



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
I SPORTULUI
INSPECTORATUL COLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

XII
A

Lucrarea A

Dispozitiv conductor mobil, într-un câmp magnetic uniform

Materiale la dispoziție

1) magnet permanent în formă de U; 2) bobină suspendată; 3) suport reglabil pentru magnet; 4) șcală cu fixare magnetică; 5) riglă gradată; 6) conductoare de legătură; 7) dinamometru; 8) alimentator electric c.c. și c.a. cu afișarea tensiunii la borne; 9) multimetru.



Cerințe

- S* se determine numărul de spire ale bobinei.
- S* se determine inducția câmpului magnetic uniform dintre poli magnetului.
- S* se determine greutatea fiecăreia dintre cele trei componente ale echipajului mobil (bobină și brațe verticale de susinere).

Se neglijează frecările în procesele considerate. Permeabilitatea magnetică absolută a aerului este $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$. Frecvența tensiunii alternative a generatorului $\nu = 50 \text{ Hz}$. Greutatea întregului cadru mobil este $G_t = 0,73 \text{ N}$.

Lucrare propusă de prof. dr. Mihail Sandu
G. .E.A.S. Călimeni



**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
 ȘI SPORTULUI**
INSPECTORATUL COLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

XII
 A

Lucrarea A

Mod de lucru – Barem de notare – 10 puncte

Elementele dispozitivului mobil dat sunt prezentate în figura 1, unde:

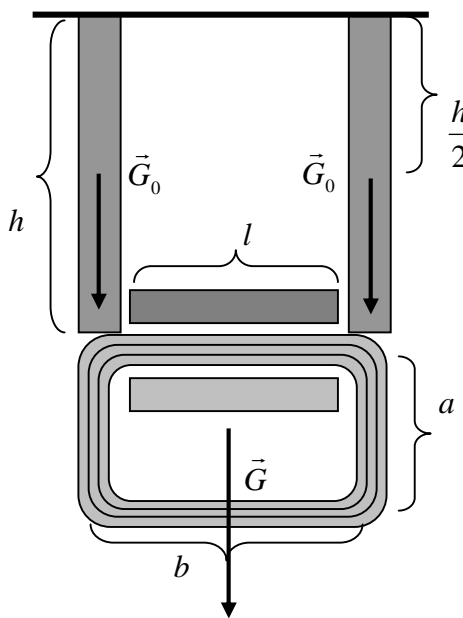


Fig. 1

a) Determinarea numărului de spire ale bobinei2,00 puncte

Rezistența ohmică a bobinei se determină, când măsurăm surtori de intensitate și tensiune în circuitul serie de c.c. conținând bobina, sursa de c.c. și ampermetrul;

$$R = \frac{U_c}{I_c};$$

U_c	1 V	1,65 V	2,15 V	2,55 V
I_c	0,75 A	1,16 A	1,5 A	1,74 A
$R = \frac{U_c}{I_c}$	1,33 Ω	1,42 Ω	1,43 Ω	1,46 Ω

$$\bar{R} = 1,41 \Omega.$$

Inductanța bobinei se determină, când măsurăm surtori de intensitate și tensiune în circuitul serie de c.a. conținând bobina, sursa de c.a. și ampermetrul;

$$Z = \frac{U_a}{I_a};$$

U_a	0,95 V	1,55 V	2,1 V	2,55 V
I_a	0,51 A	0,89 A	1,29 A	1,55 A
$Z = \frac{U_a}{I_a}$	1,76 Ω	1,74 Ω	1,63 Ω	1,64 Ω

$$\bar{Z} = 1,692 \Omega.$$

$$Z = \sqrt{\bar{R}^2 + X_L^2};$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - \bar{R}^2};$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = 2f\nu L;$$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2f\nu}; \quad L = 3 \cdot 10^{-3} \text{ H};$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2 S}{l_0},$$

unde lungimea bobinei este $l_0 \approx 1 \text{ cm}$;

$$N = \sqrt{\frac{l_0 L}{\mu_0 S}}; \quad S = ab; \quad a = 50 \text{ mm}; \quad b = 40 \text{ mm};$$

$$N \approx 80 \text{ spire.}$$

b) Determinarea inducției câmpului magnetic uniform dintre polii magnetului în U

.....(6 puncte)

Metoda 1 3,00 puncte

Dacă în punctul C, din partea inferioară a bobinei, când spirele acestea sunt parcurse de curent electric, se va acționa, prin intermediul dinamometrului, cu o forță suplimentară, \vec{F} , orientată așa cum indică figura 2, atunci cadrul mobil va reveni în poziție verticală. În aceste condiții înseamnă că forța suplimentară $\vec{F}_{0,\text{experimental}}$, acționând în punctul C, perpendicular pe brațul OC, împreună cu celelalte forțe exterioare care acționează asupra cadrului mobil ($\vec{F}_{\text{em}}, \vec{G}, 2\vec{G}_0$), asigură repausul acestuia, rămânând în câmpul magnetic uniform, ceea ce presupune că rezultanta acestor forțe este nulă. Rezult :

$$F_{\text{em}} = N I_c l B = F_{0,\text{experimental}},$$

unde $l = 6 \text{ cm}$ este lungimea sectorului din spirală aflat în câmp magnetic;

$$B = \frac{F_{0,\text{experimental}}}{N I_c l};$$

Pentru diferite valori ale lui I_c se notează indicația dinamometrului, $F_{0,\text{experimental}}$.

