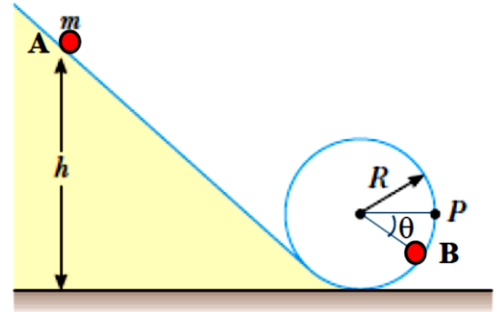


**Subiectul I. Sisteme mecanice diverse**

**(10 puncte)**

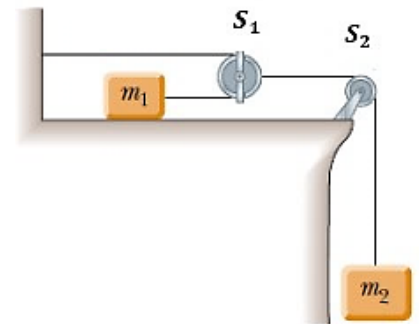
Un grup de elevi pasionați de experimente au construit câteva sisteme mecanice și au analizat funcționarea acestora.

**A) (2,0 p)** Primul sistem mecanic este o trambulină de-a lungul căreia se poate deplasa un corp de mici dimensiuni cu masa  $m = 400$  g. Sistemul are forma unui plan înclinat care se continuă cu o buclă circulară de rază  $R = 0,5$  m (figura 1). Corpul este lăsat liber de la înălțimea  $h = 2$  m și se oprește în punctul B. Modulul lucrului mecanic al forței de frecare dintre corp și trambulină, în decursul deplasării de la A la B, reprezintă o fracțiune  $f = \frac{7}{8}$  din energia mecanică a corpului aflat în starea inițială. Calculează unghiul  $\theta$  dintre orizontală și raza buclei în punctul B. Se consideră accelerația gravitațională  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



**Figura 1**

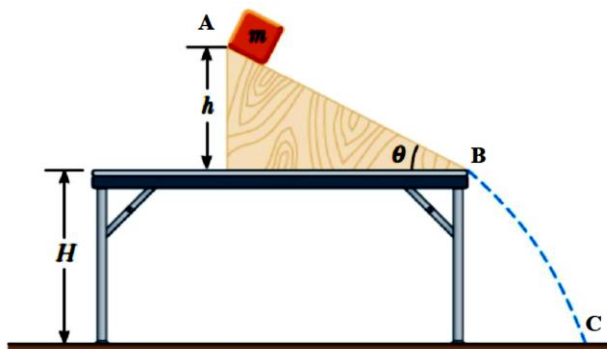
**B) (4,2 p)** Al doilea sistem mecanic este format dintr-un scripete mobil și un scripete fixat la marginea unei mese ( figura 2). Peste scripetii, considerați ideali, sunt trecute două fire ideale care au fixate la capete două corpuri de mase  $m_1 = 20$  dag și  $m_2 = 80$  dag. Sistemul este menținut inițial în repaus, iar la un anumit moment este lăsat liber. Frecările sunt neglijabile atât pentru corpuri, cât și pentru scripeti. Se consideră accelerația gravitațională  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



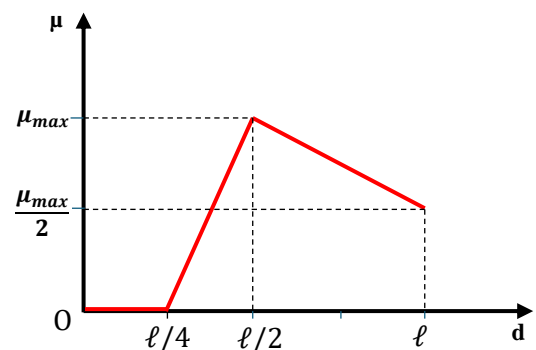
**Figura 2**

- a) Calculează viteza fiecăruia dintre cele două corpuri  $v_1$  respectiv  $v_2$ , la momentul în care corpul 1 se află la distanța  $d_1 = 1$  cm față de poziția inițială.
- b) Figurează vectorul viteză relativă a corpului 2 față de corpul 1 în condițiile punctului a) și calculează modulul acesteia.

