CONCURSUL NAŢIONAL DE FIZICĂ
”EVRIKA!”
ediția a XXXI-a
CLASA a IX-a
Subiecte

Subiectul I. ***Corpuri în mişcare pe o platformă orizontală*** **(10 puncte)**

Pe o platformă orizontală dreptunghiulară ABCD, foarte bine lustruită (forțe de frecare neglijabile), Ava și Doru fac determinări experimentale privind mișcarea a două corpuri C_1 și C_2.

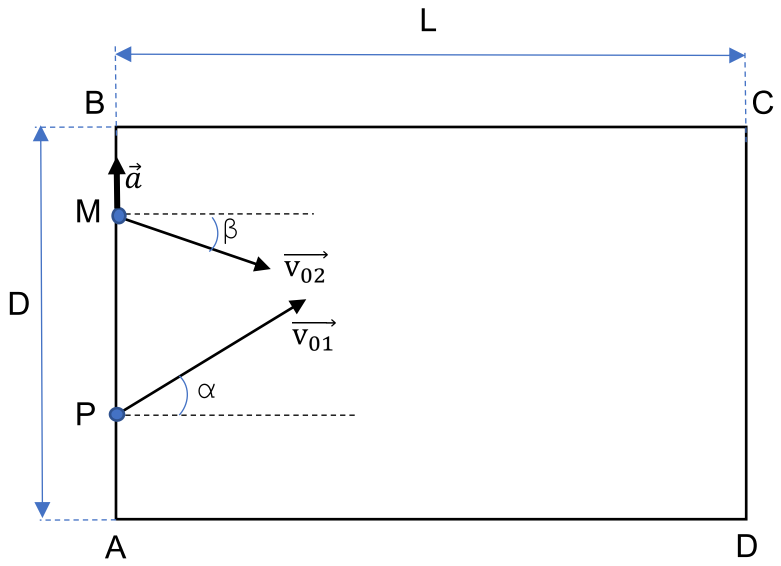
Ei lansează simultan cele două corpuri: C_1 cu viteza $\overrightarrow{v_{01}}$, din punctul P, respectiv C_2 cu viteza $\overrightarrow{v_{02}}$ și accelerația $\vec{a}$ constantă, din punctul M (vezi figura de mai jos).

Se dau: $AP = d = 2$ m, $AM = l = 10$ m, $v_{01} = 6\ \mathrm{m/s}$, $\alpha = 60^\circ$, $v_{02} = 2\sqrt{3}\ \mathrm{m/s}$, $\beta = 30^\circ$, $a = 2\ \mathrm{m/s^2}$.

a) *Determinați* distanța minimă la care se apropie corpul C_2 de marginea AD a platformei.

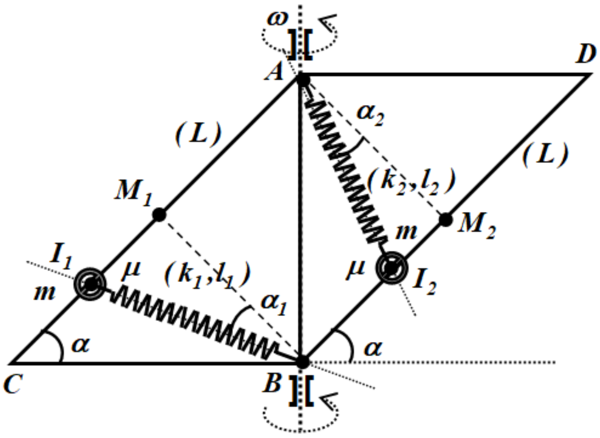
b) *Determinați* dimensiunile minime L_{min} și D_{min} ale platformei, astfel încât toate întâlnirile corpurilor C_1 și C_2 să aibă loc pe platformă (corpurile C_1 și C_2 au dimensiuni suficient de mici astfel încât la întâlnire să treacă unul pe lângă celălalt fără a-și modifica vitezele și accelerația).

c) *Determinați* unghiul format de vitezele celor 2 corpuri în momentul primei întâlniri.



