

Subiectul I – Mișcări uniforme ... și variate

A. Un pasager a întârziat la tren. Din momentul în care el a ieșit pe peron, prin fața sa a trecut penultimul vagon, în timpul t_1 , apoi ultimul, în timpul t_2 . Mișcarea trenului este uniform accelerată, iar vagoanele au lungimi egale.

a) Stabilește expresia literală a timpului de întârziere al pasagerului, t , cronometrat din momentul în care trenul s-a pus în mișcare, în funcție de t_1 și t_2 .

Întârzierea pasagerului a fost cauzată de faptul că acesta analizează următoarea situație: două mobile se deplasează unul spre celălalt, cu viteze constante având valorile $v_1 = 54$ km/h, respectiv $v_2 = 36$ km/h. Un porumbel se mișcă între cele două mobile, cu viteza având valoarea $v = 72$ km/h, pornind de la primul mobil până la al doilea și se întoarce la primul mobil, în timpul $t = 100$ s.

Determină:

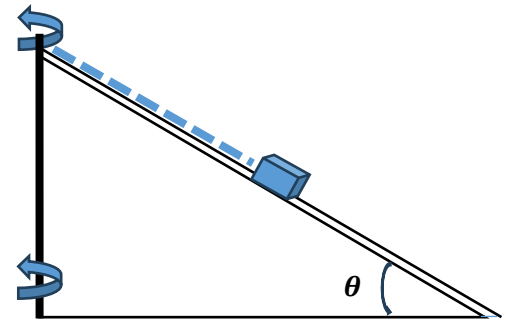
b) distanța inițială dintre cele două mobile;

c) distanța inițială dintre cele două mobile, dacă acestea se mișcă în același sens; porumbelul parcurge drumul de la primul mobil, la al doilea, și înapoi, tot în timpul $t = 100$ s (se vor analiza cele două cazuri posibile).

B. Un corp de masă m_1 este așezat pe un plan orizontal, fără frecare. Pe suprafața acestui corp așezăm un al doilea corp, de masă m_2 , care se poate deplasa cu frecare, în raport cu primul. Acționăm cu o forță orizontală \vec{F} , asupra corpului de masă m_2 . Demonstrează faptul că un corp (cel de masă m_1) poate fi accelerat cu ajutorul unei forțe de frecare, stabilind expresiile literale ale accelerațiilor corpurilor, în raport cu solul, în funcție de F , m_1 , m_2 , μ și g .

Subiectul II - Învârteli

Se consideră un plan înclinat care se poate roti în jurul unei axe verticale ce trece prin „vârful” acestuia. Unghiul planului față de orizontală se notează cu θ și este variabil. La vârful planului este atașat un fir elastic de lungime nedeformată L_0 și constantă de elasticitate k . La capătul celălalt al firului se află un corp de masă m , care stă pe suprafața planului înclinat. Planul se poate roti cu diferite frecvențe ν , împreună cu corpul, dar își poate schimba și unghiul de înclinație θ . Se cunosc $k = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.



a) Pentru o frecvență ν , ($\nu^2 = 2,5 \text{ Hz}^2$) s-a determinat, prin măsurători, setul de valori ale lungimii x ale firului elastic pentru diferite unghiuri de înclinare ale planului. Utilizând datele experimentale din tabel determină lungimea nedeformată L_0 și masa m a corpului neglijând în calcule forțele de frecare ale corpului cu planul înclinat.

$\theta/^\circ$	$\sin\theta$	$\cos\theta$	x/m
5	0,0872	0,9962	0,3061
10	0,1736	0,9848	0,3080

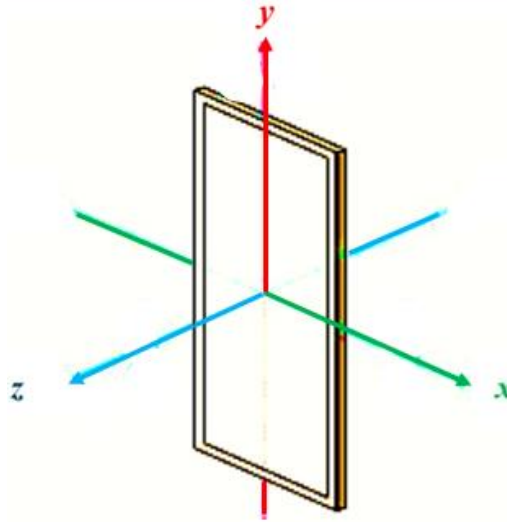
b) Păstrând frecvența de rotație ν , calculează sinusul unghiului maxim de înclinare a planului pentru care corpul încă atinge planul.

c) Fără a se roti planul înclinat, se constată multiple poziții de echilibru ale corpului pe planul înclinat pentru același unghi de înclinație $\theta = 60^\circ$. Considerând coeficientul de frecare $\mu = 0,2$, determină distanța d dintre pozițiile extreme de echilibru ale corpului pe plan.

