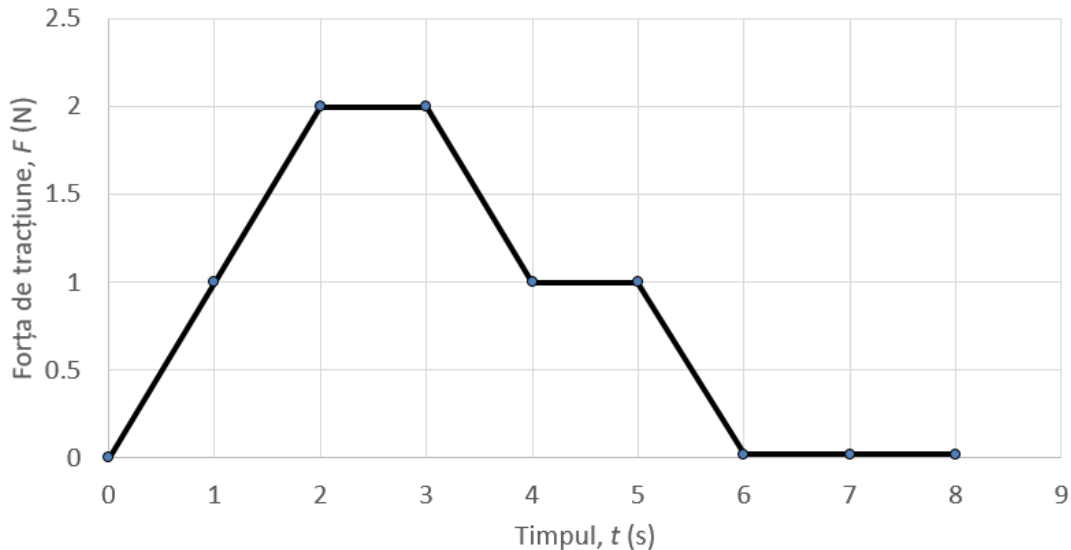


Subiectul 1: Mișcări... variate

(10 puncte)

Un corp de masă $m = 1\text{ kg}$, aflat inițial în repaus, în originea axei Ox , pe o suprafață plană orizontală, este supus acțiunii unei forțe de tracțiune paralele cu suprafața respectivă, forța fiind orientată în sensul pozitiv al axei Ox , modulul său modificându-se în timp conform graficului:



Coeficientul de frecare la alunecare dintre corpul având masa m și suprafața plană este $\mu = 0,1$, având aceeași valoare cu coeficientul de frecare static, accelerația gravitațională fiind $g = 10\text{ m/s}^2$.

- Stabilește** dependența de timp, pe fiecare interval temporal, a proiecției forței de frecare pe axa Ox (F_f), a proiecției pe axa Ox a forței rezultante ce acționează asupra corpului de masă m (R) și a vitezei mișcării corpului de masă m (v).
- Reprezintă grafic** $F_f = F_f(t)$, $R = R(t)$ și $v = v(t)$, pentru intervalul de timp $0-8$ s.

Subiectul 2: Absolut... și relativ

(10 puncte)

În figura alăturată cuburile **A** și **B**, cu masele $m_A = 5\text{ kg}$ și $m_B = 3\text{ kg}$ sunt inițial în repaus. Latura unui cub este $\ell = 60\text{ cm}$. Corpul **C**, aflat la marginea cubului **A**, are masa $m_C = 1\text{ kg}$ și poate fi considerat punct material. Se consideră că scripeții au mase neglijabile, firul este inextensibil și are masa neglijabilă. Se



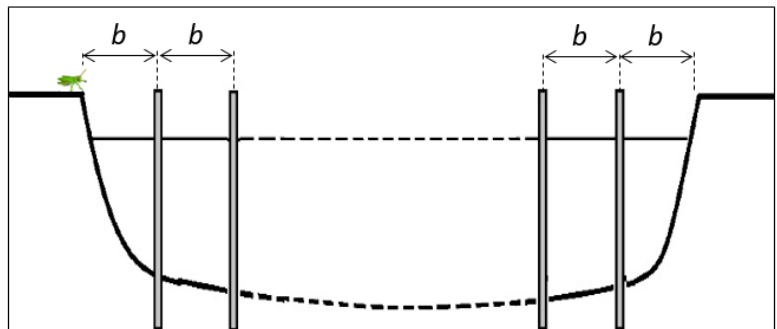
- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul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

neglijază forțele de frecare dintre fir și scripeți. Coeficienții de frecare la alunecarea cuburilor pe planul orizontal sunt $\mu_A = \mu_B = 0,2$, considerați egali cu coeficienții de frecare statici. Coeficientul de frecare static ce caracterizează materialele din care sunt făcute corpurile **A** și **C** este $\mu_s = 0,4$, iar coeficientul de frecare la alunecarea corpului **C** pe cubul **A** este $\mu_c = 0,3$. La momentul $t_0 = 0\text{s}$ se acționează asupra capătului firului cu o forță orizontală, al cărei modul crește în timp conform relației $F = b \cdot t$, în care $b = 1\text{Ns}^{-1}$, până în momentul în care corpul **C** începe să se deplaseze față de cubul **A**. Forța rămâne apoi constantă, având aceeași valoare cu forța din momentul în care corpul **C** începe să se deplaseze față de cubul **A**. Distanța dintre cele două cuburi **A** și **B** este suficient de mare, astfel încât scripeții atașați celor două cuburi nu ajung în contact. Interacțiunea corpurilor cu aerul se consideră neglijabilă, iar accelerația gravitațională este $g = 10\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

