

Olimpiada la Științe pentru Juniori, etapa republicană,

21 mai 2017

Proba PRACTICĂ (FIZICA) (10,0 p.)

Bilă pe trambulină

Aparate și accesorii:

1. Trambulină de forma unui arc de cerc cu raza $R = (51,5 \pm 0,5)$ cm instalată pe suport de lemn;
2. Bilă metalică cu înveliș de cauciuc cu raza $r = (11,0 \pm 0,1)$ mm și masa indicată;
3. Riglă milimetrică;
4. Foaie de hârtie A4;
5. Foaie de hârtie indigo.

Cerințe:

- Formulele de calcul trebuie să conțină doar mărimile fizice măsurate și cele cunoscute;
- Fiecare etapă soluționată trebuie să fie introdusă în caseta corespunzătoare a foii pentru răspunsuri;
- În calcule și răspunsuri se va ține cont de cifrele semnificative și erorile instrumentale;
- După efectuarea lucrării toate materialele vor fi restituite supraveghetorului.

Enunțul problemei

Aveți la dispoziție o bilă metalică cu înveliș din cauciuc ce poate să se rostogolească în interiorul unui uluc de forma unui arc de cerc (trambulină). Trambulina este fixată într-un plan vertical pe un suport de lemn.

1. Forța de frecare la rostogolirea bilei pe trambulină este o mărime variabilă. Propuneți o metodă de determinare a valorii minime a forței de frecare la rostogolire. Explicați metoda. Estimați erorile. Prezentați rezultatul final.

2. Dependența analitică între energia cinetică de translație E_{tr} și cea de rotație E_{rot} este una liniară $E_{rot} = kE_{tr}$. Propuneți o metodă de determinare a relației $E_{rot} = kE_{tr}$ în dependență de poziția bilei pe trambulină. Explicați esența metodei. Efectuați experimentul pentru cel puțin 5 poziții ale bilei la diferite înălțimi. Efectuați cel puțin trei măsurări pentru fiecare poziție a bilei pe trambulină. Estimați erorile. Prezentați rezultatul final pentru 5 perechi de valori ale E_{rot} și E_{tr} și 5 valori ale înălțimii de lansare a bilei.

3. Construiți graficul dependenței E_{rot} de E_{tr} . Demonstrați că această dependență este liniară și determinați coeficientul k . Propuneți formula ce ar exprima analitic E_{rot} și E_{tr} la rostogolirea bilei pe o suprafață arbitrară.

4. Efectuând experimentul stabiliți dacă bila pe trambulină se mișcă rostogolindu-se și alunecând sau se rostogolește fără alunecare.

5. Să se determine mărimea maximă a forței de frecare de rostogolire $F_{fr} = kma$. Aici a este accelerația bilei. Legea a doua a lui Newton are forma $ma = mg \sin \vartheta - F_{fr}$. Deci $a = g \sin \vartheta / (1 + k)$, $F_{fr} = kmg \sin \vartheta / (1 + k) = \frac{2}{7} mg \sin \vartheta$.

6. Ce mărime trebuie să aibă lungimea L a trambulinei, pentru ca bila să se miște cu rostogolire și cu alunecare. Coeficientul de frecare de alunecare este $\mu = 0,7$.

7. Ciocnirea absolut elastică de o suprafață imobilă este caracterizată de coeficientul de restabilire $\alpha = \frac{v'}{v}$ egal cu unitatea. Aici v - este componenta normală a vitezei până la ciocnire, iar v' - după ciocnire. O bilă reală are valoarea $\alpha < 1$. Propuneți o metodă de determinare a coeficientului α la ciocnirea bilei de suprafața mesei. Explicați metoda. Estimați erorile. Prezentați rezultatul final.

8. Eliberând bila din mână la o înălțime maximă, măsurați distanța d între prima și a doua atingere a mesei de către bilă.

9. În cazul ciocnirii inelastice a unui punct material cu suprafața plan orizontală mărimea $d = 2v_x v'_y / g$. Comparați valoarea calculată a mărimii d cu rezultatul experimental. Explicați diferențele observate.

10. Determinați în ce limite se schimbă forța de presiune a bilei asupra trambulinei în momentul desprinderii ei de la trambulină.