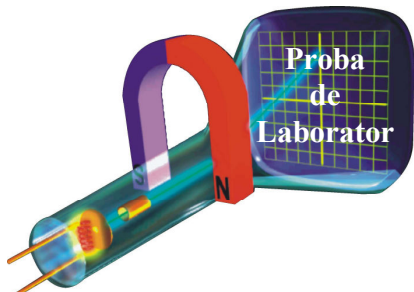


OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009



2 februarie 2009



Lucrarea A

Localizarea unui deranjament pe o linie telefonică, între două stații vecine

Barem de notare

Lucrarea A	Parțial	Punctaj
A. Barem de notare - Lucrarea A 1) La capătul S_1 al bobinei se scurtcircuitază cele două fire ale bobinei, iar la capătul S_2, în montajul propus, recunoaștem montajul unei punți Wheatstone, așa cum indică figura 1, obținându-se montajul cunoscut reprezentat în figura 2. Rezistorul cu rezistența variabilă R_2 este reostatul cu cursor. Notății: R – rezistența electrică a unuia dintre cele două fire ale bobinei; X și Y rezistențele electrice ale celor două sectoare de pe firul deranjat. Fig. 1	1,50	10 2,00

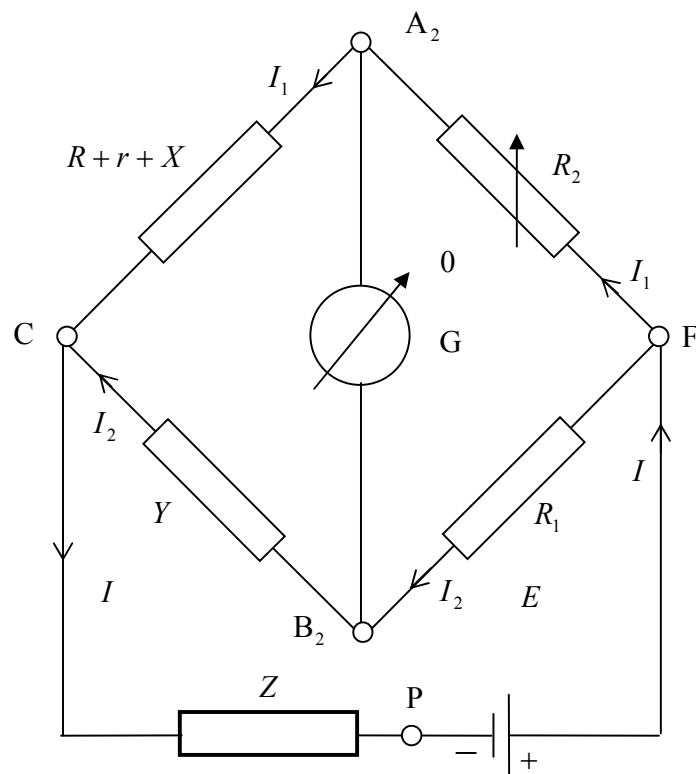


Fig. 2

2) Se deplasează cursorul reostatului până când se echilibrează puntea (acul galvanometrului indică zero). Puntea fiind echilibrată (tensiunea dintre punctele A_2 și B_2 fiind nulă; intensitatea curentului prin galvanometru fiind nulă), rezultă:

$$I_1 R_2 = I_2 R_1; I_1 (R + r + X) = I_2 Y;$$

$$\frac{R_2}{R+r+X} = \frac{R_1}{Y},$$

$$R_2 Y = R_1 (R + r + X);$$

$$R = X + Y;$$

$$X = \frac{RR_2 - RR_1 - R_1 r}{R_1 + R_2}; Y = \frac{2R_1 R + R_1 r}{R_1 + R_2};$$

$$\frac{X}{Y} = \frac{RR_2 - RR_1 - R_1 r}{2R_1 R + R_1 r};$$

$$X = \rho \frac{x}{S}; Y = \rho \frac{y}{S}; R = \rho \frac{L}{S},$$

unde x și y sunt lungimile celor două sectoare de pe firul deranjat;

$$\frac{X}{Y} = \frac{x}{y}; \quad x + y = L;$$

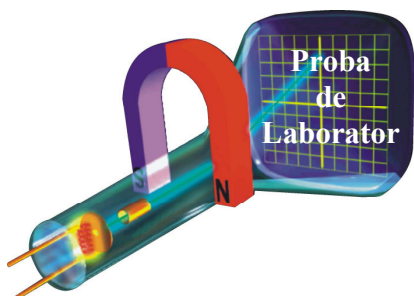
$$\frac{x}{y} = \frac{RR_2 - RR_1 - R_1 r}{2R_1 R + R_1 r},$$

