Olimpiada Naţională de Fizică
Timișoara, 2016
Proba practică

XI

Determinarea intensităţii câmpului gravitaţional

În interiorul unui cilindru metalic se află fixată o bilă de plumb. Perpendicular pe axul cilindrului sunt practicate perforaţii pentru ca acesta să poată pivota în planul vertical.

Având la dispoziţie cilindrul, o riglă gradată şi un cronometru, trebuie să determinaţi valorile numerice, în limita erorilor experimentale, pentru:

a) poziţia centrului de greutate fată de capetele cilindrului al sistemului cilindru-bilă

b) poziţia bilei în interiorul cilindrului

c) intensitatea câmpului gravitaţional în locul în care veţi face experimentul

V-ar putea fi utile următoarele informaţii:

- pentru un cilindru lung, gol în interior, de lungime L şi de masă M, momentul de inerţie faţă de o axă centrală, perpendiculară pe axa cilindrului poate fi aproximat prin $\boldsymbol{I_{CM}=\frac{1}{3}M\left(\frac{1}{2}L\right)^2}$, raza cilindrului fiind mult mai mică decât lungimea sa.

- momentul de inerţie al unui corp cu masa m faţă de o axă de rotaţie paralelă cu axa de rotaţie ce trece prin centrul de masă al corpului, aflate la distanţa **d** una faţă de alta: $I = I_{CM} + md^2$ (teorema lui Steiner)

-bila de plumb va fi considerată ca un punct material care se gaseşte pe axa de simetrie a cilindrului

- se neglijează toate frecările

Subiect propus de

Conf. Dr. Lungu Mihai, Facultatea de Fizică, Universitatea de Vest din Timişoara

Fiz. Dr. Sandu Golcea, Colegiul Naţional „C.D.Loga” Timişoara

1. Durata probei este de 3 ore.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar neprogramabile.
3. Punctajul acordat: 18 puncte pentru rezolvarea cerinţelor, 2 puncte din oficiu.

a) Pozitia centrului de masa se determina simplu prin balansarea tubului cu bila……….1p

Pentru tuburile din experiment X_{CM} = (11,60±0,50) cm……………………………………………1p

Legea fundamentala a dinamicii se scrie:

$$\left\{(M+m)R^2+I_{CM}\right\}\ddot{\theta} = -g(M+m)R\sin\theta$$ …………………………………………………….2p

Indiferent care este punctul de suspensie (R este distanta de la punctul de suspensie la centrul de masa)

De aici rezulta cu usurinta:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I_{CM}+(M+m)R^2}{g(M+m)R}}$$ ……………………………………………………………………………0,5p

Si, consecutiv:

$$T^2R = \left(\frac{4\pi^2}{g}\right)R^2+\frac{4\pi^2 I_{CM}}{(M+m)g}$$ ……………………………………………………………………2p

c) Reprezentam grafic dreapta T^2R ca o functie de R^2.