**C) (3,8 p)** Al treilea sistem este format dintr-un un plan înclinat de înălțime  $h = 0,5$  m, lungime  $AB = \ell$  și unghi  $\theta = 30^\circ$ . Planul este plasat pe o masă de înălțime  $H = 1$  m față de sol (figura 3). Un corp cu masa  $m = 200$  g, lăsat liber pe planul înclinat, ajunge la baza planului înclinat (B), după care își continuă mișcarea prin aer și ajunge la nivelul solului. Viteza corpului în momentul imediat anterior impactului cu solul are valoarea  $v = 5$  m/s. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și planul înclinat depinde de distanța parcursă de corp pe plan, conform graficului din figura 4. Se consideră accelerația gravitațională  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, iar frecarea cu aerul este neglijabilă.



**Figura 3**



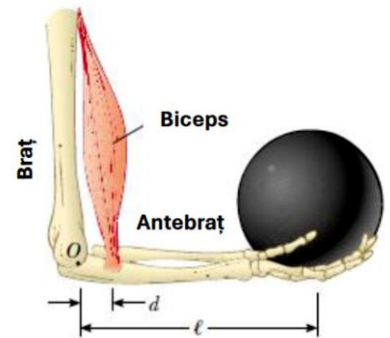
**Figura 4**

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.

**Subiectul II. Pârghii articulate**

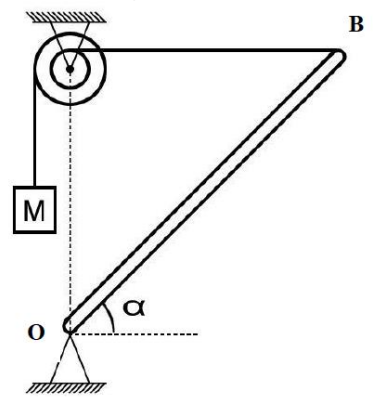
**(10 puncte)**

**A) (3,0p)** Un sportiv poate ține în mână o bilă cu masa  $m = 5,0$  kg (figura 5). Pentru a explica mecanismul prin care mâna poate susține bila, un elev a realizat o schemă simplificată a mâinii în care sunt reprezentate două pârghii (braț, antebraț) legate printr-o articulație (O) și un mușchi (biceps). Se cunoaște atât lungimea antebrațului cu tot cu palmă  $l = 35$  cm, cât și distanța dintre articulație și locul în care bicepsul acționează asupra antebrațului,  $d = 3,0$  cm. Centrul de greutate al antebrațului cu palmă se află la distanța  $a = 16$  cm față de articulație, iar masa este  $M = 2,5$  kg. Desenează schema simplificată a antebrațului care ține bila și calculează atât forța ce acționează asupra antebrațului ( $\vec{F}$ ) pentru a-l menține orizontal, cât și reacțiunea în articulație ( $\vec{F}_R$ ). Se consideră accelerația gravitațională  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



**Figura 5**

**B) (7,0p)** O bară neomogenă OB (figura 6) are masa  $m = 120$  kg și lungimea  $L = 4,0$  m. Bara, articulată în punctul O, este menținută în echilibru cu ajutorul unui sistem format din doi scripeți ideali, coaxiali și lipiți unul de celălalt, care au razele în relația:  $R = \sqrt{3} \cdot r$ . Se consideră accelerația gravitațională  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



