



## OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Bacău 2022

Proba teoretică

IX

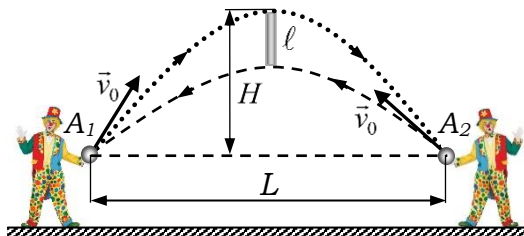
Pagina 1 din 2

(10 puncte)

## Subiectul 1

## Un număr de circ

Doi artiști  $A_1$  și  $A_2$  stau față în față pe sol, la distanța  $L$  unul de altul și execută un număr de circ, aruncând unul spre celălalt, de la aceeași înălțime față de sol și cu aceeași viteză inițială, câte o bilă de dimensiuni mici, făcând astfel un schimb de bile. În acest număr de circ cele două bile trebuie să ajungă la înălțime maximă în același moment de timp, trecând razant pe lângă capetele unei scânduri verticale și imobile, așa cum este ilustrat în figura alăturată. Marginea superioară a scândurii verticale se află la înălțimea  $H$  față de orizontala locurilor de aruncare a bilelor. Forța de frecare a bilelor cu aerul se neglijează. Considerați că cele două bile sunt punctiforme și că în mișcarea lor nu ating scândura. Grosimea scândurii este neglijabilă.



- Precizați care este ordinea de aruncare a bilelor. Argumentați răspunsul dat.
- Determinați relația matematică dintre mărimile  $L$  și  $H$  pentru ca situația descrisă să fie posibilă;
- Determinați viteza inițială  $v_0$  cu care fiecare artist trebuie să arunce bila;
- Determinați lungimea  $\ell$  a scândurii verticale;
- Determinați decalajul temporal  $\Delta t$  dintre momentele aruncărilor bilelor de către cei doi artiști.

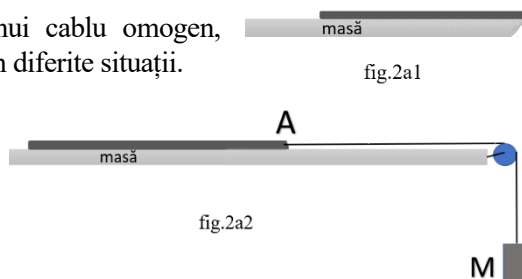
## Subiectul 2

(10 puncte)

## Experimente cu cablu

Dan, Dora și Diana își propun să studieze comportarea unui cablu omogen, inextensibil, subțire și perfect flexibil, de lungime  $L$  și masă  $m$  în diferite situații.

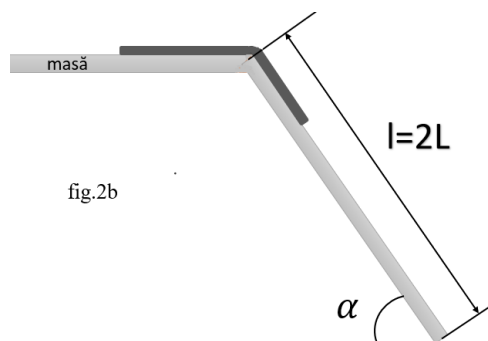
a) Dan așază cablul pe o masă orizontală, orientat perpendicular pe marginea mesei și lasă să atârne vertical porțiuni din ce în ce mai lungi ale cablului (fig.2a1). El observă că pentru lungimi ale porțiunii atârnată mai mari decât  $\frac{L}{5}$ , lăsat liber, cablul cade de pe masă.



Dora leagă la un capăt, A, al cablului un fir ideal, așază cablul integral pe masă orientat perpendicular pe marginea mesei și montează un scripete ideal la marginea mesei. Ea trece firul ideal peste scripete și atarnă la celălalt capăt al firului un corp cu masa  $M = m$  (fig. 2a2).

Determinați accelerația cablului și tensiunea în cablu într-un punct aflat la distanța  $x$  ( $x < L$ ) de capătul A, după începerea mișcării (iar capătul A nu a ajuns încă la scripete).

b) Diana utilizează o parte detașabilă a mesei pe care o montează la marginea acesteia, într-o poziție înclinată față de orizontală cu unghiul  $\alpha \cong 37^\circ$  ( $\cos \alpha = 0,8$ ). Cele două suprafețe sunt realizate din același material și au același grad de șlefuire iar lungimea suprafeței înclinate este  $l = 2L$ .