Panta dreptei va fi

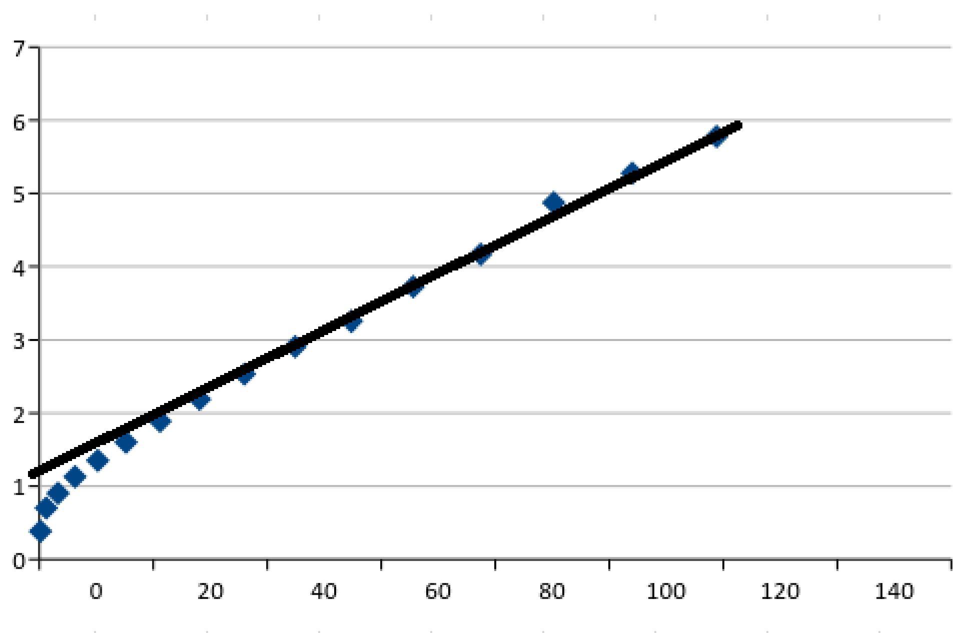
$$\alpha = \frac{4\pi^2}{g}$$ ……………………………………………………………………………………………………1p

de aici rezulta

$$g = \frac{4\pi^2}{\alpha}$$ 0,5p

In simularile noastre: ....16X0,25 = 4p

Nr.perf.	R	T	T^2R	R^2
1	10.90	0.728	**5.77683**	**118.81**
2	10.20	0.719	**5.27300**	**104.04**
3	9.50	0.716	**4.87023**	**90.25**
4	8.80	0.688	**4.16543**	**77.44**
5	8.10	0.678	**3.72344**	**65.61**
6	7.40	0.663	**3.25281**	**54.76**
7	6.70	0.659	**2.90968**	**44.89**
8	6.00	0.650	**2.53500**	**36.00**
9	5.30	0.643	**2.19128**	**28.09**
10	4.60	0.641	**1.89005**	**21.16**
11	3.90	0.641	**1.60244**	**15.21**
12	3.20	0.650	**1.35200**	**10.24**
13	2.50	0.672	**1.12896**	**6.25**
14	1.80	0.709	**0.90483**	**3.24**
15	1.10	0.800	**0.70400**	**1.21**
16	0.40	0.980	**0.38416**	**0.16**



De aici rezulta tgα = 0.04029 ....1p

Consecutiv g = (978.78217±2.21782)cm/s^2 ....1p

b) Dreapta intersecteaza axa T^2R in puctul Y_0

$Y_0 = \frac{4\pi^2 I_{CM}}{(M+m)g}$……0,5p

De aici

$I_{CM} = \frac{Y_0(M+m)g}{4\pi^2} = \frac{Y_0(M+m)}{tg\alpha}$ ………………………………………………………………………………………0,5p

De asemeni: ………1p

$$I_{CM} = \frac{1}{3}M\left(\frac{L}{2}\right)^2 + M\left(x_{CM} - \frac{L}{2}\right)^2 + m\left(z - x_{CM}\right)^2 = \frac{1}{3}ML^2 + Mx_{CM}^2 - MLx_{CM} + m\left(z - x_{CM}\right)^2$$

Egalăm cele doua relații și împărțim cu m. Notam raportul M/m = f

$\frac{Y_0(f+1)}{tg\alpha} = \frac{fL^2}{3} + fx_{CM}^2 - fLx_{CM} + (z - x_{CM})^2$ (1) ………………………………………………0,5p

Pozitia centrului de masa X_{CM} se poate determina din:

$$x_{CM} = \frac{mz + M\frac{L}{2}}{m+M}$$

…………………………………………………………………………………….0,5p

De aici rezulta

$f = \frac{z - x_{CM}}{x_{CM} - \frac{L}{2}}$(2) …………………………………………………………………………………………………0,5p

Inlocuind numeric și introducand (2) in (1) rezulta z=(17±0,5) cm …………………………………0,5p

Din oficiu ………..2p