$$N = \sqrt{\frac{l_0 L}{\mu_0 S}} = 80 \text{ spire};$$

$$l \approx b = 80 \text{ mm};$$

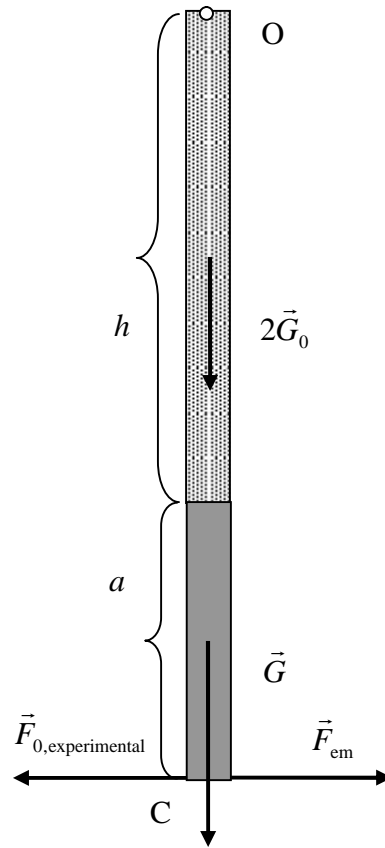


Fig. 2

I_c	1,04 A	2,60 A	3,9 A
$F_{0,\text{experimental}}$	0,25 N	0,5 N	0,75 N
B	0,037 T	0,030 T	0,033 T

$$\bar{B} = 0,033 \text{ T} = 33 \text{ mT.}$$

Metoda 2 3,00 puncte

La trecerea curentului electric prin spirele bobinei multiplicatoare, alimentat în c.c., datorit apariiei for elor electromagnetice, cadrul mobil este deplasat din pozi ia vertical , r mânând în câmpul magnetic uniform, i se va stabili într-o pozi ie de echilibru, a a cum indic figurile 3 i 4, atunci când momentul rezultat al for elor externe care ac ioneaz asupra cadrului mobil este nul. Pentru această pozi ie de echilibru, în raport cu punctul O, rezult :

