

Subiectul I: Sistem buclucaș

(10 puncte)

De capătul inferior al unui fir flexibil este suspendată o bilă cu dimensiuni neglijabile, celălalt capăt al firului fiind fixat. Firul, fără masă și inextensibil, are lungimea $\ell = 0,50$ m și tensiunea de rupere $T_r = 6mg$, unde m este masa bilei. Bilei i se imprimă o viteză orizontală cu valoarea $v_0 = 4,7$ m/s. Se consideră că accelerația gravitațională are valoarea $g = 10$ m/s². Să se determine:

- a) (3,0 p) înălțimea maximă, față de nivelul inițial, la care ajunge bila;
- b) (3,0 p) durata după care bila revine pe traiectoria circulară, din momentul în care a părăsit-o;
- c) (1,0 p) coordonatele punctului în care se află bila și tangenta unghiului făcut de fir cu orizontala, atunci când firul este din nou întins;

Presupunând că imediat după întinderea firului, acesta se rupe și bila își continuă mișcarea cu o viteză egală, ca mărime, cu valoarea componentei tangențiale a vectorului viteză, în punctul de rupere a firului, să se determine:

- d) (3,0 p) durata șocului care conduce la ruperea firului.

Indicație: dacă considerați necesar, puteți utiliza ecuația cercului cu centrul în originea sistemului de coordonate xOy , $x^2 + y^2 = R^2$, R fiind raza cercului.

Subiectul II: Mașinuța rebelă

(10 puncte)

O mașinuță teleghidată cu masa m se deplasează pe o traiectorie circulară de rază r , fără să derapeze, pe suprafața unui plan orizontal, aflată pe podeaua unui vagon. Coeficientul de frecare statică dintre roțile mașinii și suprafața planului este μ , iar accelerația gravitațională g . Determinați:

- a) (0,6 p) expresia vitezei maxime a mașinuței, cu care aceasta poate descrie traiectoria circulară de rază r , dacă vagonul este în repaus, în funcție de μ , r și g ;
- b) (2,0 p) expresia vitezei maxime a mașinuței, cu care aceasta poate descrie traiectoria circulară de rază r , dacă vagonul se deplasează cu accelerația constantă $|\vec{a}| = a$, în plan orizontal, în funcție de μ , r , a și g ;

c) (4,0 p) expresia timpului minim necesar pentru ca mașinuța să parcurgă cu viteză constantă în modul, un cerc complet, pe podeaua înclinată cu unghiul θ față de orizontală, a vagonului aflat în repaus (figura A), în funcție de r , θ , μ și g ;

d) (3,4 p) expresia timpului minim necesar pentru ca mașinuța să parcurgă un cerc complet, în cazul în care podeaua vagonului este înclinată cu unghiul θ față de orizontală, iar vagonul se deplasează cu o accelerație orizontală, constantă, $a = g \tan \theta$, orientată ca în figura B, în funcție de θ , μ , r și g .

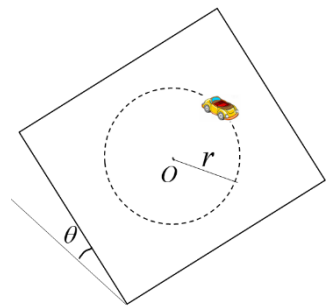


Figura A

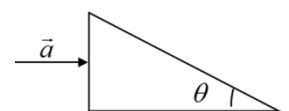
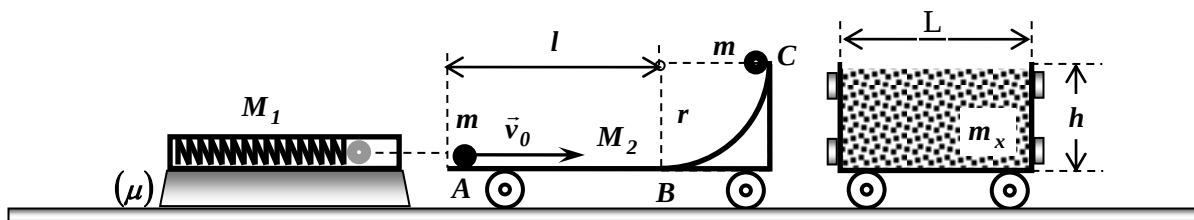


Figura B

Subiectul III: Ciocniri variate

(10 puncte)

Ivona și Nicușor, elevi în clasa a IX-a, își propun să studieze ciocnirea corpurilor folosind un dispozitiv experimental compus dintr-un lansator de proiectile, o platformă și un vagonet, aflate inițial în stare de repaus, pe o suprafață orizontală, ca în figura alăturată.



