

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Probă scrisă**

IX

Pagina 1 din 2

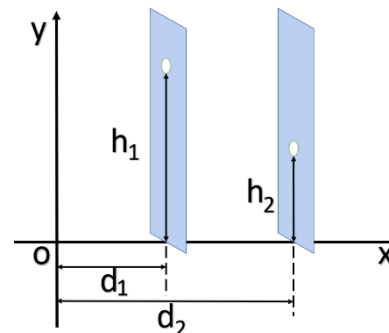
Problema 1

(10 puncte)

Aruncătorul de bile

În originea unui sistem de referință xOy legat de sol, având axa Ox orientată orizontal de la vest la est și axa Oy orientată vertical în sus, se află un aruncător de bile. Aruncătorul lansează o bilă pe o direcție oblică spre est, sub un unghi θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) față de orizontală.

a) În fața aruncătorului sunt așezate două paravane verticale, perpendiculare pe axa Ox , situate la distanțele $d_1 = 20$ cm, respectiv $d_2 = 40$ cm față de locul lansării. În cele două paravane sunt practicate două orificii situate la înălțimile $h_1 = 40$ cm, respectiv $h_2 = 20$ cm, așa cum este ilustrat în figura alăturată. Determinați valoarea unghiului θ și valoarea vitezei inițiale v_0 astfel încât bila să treacă prin cele două orificii. Se neglijează frecările cu aerul, iar accelerația gravitațională se consideră $g = 10 \text{ m/s}^2$.



b) Se elimină paravanele și se modifică unghiul θ de lansare al bilei ($0 < \theta < 90^\circ$). Asupra bilei acționează, suplimentar, o forță orizontală și constantă, orientată de la est spre vest, în planul xOy al mișcării. Modulul acestei forțe este $F = kmg$, unde k este o constantă pozitivă.

Determinați expresia timpului în care bila atinge înălțimea maximă și expresia timpului în care coordonata pe axa Ox a bilei, măsurată spre vest, devine maximă, în funcție de viteza inițială v_{01} , de valoarea unghiului θ sub care este lansată bila și de constanta k .

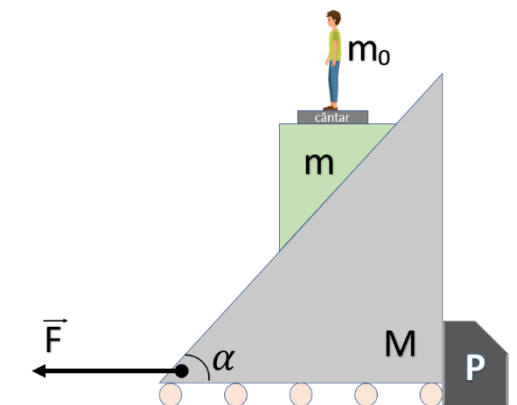
c) Schițați (*calitativ*) forma geometrică a traiectoriei bilei, în funcție de valorile posibile ale parametrului $ktg\theta$, în condițiile punctului b). Justificați răspunsul dat.

Problema 2

(10 puncte)

Corpuri prismatice mobile

Sistemul mecanic prezentat în figura alăturată este format dintr-o prismă cu masa $M = 200\text{kg}$ așezată pe o podea orizontală, o piedică P fixată pe podea și o pană (*o a doua prismă*) care poate aluneca pe suprafața înclinată a prisme M . Coeficientul de frecare la alunecare dintre cele două prisme este $\mu = 0,5$. Prisma M este prevăzută cu un sistem de roțile care îi asigură o deplasare fără frecare pe podeaua orizontală, iar suprafața înclinată a acestei prisme face unghiul $\alpha = 53^\circ$ cu orizontala ($\sin \alpha \cong 0,8$ și $\cos \alpha \cong 0,6$). Pe suprafața orizontală a penei este fixat un cântar pe care stă un om cu masa $m_0 = 50\text{kg}$. Cântarul poate măsura doar acțiuni verticale, iar accelerația gravitațională e considerată $g = 10\text{m/s}^2$. Pana și cântarul au împreună masa $m = 50\text{kg}$.