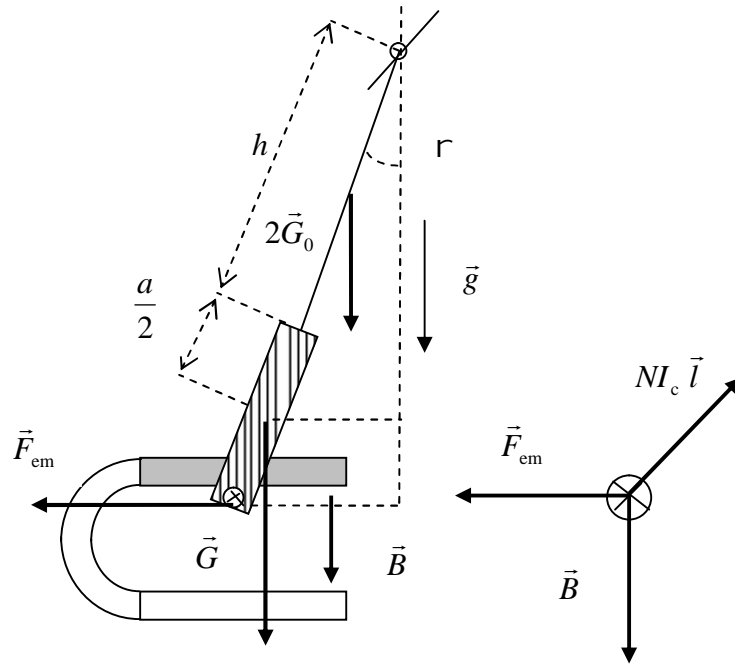


Fig. 3

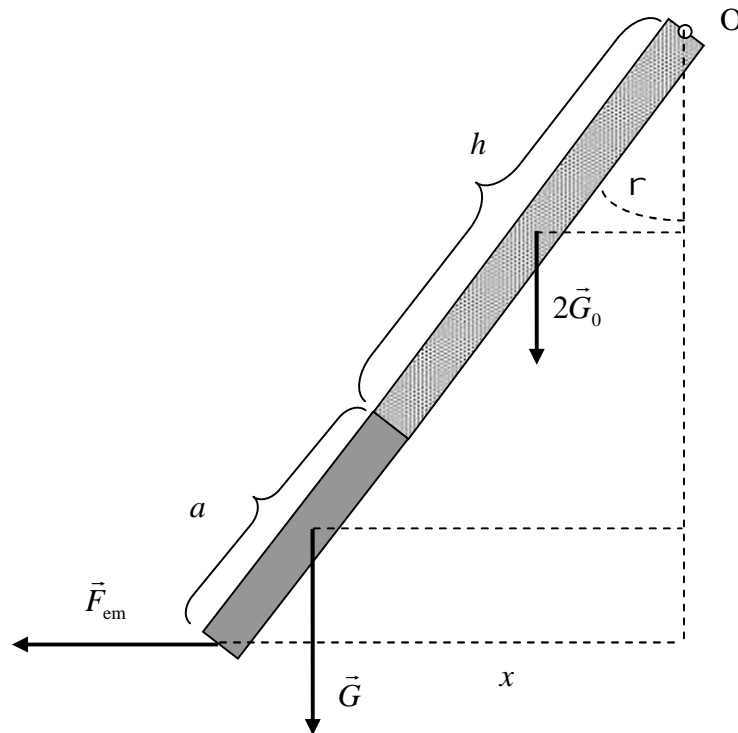


Fig. 4

$$F_{em} (h+a) \cos r = G \left(h + \frac{a}{2} \right) \sin r + 2G_0 \frac{h}{2} \sin r,$$

unde G_0 este greutatea unuiia dintre bra ele de sus inere ale bobinei;

$$F_{em} = NI_c l B;$$

$$NI_l B(h+a) \cos r = G \left(h + \frac{a}{2} \right) \sin r + 2G_0 \frac{h}{2} \sin r;$$

$$B = \frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{NI_c} \frac{\tan r}{h+a};$$

$$F_0 = \frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{h+a};$$

$$B = \frac{F_0 \tan r}{NI_c};$$

$$\sin r = \frac{x}{h+a}; \quad \cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r}; \quad \tan r = \frac{\sin r}{\cos r};$$

$$\tan r = \frac{x}{\sqrt{(h+a)^2 - x^2}};$$

Cu bobina în afara polilor magnetului, suspendat de dinamometru în așa fel încât brațele de susinere ale bobinei să fie orizontale, așa cum indică figura 5, rezultă :

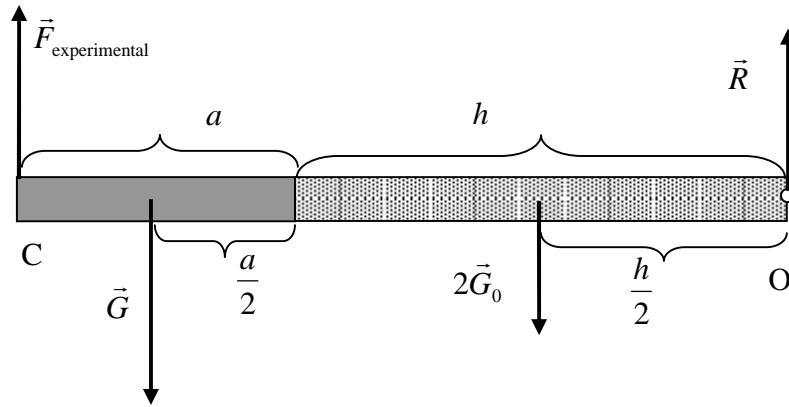


Fig. 5

$$F_{\text{experimental}}(h+a) = G \left(h + \frac{a}{2} \right) + 2G_0 \frac{h}{2};$$

$$F_{\text{experimental}} = \frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{h+a} = F_0;$$

$$F_{em} = NI_c l B;$$

$$B = \frac{F_0}{NI_c l} \tan r;$$

$$B = \frac{F_{\text{experimental}}}{NI_c l} \tan \Gamma;$$

$$N = \sqrt{\frac{l_0 L}{\sim_0 S}} = 80 \text{ spire}; F_{\text{experimental}} = 0,5 \text{ N}; l \approx b = 80 \text{ mm};$$

I_c	0,26 A	0,42 A	0,76 A	0,91 A
x	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm
$h + a$	115 mm	115 mm	115 mm	115 mm
$\sin \Gamma = x / (h + a)$	0,087	0,174	0,261	0,348
$\cos \Gamma$	0,996	0,984	0,965	0,938
$\tan \Gamma$	0,0873	0,177	0,27	0,371
$F_0 = F_{\text{experimental}}$	0,5 N	0,5 N	0,5 N	0,5 N
B	27,2 mT	34,1 mT	28,8 mT	30,1 mT

$$\bar{B} = 30 \text{ mT.}$$

c) Determinarea greutății fiecărui element al cadrului mobil (1,00 punct)

$$F_0(h + a) = G \left(h + \frac{a}{2} \right) + 2G_0 \frac{h}{2};$$

$$F_0 = \frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{h + a};$$

$$G_t = G + 2G_0;$$

$$G = 2F_0 - \frac{h}{h + a} G_t; F_0 = F_{\text{experimental}};$$

$$G = 2F_{\text{experimental}} - \frac{h}{h + a} G_t; G \approx 0,6 \text{ N};$$

$$G_0 = \frac{h + \frac{a}{2}}{h + a} G_t - F_0;$$

$$G_0 = \frac{h + \frac{a}{2}}{h + a} G_t - F_{\text{experimental}}; G_0 \approx 0,07 \text{ N.}$$

Oficiu..... 1,00 punct