$r \approx 0;$ $\frac{x}{y} = \frac{R_2 - R_1}{2R_1}; \quad x + y = L;$ $x = \frac{R_2 - R_1}{R_1 + R_2} L; \quad y = \frac{2R_1 L}{R_1 + R_2}.$	0,50	
3) Pentru determinarea lui $R_2 = R_x$ (când cursorul reostatului rămâne în poziția stabilită anterior), se realizează și se echilibrează puntea cu fir din figura 3, unde se utilizează și rezistorul cu rezistența necunoscută R_1, prezent în montajul anterior. Fig. 3 Rezultă: $\frac{R_1}{R_x} = \frac{\rho \frac{l_1}{s}}{\rho \frac{l_2}{s}} = \frac{l_1}{l_2};$ $R_x = R_1 \frac{l_2}{l_1} = R_2; \quad \frac{R_x}{R_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2}{l_1};$ $x = \frac{R_2 - R_1}{R_1 + R_2} L = \frac{R_1 \left(\frac{R_2}{R_1} - 1 \right)}{R_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)} L = \frac{\frac{R_2}{R_1} - 1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} L;$ $x = \frac{\frac{l_2}{l_1} - 1}{1 + \frac{l_2}{l_1}} L;$		
	1,00	2,50
	0,50	
	0,50	

$y = \frac{2R_1L}{R_1 + R_2} = \frac{2R_1L}{R_1\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)} = \frac{2L}{1 + \frac{R_2}{R_1}};$ $y = \frac{2L}{1 + \frac{l_2}{l_1}}.$							0,50	
4) Se repetă secvențele 1-3 pentru fiecare dintre rezistoarele date, ale căror rezistențe necunoscute sunt R_1 : R_{11}, R_{12}, R_{13} . De fiecare dată se notează valorile l_1 și l_2 , completându-se tabelul alăturat.								1,50
Nr. det.	l_1 (cm)	l_2 (cm)	x (m)	y (m)	x_{mediu} (m)	y_{mediu} (m)		
1. (R_{11})	8,4	12,6	43,4	173,6	44,76	173,22	0,50	
2. (R_{12})	8,3	12,7	45,45	171,54	44,76	173,22	0,50	
3. (R_{13})	8,3	12,7	45,45	171,54	44,76	173,22	0,50	
Oficiu								1,00

OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Rm. Vâlcea, 1 - 6 februarie 2009

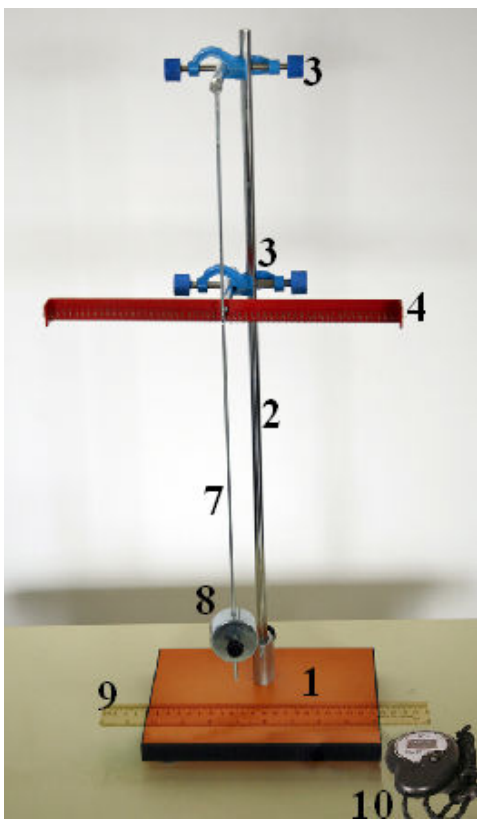


2 februarie 2009

Lucrarea B

Determinarea constantei de elasticitate a unui resort

Barem de notare

Lucrarea B	Parțial	Punctaj
B. Barem de notare - Lucrarea B 1) Se realizează montajul din figura 1, reprezentat schematic în figura 2 		10
Fig. 1		