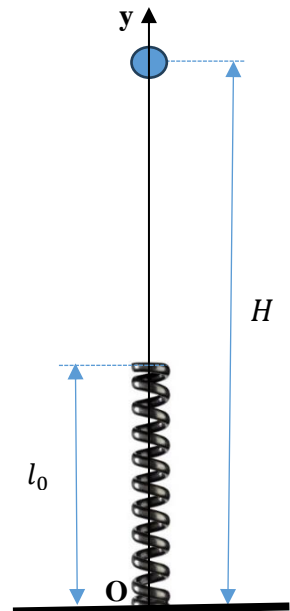
**Figura 6**

- a) Se observă că bara este în echilibru atunci când face cu orizontală un unghi  $\alpha = 30^\circ$ , iar masa corpului suspendat este  $M = 30$  kg. Frecările sunt considerate neglijabile. Să se determine distanța dintre centrul de greutate al barei și articulația O.
- b) După un timp, datorită poluării, în sistemul de scripeți frecările nu mai pot fi neglijate. Determinați valorile extreme ale masei corpului suspendat pentru care bara își păstrează poziția, știind că randamentul sistemului de scripeți este  $\eta = 80\%$ .

**Subiectul III. Resorturi cu surprize.**

**(10 puncte)**

**A) (5,5 p)** Un resort de lungime nedeformată  $l_0 = 1,0$  m, constantă elastică  $k = 10$  N/m și masă neglijabilă, are capătul inferior fixat de o suprafață orizontală. Resortul este plasat de-a lungul axei Oy (figura 7). De la înălțimea  $H$ , măsurată față de suprafața orizontală, este lăsat să cadă liber un corp de masă  $m = 100$  g. Corpul se deplasează în lungul axei Oy și cade pe resort. Se consideră accelerația gravitațională  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, iar frecările cu aerul se neglijează.



**Figura 7**

- a) Se constată că lungimea minimă a resortului, în timpul procesului, are valoarea  $l_{min} = 50$  cm. Calculează înălțimea  $H$  de la care corpul a fost lăsat liber.
- b) Stabilește orientarea forței rezultante ce acționează asupra corpului și calculează modulul acesteia în momentul în care lungimea resortului este  $l_1 = 95$  cm, respectiv  $l_2 = 80$  cm.
- c) Determină viteza maximă a corpului în procesul descris.

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.

**B) (4,5 p)** Două resorturi, având lungimile în stare nedeformată egale, au constantele elastice  $k_1 = 60 \text{ N/m}$  respectiv  $k_2 = 40 \text{ N/m}$ . Capetele superioare ale resorturilor sunt fixate de un suport fix și orizontal, iar capetele inferioare sunt prinse de o bară cu lungimea  $l = 20,0 \text{ cm}$  și masă neglijabilă (figura 8). La distanța  $d_1 = 5,0 \text{ cm}$  de capătul inferior al resortului  $k_1$  este prins un cârlig ușor, ca în figura alăturată.

- De cârlig se suspendă un corp cu masa  $m = 160 \text{ g}$ , iar resorturile se alungesc lent, pe direcție verticală, până când sistemul ajunge într-o nouă stare de echilibru. Calculează alungirea fiecărui resort și distanța pe care coboară corpul până la atingerea poziției de echilibru.
- Calculează constanta elastică  $k_{echivalent}$  a unui resort echivalent cu sistemul format din cele două resorturi, bară și cârlig aflat la distanța  $d_1$ .

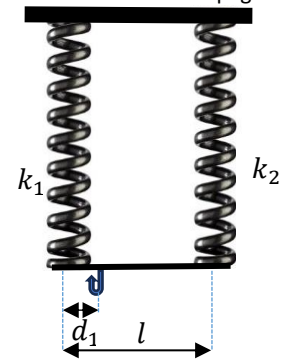


Figura 8

Subiecte propuse de:  
prof. **Florina BĂRBULESCU**, Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație, București  
prof. **Corina DOBRESCU**, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București  
prof. **Rodica-Maria NEGREA**, Colegiul Național „Tudor Vladimirescu”, Târgu Jiu  
prof. **Jean-Marius ROTARU**, Colegiul Național, Iași

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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.