

Ministerul Educației și  
Cercetării  
Olimpiada Națională de Fizică  
Târgoviște – 2002

***Proba experimentală***

IX

Miercuri, 20 martie, 2002

1. Ai la dispoziție trei ore efective de lucru pentru cele două probleme experimentale.
2. Fiecare problemă trebuie tratată pe o foaie de concurs separată.
3. Pentru fiecare problemă există o **foaie de răspunsuri** pe care trebuie să înscrii rezultatele pe care le obții; în plus, poți solicita foi suplimentare pe care poți scrie. Rezultatele numerice trebuie date cu atâtea cifre semnificative câte sunt justificate de datele oferite în enunț. Nu uita să specifice unitățile de măsură.
4. Scrie pe foile albe de hârtie toate rezultatele măsurărilor pe care le efectuezi și orice consideri a fi important pentru rezolvarea problemei și pentru notarea acestei rezolvări. Totuși, este recomandat ca în rezolvare să folosești mai ales ecuații, numere, simboluri, grafice și diagrame. Te rugăm să folosești *cât mai puțin text* cu putință.
5. *Este absolut esențial* să înscrii în casetele marcate la începutul fiecărei foi de concurs *datele tale de identificare*. În plus pe fiecare foaie folosită pentru fiecare problemă vei indica numărul problemei, numerele foilor folosite în ordine și numărul total de foi albe folosite care dorești să fie luate în considerare la corectare. Este de asemenea util să marchezi numărul problemei și al subpunctului rezolvat pe respectiva foaie de hârtie. Dacă nu dorești ca unele din foile de hârtie albe folosite să fie considerate la notare, taie-le cu o cruce mare, pe toată suprafața și nu le considera la numerotare.
6. Când termini, aranjează foile în *ordinea corespunzătoare* (pentru fiecare problemă pune mai întâi foaia de răspunsuri, și apoi foile folosite în ordine urmate de foile care nu vrei să fie considerate la notare). Pune foile nefolosite și textul imprimat al problemei la sfârșit.

Nu ai voie să scoți nici o foaie de hârtie în afara sălii de concurs.

Subiectele au fost propuse de

Valeria POPESCU, Grupul școlar industrial Constantin Brancoveanu

Aurelian POPESCU, Grupul școlar industrial Constantin Brancoveanu

Ion TOMA I.S.M. București

Adrian DAFINEI, Facultatea de Fizică, Universitatea din București

Realizarea montajelor experimentale s-a făcut cu ajutorul domnului

Nicolae PAUN, COS Târgoviște

**Problema experimentală A. Studiul mișcării de rototranslație a pendulului Maxwell.**

Se verifică legea mișcării rectilinii și uniform variate, legea vitezei în mișcarea rectilinie și uniform variată ; se determină momentul de inerție al discului Maxwell.

**Pentru rezolvarea problemei experimentale este recomandat să citești cu atenție cele ce urmează**

*Două fire inextensibile sustin axul unui disc greu, (volanta Maxwell), fixata în poziție orizontală pe un suport. Discul poate fi pus într-o mișcare de rototranslație prin înfășurarea sau desfășurarea firelor care îl suspendă de cadrul fix. Mișcarea de rototranslație a volantei poate fi descompusă într-o mișcare de translație a centrului de masă și o mișcare de rotație în jurul axei discului ( care trece prin centrul de masă al acestuia). Pentru mișcarea de rotație, accelerația unghiulară  $\varepsilon$  este corelată cu momentul  $M$  al forțelor care acționează asupra discului potrivit relației  $M = I \varepsilon$ , în care  $I$  este momentul de inerție al discului . Pentru o pătură cilindrică de raze  $R_1$  și respectiv  $R_2$  având masa  $M$  momentul de inerție fata de axa de simetrie cilindrica are expresia*

$$I = (M/2) (R_1^2 + R_2^2) . ( 1 )$$

*Un ansamblu de obiecte cilindrice dispuse după axa comună de simetrie cilindrică prezintă un moment de inerție egal cu suma momentelor de inerție individuale fata de axa.*

Ecuatiile de mișcare se scriu atunci:

$$Mg - 2T = Ma \quad (2)$$

$$2Tr = I \varepsilon \quad (3)$$

$$R_1=r, R_2=0,$$

accelerația centrului de masă fiind corelată cu accelerația unghiulară prin relația:

$$a = \varepsilon r \quad (4)$$

Rzolvand sistemul de ecuatii se obtine accelerația sistemului:

$$a = g / ( 1 + I / M r^2 ) \quad ( 5 )$$

**Materiale puse la dispoziție:**

- Disc Maxwell cu caracteristicile : masa 270 grame, grosimea discului 18mm, raza discului 5 cm raza axului în zona centrală 5mm, raza axului în zona de la capete 2,5 mm, lungimea zonei centrale a axului 120mm, lungimile fiecaruia din cele două capete 15mm, densitatea materialului axului 2700 Kg / m<sup>3</sup>, fire de suspensie de lungime 95-100 cm.
- Cadru fix
- Cronometru cu afisaj digital avand precizia de 1 / 100 s.

