

**Subiectul I: Lăcusta și broasca**

**(10 puncte)**

Pe un câmp se află căzut în poziție orizontală un trunchi de copac de forma unui cilindru cu diametrul de 20 cm. O lăcustă ( $m=4g$ ) aflată inițial pe suprafața orizontală a câmpului, sare peste trunchi parcurgând o traiectorie aflată într-un plan vertical perpendicular pe axa trunchiului. Se neglijează forțele de frecare cu aerul și dimensiunile lăcustei și se consideră accelerația gravitațională a Pământului  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

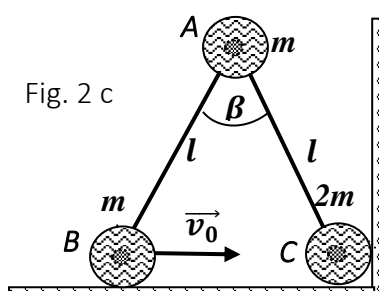
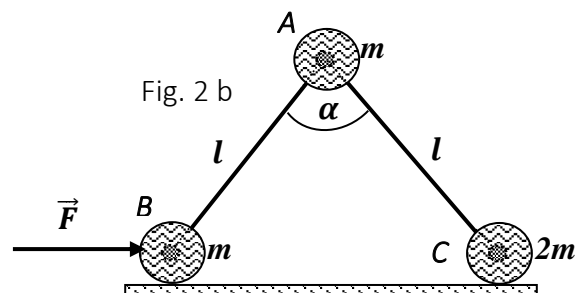
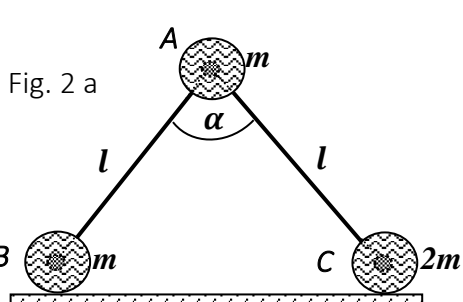
- Fie  $B$  un punct în care traiectoria lăcustei este tangentă la suprafața laterală a trunchiului. Unghiul dintre vectorul vitezei a lăcustei, în acest punct, și direcția orizontală din planul mișcării, este  $\beta$ . **Stabilește** expresia literală a vitezei minime de desprindere, de la sol, a lăcustei, în funcție de accelerația gravitațională,  $g$ , raza trunchiului de copac,  $R$ , și unghiul  $\beta$ . **Calculează** valoarea minimă a vitezei de desprindere de la sol a lăcustei în aceste condiții.
- De cealaltă parte a trunchiului de copac stă pe sol o broască (ale cărei dimensiuni se neglijează), la distanța de **17** cm, față de punctul de contact al trunchiului de copac cu solul. Dacă lăcusta sare cu viteza inițială calculată la punctul **a**, **verifică** dacă broasca, fără a se mișca, poate înghiți lăcusta și **justifică răspunsul prin calcul**.
- Calculează** valoarea forței ce acționează din partea lăcustei, asupra solului, la desprinderea de acesta, dacă timpul în care lăcusta accelerează din repaus până la valoarea vitezei calculate la punctul **a** este de 2,5 ms.

**Subiectul II: Bile, tije, articulații**

**(10 puncte)**

Trei bile notate **A**, **B** și **C**, având masele  $m_A = m_B = m_C/2 = m$  sunt conectate prin intermediul a două tije de mase neglijabile și lungimi egale cu  $l$ , fiecare, conform figurii 2 a. Tijele sunt legate în centrele bilelor, prin intermediul unor articulații, în jurul cărora se pot roti fără frecare, iar bilele **B** și **C** pot aluneca, fără frecare, pe suprafața orizontală pe care sunt așezate. Inițial, unghiul dintre tije este  $\alpha$ , iar sistemul este menținut în repaus, în plan vertical. Se consideră cunoscută accelerația gravitațională  $g$ . Razele bilelor se consideră neglijabile, față de lungimea tijelor. Se presupune că mișcarea bilelor are loc în plan vertical.

- Sistemul este lăsat liber. **Stabilește**, în funcție de  $g$ ,  $l$ ,  $\alpha$  și  $\beta$ , expresiile literale ale vitezelor celor trei bile, atunci când unghiul dintre tije este  $\beta > \alpha$ . Pentru  $\alpha = 60^\circ$ , **calculează**, în funcție de  $l$ , modulele vectorilor deplasare pentru cele trei bile, între momentul inițial și momentul în care bila **A** atinge suprafața orizontală.
- În starea inițială, se acționează asupra bilei **B** cu o forță orizontală constantă  $\vec{F}$ , astfel încât, în timpul mișcării sistemului, unghiul dintre tije să rămână  $\alpha$  (fig. 2 b). **Stabilește**, în funcție de  $F$  și  $m$ , expresia literală a modulului accelerației sistemului  $\vec{a}_0$ , respectiv expresia literală a modulului forței  $\vec{F}$ , în funcție de masa  $m$ , unghiul  $\alpha$  și accelerația gravitațională  $g$ .
- În starea inițială, bila **C** se sprijină de un perete vertical și sistemul se pune în mișcare, acționând asupra bilei **B**, astfel încât modulul vitezei acesteia să se mențină constant,  $v_0$  (fig. 2 c). **Demonstrează** că accelerația bilei **A** este orientată permanent pe direcție verticală. **Stabilește**, în funcție de  $m$ ,  $g$ ,  $v_0$ ,  $l$  și unghiul dintre tije  $\beta$ , expresiile literale pentru: modulul accelerației bilei **A**, modulul componentei normale și modulul componentei tangențiale (la traiectoria bilei) a acestei accelerații, tensiunile din tije și forța de apăsare normală exercitată de bila **C** asupra peretelui.