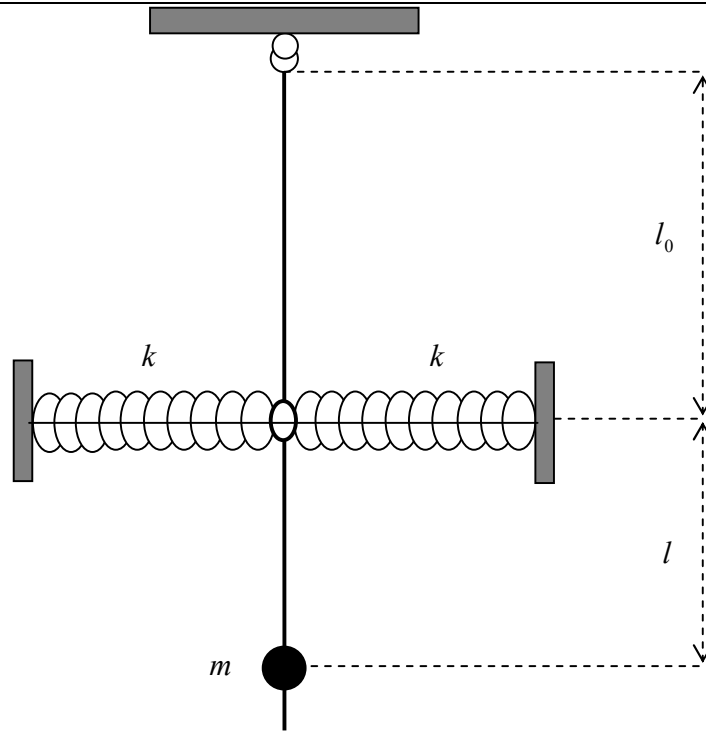


Fig. 2

2) Pentru o deviație unghiulară mică, α , corespunzător căreia cele două resorturi s-au deformat, unul prin comprimare și celălalt prin întindere, ambele rămânând însă orizontale, așa cum indică figura 3, rezultă:

$$y = l_0 \sin \alpha \approx l_0 \alpha;$$

$$E_{\text{potentia de deformare}} = 2 \frac{ky^2}{2} = ky^2 = kl_0^2 \alpha^2 = E_{\text{pd}}.$$

Am considerat că, atunci când pendulul este în poziția de echilibru, cele două resorturi sunt nedeformate, astfel încât, în timpul oscilațiilor pendulului, unul dintre resorturi este deformat prin întindere, iar al doilea este deformat prin comprimare, cu cantități identice.

Corespunzător aceleiași poziții, energia potențială gravitațională a sistemului este:

$$E_{\text{potentia gravitațională}} = mgh = mg[(l_0 + l) - (l_0 + l)\cos \alpha];$$

$$E_{\text{pg}} = mg(l_0 + l)(1 - \cos \alpha) = 2mg(l_0 + l)\sin^2 \frac{\alpha}{2};$$

$$E_{\text{pg}} \approx mg(l_0 + l)\frac{\alpha^2}{2}.$$

În aceste condiții, energia potențială totală a sistemului este:

$$E_p = \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 + l)}{2} \right] \alpha^2.$$

De asemenea, energia cinetică a pendulului, în starea considerată, este:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{m(l_0 + l)^2 \Omega^2}{2},$$

unde Ω este viteza unghiulară instantanee a corpului de pe tija pendulului, în mișcarea sa circulară;