- Rigla de 95-100 cm (constituită din hârtia milimetrică lipită pe marginea suportului)

### **Cerințe:**

a). Măsoară timpurile de coborâre ale volanței Maxwell de la diferite înălțimi; cumulează datele referitoare la timpuri și înălțimi într-un tabel.

Utilizând datele obținute, reprezintă grafic legea experimentală de mișcare rectilinie și uniform variată  $y = y(t^2)$  a centrului de masă al discului Maxwell – în cursul măsurărilor :

- verifică orizontalitatea axului discului
- ridică prin înfășurare pendulul Maxwell spre capatul de sus al suportului și măsoară înălțimea  $h_i$  față de poziția inițială.
- măsoară timpul  $t_i$  până la desfășurarea sforii corespunzătoare unei anumite distanțe parcurse ( $h_i$ )
- marchează (numai pe una din cele două rigle din hârtie milimetrică), reperele pe care le consideri importante pentru studiul mișcării. Folosește eventual etichetele colorate pe care le ai pe masa de lucru. La sfârșitul experimentului, detașează hârtia milimetrică și introdu-o între foile tale de răspuns.
- completează tabelul cu datele experimentale

### **Măsurarea timpului cu cronometrul cu afișaj digital având precizia de 1/100s.**

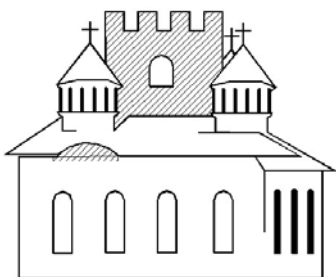
Cronometrul are trei butoane. Butonul din stânga asigură resetarea, butonul central asigură selectarea modului de lucru, iar butonul din dreapta este butonul start-stop al cronometrului.

Asigură-te că ceasul este instalat pentru funcția de cronometrare și afișează indicația 0:00. În caz contrar funcția cronometru se selectează cu butonul MODE.

Pornirea și oprirea cronometrului se face cu butonul START-STOP. Readucerea la zero a instrumentului pentru o nouă măsurătoare se face cu butonul RESET.

- b) . Din grafic determină accelerația de translație a centrului de masă al discului.
- c) . Cunoscând accelerația de translație a centrului de masă determinată mai sus, reprezintă grafic legea vitezei centrului de masă  $v = v(t)$
- d) . Cu ajutorul relației corespunzătoare determină momentul de inerție al discului ( $I$ )
- e) . Compară valoarea obținută cu cea calculată teoretic . folosind datele de geometrie , și cele referitoare la masă și densitate specificate în *Descrierea materialului experimental*
- f). Determină coeficientul de restituție al pendulului Maxwell din determinări experimentale.

*Pendulul Maxwell are o mișcare aproape periodică cu amplitudine descrescătoare. Dacă pendulul coboară de la înălțimea  $h_1$  el revine la înălțimea  $h_2$  mai mică decât  $h_1$ . Raportul  $h_2 / h_1$  se numește coeficient de restituție energetic. El caracterizează restituirea energiei cinetice în momentul în care discul ajunge la capatul inferior al cursei.*



Ministerul Educației și  
Cercetării  
Olimpiada Națională de Fizică  
Târgoviște – 2002

**Proba experimentală**

IX

Foaie de răspunsuri la problema A

- a) Datele experimentale referitoare la timpii de coborare,  $t$ , și la înălțimea de la care coboară volanta Maxwell,  $h$ , sunt:

Pentru 6 măsurători corecte - 10 puncte

h								
t								

\* Poti adauga la oricare din tabelele cerute atatea rubrici cate consideri ca-ti sunt necesare pentru datele pe care le masori.

Graficul corect  $h = h(t)$  + determinarea accelerației din panta graficului - 10 puncte

- b) Valoarea accelerației în mișcarea de translație a volantei este:

- c) Din analiza datelor experimentale rezulta ca legea vitezei de translație în mișcarea volantei este

expresia vitezei  $v = at$  cu justificare și reprezentare grafică  $v = v(t)$  - 5 puncte

- d) valoarea experimentală a momentului mediu de inerție este :

expresia accelerației din relația (5) - 3 puncte

- e) raportul valorilor măsurate și calculate ale momentului de inerție este:

calculul momentului de inerție după relația (1) - 2 puncte

- f) coeficientul de restituție mediu rezultat din analiza datelor experimentale este:

determinarea înălțimilor la care urcă pendulul după fiecare coborâre - min 4 determinări + calculul valorii medii - 10 puncte

## Problema experimentală B

Utilizând un set de date experimentale prelevate anterior, se cere să se determine printr-o prelucrare adecvată accelerația gravitațională.