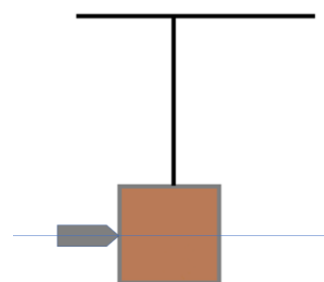


### Subiectul III: Ciocniri comparate

(10 puncte)

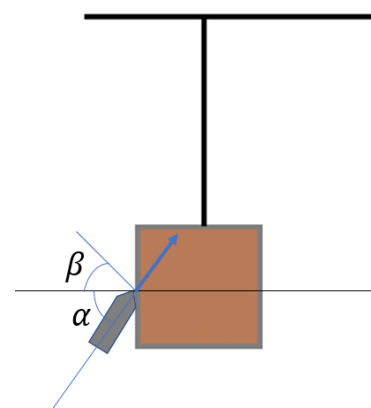
Consideră un dispozitiv experimental format dintr-un bloc cubic de lemn cu masa  $M$ , prins de tavanul unei încăperi, prin intermediul unui fir inextensibil, foarte rezistent, având masa neglijabilă.

- Cu ajutorul unui pistol, se trimite către blocul de lemn, un glonț de cauciuc, cu o viteză orientată (în momentul atingerii blocului) orizontal, pe direcția care trece prin centrul de greutate al acestuia, ca în figură. Se reia experimentul, de data aceasta cu un glonț de aluminiu care are aceeași masă,  $m$ , aceleași dimensiuni și aceeași viteză cu cel de cauciuc. În care situație se produce o deviere mai mare a firului și care glonț deteriorează mai mult blocul? **Justifică** răspunsurile analizând impulsul imprimat blocului și energia de deformare cedată acestuia de către glonț.
- Presupune că există posibilitatea să se reia experimentul prezentat la punctul a, dar să se modifice caracteristicile glonțului (masa, materialul din care e confecționat, viteza) astfel încât, în urma impactului cu blocul, viteza glonțului să aibă de fiecare dată modulul egal cu jumătate din modulul inițial, dar situațiile să fie diferite:
  - glonțul ricoșează (se întoarce înapoi pe aceeași direcție)
  - glonțul pătrunde în bloc și rămâne în el
  - glonțul trece prin bloc (fără a-i modifica masa)
  - glonțul împinge blocul și se mișcă în urma lui



Dacă notăm cu  $Q$  pierderea de energie cinetică a sistemului format din glonț și bloc și cu  $E_C$  energia cinetică a glonțului imediat înaintea impactului, **determină** între ce valori trebuie să se încadreze rapoartele  $r = \frac{m}{M}$  și  $R = \frac{Q}{E_C}$ , pentru fiecare situație.

- Se trimite glonțul astfel încât, în momentul atingerii blocului, viteza lui să fie orientată pe o direcție care trece prin centrul unei fețe verticale a blocului și face cu normala la suprafață un unghi  $\alpha = 60^\circ$ , ca în figură. Glonțul ciocnește fața laterală a blocului și ricoșează după o direcție care face un unghi  $\beta = 45^\circ$  cu normala la suprafață, având după impact modulul vitezei egal cu jumătate din modulul vitezei dinainte de impact.



Se consideră că greutatea glonțului este mult mai mică (neglijabilă) decât forța de frecare dintre glonț și bloc, iar greutatea blocului este mai mare decât forța de frecare dintre glonț și bloc. **Determină** valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre lemn și materialul din care e confecționat glonțul și **stabilește** expresia lui  $R$  în funcție de  $r$ , în acest caz. Se presupune că intervalul de timp în care are loc ciocnirea este foarte scurt, iar blocul rămâne practic nemișcat, în timpul ciocnirii.

***Subiecte propuse de:***

*Prof. dr. Alpár István Vita Vörös, Liceul Teoretic „Apáczai Csere János”, Cluj-Napoca*

*Prof. Cristian Miu, Colegiul Național „Ion Minulescu”, Slatina*

*Prof. Gabriela Alexandru, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București*

*Prof. Jean-Marius Rotaru, Colegiul Național Iași, Iași*

*Prof. dr. Daniel Lazăr, Colegiul Național „Iancu de Hunedoara”, Hunedoara*