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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul III - Accelerații

Un smartphone, prin intermediul unei aplicații software și al accelerometrului cu care este dotat poate înregistra accelerațiile la care este supus, corespunzător celor trei axe ale acestuia. Imaginea alăturată ilustrează cum sunt orientate cele trei axe ale smartphone-ului.



Așezat pe o suprafață orizontală (în repaus), cu axa Z orientată în sus, accelerațiile indicate de smartphone sunt

$$a_x = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, a_y = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, a_z = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

- a) Smartphone-ul este menținut în repaus într-o poziție pentru care accelerațiile corespunzătoare celor trei axe sunt $a_x = 8,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_y = 4,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_z = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Ca să ajungă în această poziție, axa Y a smartphone-ului a fost rotită spre stânga, în plan vertical, față de poziția inițială corespunzătoare figurii din enunț, cu unghiul α care poate avea una din valorile: $\alpha = 30^\circ$ sau $\alpha = 45^\circ$ sau $\alpha = 60^\circ$. Argumentează și calculează care este unghiul α cu care a fost rotită axa Y a smartphone-ului, în plan vertical.
- b) Smartphone-ul este lăsat să cadă liber, în poziția precizată de $\alpha = 30^\circ$, de la o anumită înălțime în raport cu o suprafață orizontală, situație în care se constată că forța rezistentă a aerului este neglijabilă. Argumentează și calculează care sunt accelerațiile, în valoare absolută, $|a_x|$ și $|a_y|$ ale smartphone-ului în raport suprafața orizontală.

Indicație: Se constată că dacă smartphone-ul este lăsat să cadă liber, în plan vertical, cu axa Y în poziție verticală, acesta indică accelerațiile: $a_x = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_y = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $a_z = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Se lasă să cadă smartphone-ul astfel încât axa Z să fie orientată în sus, pe direcție verticală. Smartphone-ul este eliberat la primul moment înregistrat în tabel. În acest caz se constată că accelerația a_z este influențată de o forță de rezistență din partea aerului conform datelor din tabelul de mai jos [$a_z = f(t)$]. Se va considera că

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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 3 din 3

forța de rezistență din partea aerului este de tipul $\vec{F} = -C \cdot \vec{v}$, unde C este o constantă și \vec{v} este viteza corpului care cade. Masa smartphone-ului este $m = 210$ g, iar constanta $C \approx 0,035$ Kg \cdot s $^{-1}$.

$a_z/(m/s^2)$	9,80	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
t/s	0,305	0,345	0,385	0,425	0,465	0,505	0,545

- c) Scrie ecuația principiului fundamental al mecanicii clasice, în situația dată pentru căderea smartphone-ului și în condițiile existenței forței rezistente a aerului, atât sub formă vectorială cât și sub formă scalară, iar pentru forma scalară, exprimă rezultatul în funcție de a_z .
- d) Pe baza datelor din tabel estimează distanța parcursă de smarphone-ul în cădere până la momentul $t = 0,545$ s și viteza maximă atinsă de acesta la momentul $t = 0,545$ s.
- e) Soluția ecuației precizate anterior este de forma $v(t) = \frac{m \cdot g}{C} + (v_0 - \frac{m \cdot g}{C}) \cdot e^{-\frac{C \cdot t}{m}}$ unde $v(t)$ este viteza în funcție de timp, v_0 este viteza inițială, t este timpul de cădere, m este masa smartphone-ului, C este constanta corespunzătoare forței de rezistență a aerului, g este accelerația gravitațională, iar e este un număr irațional a cărui valoare este $e \approx 2,7$. Argumentează dacă viteza maximă atinsă de smartphone la momentul $t = 0,545$ s este viteza limită pe care o poate atinge acesta, în aer, în timpul căderii.

Subiectele au fost propuse de
Prof. dr. Daniel LAZĂR – Colegiul Național „Iancu de Hunedoara”, Hunedoara
Prof. Marian ANGHEL – Liceul Teoretic „Petre Pandrea”, Balș
Prof. Victor STOICA – Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.