Prisma M poate fi acționată cu o forță orizontală \vec{F} , așa cum este ilustrat în figură. În conformitate cu datele prezentate mai sus și considerând coeficientul de frecare statică aproximativ egal cu cel de frecare la alunecare, se poate arăta că, pentru valori ale forței cuprinse între 1500N și 16500N pana este în repaus față de prismă.

- Determinați indicația cântarului în situația în care forța \vec{F} este nulă, pana alunecă pe suprafața prisme iar omul rămâne în repaus față de cântar în timpul mișcării.
- Determinați valorile modulului forței \vec{F} pentru care mărimea forței de frecare dintre pană și prismă are valoarea $F_f = 200\text{N}$, în condițiile în care omul rămâne în repaus față de cântar în timpul mișcării.
- Se reia experimentul aplicând în locul forței \vec{F} , o altă forță pe aceeași direcție, în același sens, dar având modulul $F_0 = 900\text{N}$. Omul aflat pe cântar poartă de data aceasta patine cu roțile și este poziționat în așa fel încât se poate mișca fără frecare pe direcție orizontală față de cântar în planul mișcării, ilustrat în figură. Determinați modulele accelerațiilor față de pământ ale prisme, penei și omului.

- Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Etape județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Probă scrisă

IX

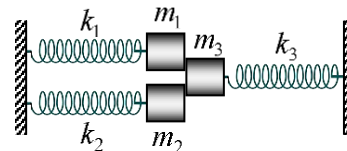
Pagina 2 din 2

Problema 3

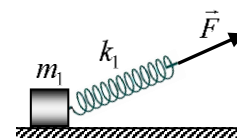
(10 puncte)

Trei resorturi și trei corpuri

În figura alăturată (*vedere de sus*) este ilustrat un sistem mecanic format din trei corpuri de dimensiuni mici, asimilabile unor puncte materiale cu masele m_1 , m_2 și m_3 , așezate pe o masă orizontală pe care se pot mișca fără frecare și care sunt legate de pereții rigizi și immobili prin trei resorturi cu constantele elastice k_1 , k_2 și k_3 . Corpul m_3 este lipit în mod simetric de corpurile m_1 și m_2 , iar fiecare resort este tensionat prin alungire. În starea nedeformată, resorturile k_1 și k_2 aveau aceeași lungime. Masa celor trei resorturi este neglijabilă. Sistemul mecanic se află în repaus, iar distanțele de la corpurile m_1 și m_2 la peretele de care acestea sunt legate sunt egale. Lucrul mecanic total efectuat pentru alungirea resorturilor din starea lor nedeformată până în starea în care corpurile sunt lipite și în repaus este L .



- determinați constanta elastică echivalentă k_e a sistemului format din resorturile k_1 și k_2 ;
- determinați alungirea fiecărui resort, respectiv x_1 , x_2 și x_3 ;
- La un moment dat lipitura se desface de la sine și corpurile încep să oscileze unidimensional, în mod independent. Determinați vitezele maxime $v_{1\max}$, $v_{2\max}$ și $v_{3\max}$ atinse de fiecare corp în timpul oscilațiilor.
- Corpul m_1 împreună cu resortul k_1 de care acesta este legat se așază separat pe o altă suprafață plană orizontală și rugoasă. Se trage lent de capătul liber al resortului, pe o direcție oblică în plan vertical, cu o forță minimă care să asigure alunecarea uniformă a corpului m_1 pe suprafața rugoasă. În această situație alungirea resortului este x_{01} . Determinați coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și suprafața rugoasă.



Subiect propus de:

prof. Florina Bărbulescu, CNPEE București
prof. Gabriela Alexandru, Colegiul Național "Grigore Moisil" București
prof. Florin Butușină, Colegiul Național "Simion Bărnuțiu" Șimleu Silvaniei

- Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unei probleme, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.