- Calculează** momentele de timp la care cele două cuburi, **A** și **B**, ies din starea de repaus.
- Calculează** momentul de timp la care corpul **C** începe să se deplaseze față de cubul **A**.
- Calculează** momentul de timp la care corpul **C** se desprinde de cubul **A**.
- Reprezintă grafic** modulele accelerațiilor absolute (față de suprafața orizontală) ale celor trei corpuri **A**, **B** și **C**, în funcție de timp, pentru $t \in [0, t_c]$, unde t_c reprezintă momentul de timp la care corpul **C** se desprinde de cubul **A**.
- Calculează** modulul vitezei absolute (față de suprafața orizontală) în momentul în care corpul **C** se desprinde de cubul **A**. **Calculează** modulul vitezei cu care corpul **C** atinge suprafața orizontală și **stabilește** orientarea acestei viteze față de suprafața orizontală (**calculează** unghiul dintre vectorul viteză și suprafața orizontală).

Subiectul 3**(10 puncte)****A. Lăcusta... săritoare**

Într-un pârau, pe direcție perpendiculară pe mal, sunt așezate echidistant un număr impar de baghete cu înălțimi egale, în poziție verticală, conform figurii alăturate. Extremitățile superioare ale baghetelor sunt la același nivel cu nivelul celor două maluri. O lăcustă traversează pâraul de la un mal la celălalt, cu un **consum minim de energie**, atingând doar extremitățile superioare ale baghetelor. Traversarea pâraului se realizează în două moduri:



- prima dată lăcusta sare din baghetă în baghetă, **atingând-o pe fiecare în parte**;
- a doua oară, **la fiecare săritură, lăcusta sare din două în două baghete**.

La atingerea fiecărei baghete lăcusta își pierde întreaga energie mecanică dezvoltată la lansare. Se neglijează interacțiunea lăcustei cu aerul.

- Compară** lucrurile mecanice efectuate de lăcustă, la traversarea pâraului, în cele două cazuri, **argumentând răspunsul**.

- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, 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 subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.



MINISTERUL EDUCAȚIEI

Olimpiada Națională de Fizică

Oradea 6-10 aprilie 2023

Proba teoretică

Clasa a IX-a



Pagina 3 din 3

b. **Calculează** raportul timpilor de trecere de la un mal la celălalt, în cele două cazuri. Se neglijează timpii petrecuți de lăcustă pe vârful baghetelor, în timpul săriturilor.

B. Soare, Pământ... și sateliți

Într-o configurație orbitală formată din două corpuri masive există poziții, situate pe direcția ce unește centrele lor, în care un obiect de masă mică, afectat doar de gravitație, este în repaus relativ față de cele două corpuri. În sistemul Soare–Pământ se consideră că un satelit al Soarelui, plasat în una dintre poziții, va avea viteza unghiulară orbitală egală cu viteza unghiulară orbitală a Pământului. Sunt cunoscute următoarele mărimi fizice: constanta universală a gravitației K , distanța dintre centrul Soarelui și centrul Pământului D , masa Soarelui M_1 , masa Pământului M_2 și raza Pământului R . Orbita Pământului se consideră circulară. Se neglijează forțele de rezistență din partea aerului și rotația Pământului în jurul axei proprii.

Aplicație numerică: $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $D = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$, $M_1 = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, $M_2 = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, $R = 6400 \text{ km}$.

a. **Calculează** distanța de la centrul Pământului până la fiecare dintre pozițiile aflate în vecinătatea Pământului, în care viteza unghiulară orbitală a satelitului este egală cu viteza unghiulară orbitală a Pământului. Se poate folosi aproximația $(1 \pm x)^n \approx 1 \pm nx$, pentru $x \ll 1$.

b. **Calculează** modulul vitezei cu care trebuie lansat un corp de pe suprafața Pământului pentru a se mișca pe o orbită circulară, la înălțimea h față de solul terestru. Se neglijează influența gravitațională a Soarelui.

Aplicație numerică: $h = 600 \text{ km}$.

c. **Calculează** modulul vitezei minime necesare unui corp lansat de pe suprafața Pământului pentru a părăsi câmpul gravitațional al Pământului. Se neglijează influența gravitațională a Soarelui.

Subiectele au fost propuse de:

Prof. dr. Daniel LAZĂR – Colegiul Național „Iancu de Hunedoara” Hunedoara
Prof. dr. Costin-Ionuț DOBROTĂ – Colegiul Național „Dimitrie Cantemir” Onești
Prof. dr. Alpár István Vita VÖRÖS – Liceul Teoretic „Apáczai Csere János” Cluj-Napoca
Prof. drd. Vitalie LUNGU – Școala Gimnazială „D. D. Pătrășcanu” Tomești, Iași

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 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.