### Materiale puse la dispoziție :

Un set de date experimentale conform tabelului de mai jos :

Nr.crt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L(m)	0,585	0,540	0,515	0,485	0,400	0,345	0,285	0,200	0,100
t(s)	46,2	44	43,1	42	37,1	35,1	32,1	27,0	18,9
	46,1	44,3	43	42	37,1	35,2	32,1	27,1	19,0
	46,2	44,1	43	42	37,1	35	32,1	26,9	18,9
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30

N reprezintă numărul de oscilații complete efectuate de pendul în timpul t(s) pentru o lungime fixă L a pendulului

### Cerinte :

rezultatele obținute în urma prelucrării datelor experimentale se trec în tabelul de mai jos.

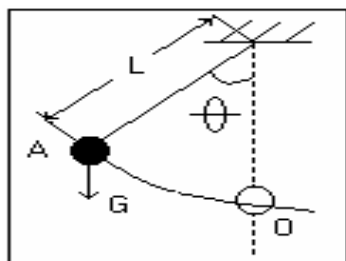
Nr.crt.	L(m)	t(s)	N	T(s)	Tmed(s)	g(m/s <sup>2</sup> )	g(med)	Δg	(Δg) <sup>2</sup>	Δ g(med)
1										
2										

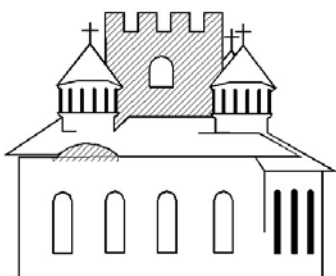
- 1) Calculați cu ajutorul datelor din tabel valoarea medie a lui g.
- 2) Trasați graficul  $T = f(\sqrt{L})$ , și din grafic determinați valoarea lui g.
- 3) Calculați eroarea relativă  $\Delta g(\text{med}) / g_0$  făcută asupra determinării lui g prin cele două metode (Se considera cunoscuta valoarea lui  $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$ )
- 4) Precizați avantajele și dezavantajele celor două metode utilizate.

**Pentru rezolvarea corectă a problemei experimentale, este recomandat să citești cu atenție următorul text.**

Pendulul simplu constă dintr-un corp punctiform de masă M fixat la capatul inferior al unei tije sau al unui fir fără masă, de lungime L articulat la capatul superior, care se mișcă într-un plan vertical, după cum se arată în figura de mai jos. Se demonstrează că pendulul simplu care efectuează oscilații de mică amplitudine ( $\alpha < 2^\circ$ ) execută o mișcare periodică (oscilație liniară armonică). Deși traiectoria punctului material de masă m, atașat de firul de lungime L este un arc de cerc, ea poate fi considerată aproximativ liniară, unghiul fiind mic și arcul AO confundându-se cu coarda AO. Pentru un astfel de pendul simplu, aplicând principiul fundamental al dinamicii și rezolvând ecuațiile pentru unghiuri foarte mici se obține expresia perioadei de oscilație :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$





Ministerul Educației și  
Cercetării  
Olimpiada Națională de Fizică  
Târgoviște – 2002

**Proba experimentală**

IX

Foaie de răspunsuri la problema B

1. Valoarea medie a lui  $g$ , rezultată în urma prelucrării datelor experimentale din tabel este:

completarea tabelului 4 puncte

rezultatul final ( $g \pm \Delta g$ ) 1 punct

2. Valoarea constantei gravitaționale rezultate din graficul trasat este :

completarea tabelului - 1 punct

ridicarea graficului  $T = f(\sqrt{L})$  - 1 punct

calculul  $\tan \alpha$  } 1 punct  
calculul  $g$  }

rezultatul final ( $g \pm \Delta g$ ) 1 punct

3. Erorile relative în determinarea constantei gravitaționale prin cele două metode sunt :

metoda tabel - 2.5 puncte

metoda grafică - 2.5 puncte

4. Metoda mai rapidă este: **prelucrarea datelor din tabel**

sau **analiza graficului**

- justificare - 1.25 puncte

- răspuns - 1.25 puncte

Metoda mai precisă este **prelucrarea datelor din tabel**

sau **analiza graficului**

Taie răspunsul pe care îl consideri incorect.

- justificare - 1.25 puncte

- răspuns - 1.25 puncte