$$\Omega = \frac{d\alpha}{dt} = \alpha';$$

$$E_c = \frac{m(l_0 + l)^2}{2} (\alpha')^2.$$

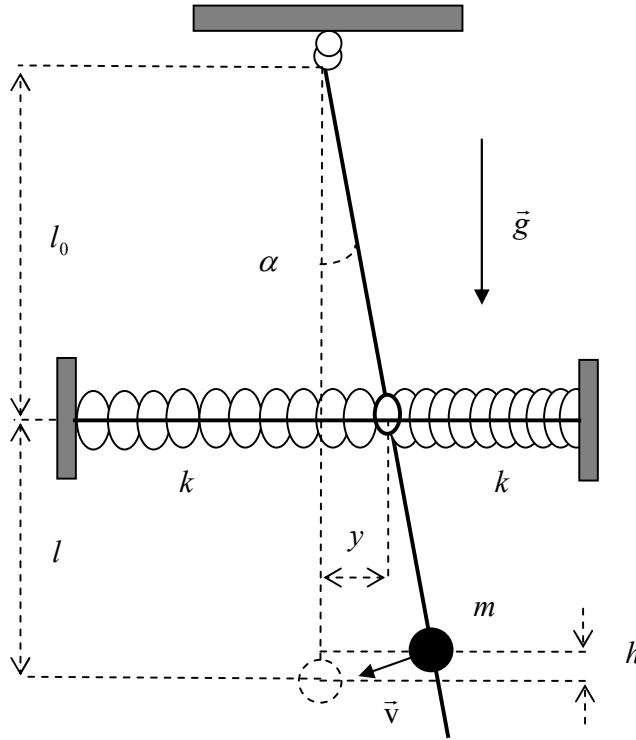


Fig. 3

Admițând că oscilațiile sunt neamortizate, energia totală a sistemului este constantă în timpul oscilațiilor:

$$E = E_c + E_p = \text{constant};$$

$$E = \frac{m(l_0 + l)^2}{2} (\alpha')^2 + \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 + l)}{2} \right] \alpha^2 = \text{constant}.$$

Să admitem acum că, atunci când pendulul este în poziția de echilibru, cele două resorturi sunt deja deformate prin întindere, cu cantități identice, y_0 , astfel încât, în timpul oscilațiilor pendulului, unul dintre resorturi își mărește deformarea prin întindere, iar al doilea resort își micșorează deformarea prin întindere, cu cantități identice, y , foarte mici.

În aceste condiții energia potențială de deformare a sistemului este:

$$E_{pd} = \frac{k(y_0 + y)^2}{2} + \frac{k(y_0 - y)^2}{2};$$

$$E_{pd} = ky_0^2 + ky^2 = ky_0^2 + kl_0^2 \alpha^2,$$

astfel încât energia potențială totală a sistemului, este:

$$E_p = ky_0^2 + \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 + l)}{2} \right] \alpha^2,$$

iar energia totală a sistemului este:

$$E = E_c + E_p = \text{constant};$$

$$E = \frac{m(l_0 + l)^2}{2} (\alpha')^2 + ky_0^2 + \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 + l)}{2} \right] \alpha^2 = \text{constant},$$

unde kl_0^2 este o combinație constantă.

Indiferent de varianta pe care o analizăm, rezultă:

$$\frac{dE}{dt} = 0; \quad \frac{d}{dt} (E_c + E_p) = 0;$$

$$\frac{m(l_0 + l)^2}{2} 2\alpha' \alpha'' + \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 - l)}{2} \right] 2\alpha \alpha' = 0;$$

$$\frac{m(l_0 + l)^2}{2} \alpha'' + \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 - l)}{2} \right] \alpha = 0;$$

$$\alpha'' + \frac{2}{m(l_0 + l)^2} \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 - l)}{2} \right] \alpha = 0,$$

adică o ecuație de forma:

$$\alpha'' + \omega^2 \alpha = 0;$$

$$\omega^2 = \frac{2}{m(l_0 + l)^2} \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 - l)}{2} \right],$$

ceea ce dovedește că oscilațiile mici ale pendulului sunt oscilații armonice, a căror perioadă este dată de expresia:

$$\omega = \frac{2\pi}{T};$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{2}{m(l_0 + l)^2} \left[kl_0^2 + \frac{mg(l_0 - l)}{2} \right];$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 m(l_0 + l)^2}{2kl_0^2 + mg(l_0 - l)};$$

$$T = 2\pi(l_0 + l) \sqrt{\frac{m}{2kl_0^2 + mg(l_0 - l)}},$$

din care rezultă constanta de elasticitate a fiecărui resort;

$$k = \frac{1}{2l_0^2} \left[\frac{4\pi^2 (l_0 + l)^2 m}{T^2} - mg(l_0 - l) \right].$$

3) Pentru diferite valori ale lui l , se determină perioada oscilațiilor pendulului, folosind cronometrul: $T = \frac{t}{n},$ unde t este durata a n oscilații complete.								
4) Se completează tabelul următor ($l_0 = 0,2 \text{ m}$; $m = 295 \text{ g}$) .								
Nr. det.	l (m)	t (s)	n (număr)	T (s)	k (N/m)	k_m (N/m)		
1	0,1	18,9	30	0,63	22,17	21,84		
2	0,2	23,9	30	0,8	21,93			
3	0,3	28,7	30	0,96	21,42			
Oficiu								1,00