi că se întâmplă cu inelul, calculează forțele care acționează asupra acestuia, precum și forțele medii pe timp de o perioadă (a sursei).

Sarcina de lucru 3 (3.0 p):

- (1,0 p) Ce schimbare de comportament al inelului ai putea constata dacă ai ține inelul în azot lichid înainte de experiment?

- Fiecare dintre subiecte 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 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuția subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

g) (2,0 p) În condițiile de la punctul e) se constată că, dacă miezul de fier este suficient de lung, există o poziție de echilibru a inelului la o anumită distanță deasupra bobinei alimentate de la o sursă de curent alternativ. Găsește ce formă are relația dintre inductanța inelului și grosimea lui (H) dacă poziția de echilibru nu depinde de valoarea lui H pentru inelele construite din materiale foarte bune conductoare de electricitate.

Notă: *de-a lungul întregii probleme se va neglija efectul rezistenței opusă de aer la înaintarea inelului.*

problemă propusă de
lect. univ. dr. Mihai VASILESCU, Facultatea de Fizică, Universitatea Babeș - Bolyai din Cluj-Napoca