Subiectul II. ***Inele pe tije rigide*** **(10 puncte)**

Pe un cadru rigid aflat în plan vertical, Ava și Doru fixează două tije rigide, AC și BD, de lungimi egale $L_1 = L_2 = L$ ce formează cu planul orizontal unghiuri egale $\alpha = 45°$, ca în figura alăturată. Ava și Doru pun pe tijele AC și BD două corpuri sub formă de inel I_1 și I_2, de dimensiuni neglijabile și de mase egale $m_1 = m_2 = m$, ce pot glisa (aluneca) cu frecare ($\mu_1 = \mu_2 = \mu$) de-a lungul tijelor.



Corpurile I_1 și I_2 sunt legate de punctele B și, respectiv, A prin câte un resort având lungimile în starea nedeformată $l_{01} = l_{02} = l_0$ egale cu jumătate din lungimea tijelor.
La momentul inițial sistemul este în stare de repaus iar cele două corpuri, care au fost lăsate să *alunece lin* de-a lungul tijelor, pornind de la mijlocul lor, ajung în starea de echilibru mecanic sub acțiunea greutăților proprii, a forțelor elastice care apar în cele două resorturi și a forțelor ce se exercită la contactul dintre fiecare corp și tija pe care acesta glisează.
În urma deplasării corpurilor I_1 și I_2, de la mijlocul fiecărei tije până în pozițiile finale de echilibru mecanic, axele celor două resorturi s-au rotit cu unghiurile $\alpha_1 = \alpha_2 = 2\dfrac{\alpha}{3}$.

a) Considerând cunoscută accelerația gravitațională g, *determinați* constantele elastice ale celor două resorturi.

Doru pune sistemul în mișcare de rotație cu viteza unghiulară ω în jurul axului vertical ce trece prin punctele A și B, iar cele două corpuri alunecă de-a lungul tijelor schimbându-și pozițiile de echilibru.

b) *Determinați* vitezele unghiulare minimă (ω_m) și, respectiv, maximă (ω_M) pentru care corpul I_2 se menține în echilibru în punctul M_2 situat în mijlocul tijei BD.

c) *Determinați* viteza unghiulară ω_0 pentru starea în care forța de frecare dintre corpul I_2 și tija BD își schimbă sensul.

d) *Determinați* viteza unghiulară ω_1 pentru care corpul I_1 ajunge în stare de echilibru la capătul C al tijei AC, fără a apăsa pe latura CB a cadrului rigid.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul III. ***Interacțiuni gravitaționale ...*** ***...10 puncte***

O navă spațială este lansată de la nivelul mării. Când nava se află la altitudinea h, față de acest nivel, un satelit artificial este lansat, pe o orbită circulară, în planul ecuatorial al Terrei. Se consideră: accelerația gravitațională la nivelul mării $g_0 = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$, raza Terrei R =6,4 Mm, perioada de rotație a Terrei în jurul axei proprii $T = 24$ h și constanta atracției universale $k = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$.

a. *Calculați* masa Terrei.

b. Dacă orbita circulară a satelitului se află la altitudinea $h = 3R$, față de suprafața Terrei, *deduceți* expresia matematică a intervalului de timp în care satelitul revine pentru prima dată deasupra punctului de lansare în funcție de (g_0, T, R) și *calculați* valoarea numerică a acestui interval, exprimată în unitatea de măsură din SI.

c. *Determinați* altitudinea la care se află satelitul pe orbita circulară față de suprafața Terrei dacă la această altitudine accelerația gravitațională este:

c.1. cu $f = 2{,}0$ % mai mică decât accelerația gravitațională la nivelul mării;

c.2. de $n = 4{,}0$ ori mai mică decât accelerația gravitațională la nivelul mării.

d. *Determinați* altitudinea la care trebuie să se deplaseze satelitul pe orbită, pentru a părea imobil față de un observator terestru.

Observație: Dacă vă este util, folosiți aproximarea:

$$(1 - x)^n = 1 - nx, \text{ pentru } |x| \ll 1.$$

Subiectele au fost propuse de:
Prof. Cristina ANGHEL, Liceul Teoretic „Ovidius" Constanța,
Prof. dr. Leonaș DUMITRAȘCU, Liceul Teoretic „Mihail Kogălniceanu" Vaslui,
Prof. dr. Gabriel FLORIAN, Colegiul Național „Carol I" Craiova,
Coordonator clasă: prof. Florin MĂCEȘANU, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare" Alexandria.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.