1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba teoretică
Clasa a IX-a



pagina 2 din 2

Lansatorul de proiectile (stânga imaginii) folosește energia elastică a unui resort comprimat, având constanta de elasticitate $k = 2000 \text{ N/m}$, pentru a lansa corpuri sferice identice cu masa $m = 0,20 \text{ kg}$, fiecare. Tubul lansatorului împreună cu suportul pe care acesta este fixat, are masa $M_1 = 1,80 \text{ kg}$ și poate aluneca cu frecare pe suprafața orizontală, coeficientul de frecare la alunecare fiind $\mu = 0,10$.

Platforma de masă $M_2 = 0,40 \text{ kg}$ este compusă dintr-o suprafață plană, orizontală și lucioasă, AB , de lungime $\ell = 20 \text{ cm}$, continuată cu o suprafață cilindrică lucioasă, BC , de rază $r = \ell/2$. În punctul C este așezat un corp țință de formă sferică și de aceeași masă m cu a proiectilului, sprijinit pe un suport de forma unui inel fixat de platformă.

Vagonetul de masă m_x , având formă paralelipipedică de lungime $L = 20 \text{ cm}$ și înălțime $h = r$, este umplut cu nisip (având rol de amortizare) și este prevăzut la capete cu tampoane elastice.

Trenurile de rulare ale platformei și vagonetului asigură mișcarea acestora fără frecare.

Pentru lansarea proiectilului din punctul A , situat la capătul platformei, resortul lansatorului este comprimat cu $\Delta l = 0,10 \text{ m}$.

Se consideră accelerația gravitațională $g \cong 10 \text{ m/s}^2$ și se neglijează lucrul mecanic al forței de frecare efectuat la deplasarea lansatorului pe durata destinderii resortului.

a) (2,8 p) Calculați mărimea vitezei v_0 a proiectilului lansat și distanța d parcursă de lansator până la oprire, măsurată din momentul în care proiectilul părăsește tubul de ghidare al acestuia.

b) (1,4 p) Justificați, folosind argumente energetice cantitative, neglijarea lucrului mecanic al forței de frecare efectuat la deplasarea lansatorului, pe durata destinderii resortului.

c) (3,0 p) Determinați valorile componentelor (orizontală, respectiv verticală) vectorului viteză cu care țința plasată în punctul C se desprinde de platformă, după ce aceasta se ciocnește perfect plastic cu proiectilul lansat din punctul A (raza proiectilului este mai mică decât raza inelului folosit pentru sprijinirea corpului țință).

În momentul imediat următor celui în care corpul țință plasat în punctul C a suferit ciocnirea perfect plastică cu proiectilul, platforma se ciocnește perfect elastic cu vagonetul aflat în repaus, astfel că acesta începe să se miște.

d) (1,6 p) Determinați valorile maximă și minimă pe care trebuie să le aibă masa m_x a vagonetului, astfel încât corpul țință, lansat din punctul C , în urma ciocnirii perfect plastice cu proiectilul, să cadă în vagonet.

e) (1,2 p) Calculați valorile vitezei vagonetului imediat înainte și imediat după căderea corpului în nisipul din vagonet, în cazurile prezentate la punctul d).

Subiecte propuse de:

prof. Constantin GAVRILĂ, Colegiul Național "Sfântul Sava", București
prof. drd. Vitalie LUNGU, Colegiul Național "Emil Racoviță", Iași
prof. dr. Leonaș DUMITRAȘCU, Liceul Teoretic "Mihail Kogălniceanu", Vaslui
prof. dr. Daniel LAZĂR, Colegiul Național "Iancu de Hunedoara", Hunedoara

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.