Dan așază cablul într-o poziție perpendiculară pe muchia comună a celor două suprafețe astfel încât porțiunea de cablu situată pe suprafața înclinată să aibă lungimea maximă pentru care cablul este

în echilibru (fig.2b). Coeficientul de frecare static este egal cu cel la alunecare. Lovind ușor masa, cablul începe să alunece pornind din repaus. În momentul părăsirii suprafeței înclinate cablul este în poziție verticală și nu atinge podeaua. Determinați viteza cablului în acest moment.

c) Dora ține capătul A al cablului la înălțimea  $h = L$  astfel încât cablul este vertical iar celălalt capăt al cablului atinge podeaua. Ea eliberează capătul superior al cablului. În timpul căderii porțiunea de cablu aflată în mișcare rămâne verticală (fig 2.c). Determinați forța cu care cablul apasă asupra podelei într-un moment în care capătul superior A se află la o distanță  $y$  față de poziția inițială. Se neglijează frecarea cu aerul și înălțimea acumulării de cablu de pe sol.

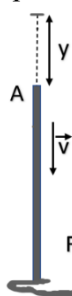
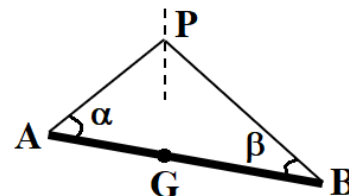


Fig. 2.c

- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe câte 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 cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Subiectul 3**
**(10 puncte)**
**Echilibrul unei bare neomogene**

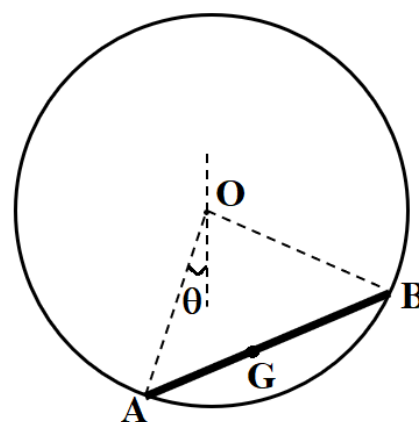
O bară subțire, **neuniformă**, cu lungimea  $AB = 7d$  are centrul de greutate într-un punct  $G$ , unde  $AG = 3d$ . Bara este atârnată într-un cui neted  $P$  prin intermediul unui fir ideal, inextensibil, prins în capătul  $A$  al barei, respectiv în capătul  $B$ . Bara atârână liber în echilibru, în plan vertical, în aer. În poziția de echilibru, în capătul  $B$ , firul formează cu bara unghiul  $\beta \cong 37^\circ$  ( $\cos \beta = 0,8$ ), ca în figura alăturată.



a) Calculați mărimea unghiului  $\sphericalangle APB$ .

b) Determinați valoarea raportului dintre tensiunea în fir și greutatea barei.

c) Se îndepărtează firul, iar bara este plasată în interiorul unui profil metalic circular, cu centrul în  $O$ , aflat în plan vertical, ca în figura alăturată. Bara poate culisa pe profilul metalic astfel încât cele două capete  $A$  și  $B$  sunt permanent în contact cu profilul, iar unghiul  $\sphericalangle AOB = 90^\circ$ . Coeficientul de frecare la alunecare dintre capetele barei și profilul circular este  $\mu$ . Tija este în echilibru, la limita de alunecare, la ambele capete. Coeficientul de frecare static este egal cu cel la alunecare.



Determinați, în funcție de coeficientul de frecare, expresia tangentei unghiului  $\theta$  ( $0^\circ < \theta < 45^\circ$ ) format raza  $AO$  și verticală.

În rezolvarea subiectelor puteți utiliza relațiile:

$$\cos(a \pm b) = \cos a \cos b \mp \sin a \sin b;$$

$$\sin(a \pm b) = \sin a \cos b \pm \cos a \sin b;$$

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

Subiect propus de:

prof. Florin Butușină, Colegiul Național "Simion Bărnuțiu" Șimleu Silvaniei

prof. Gabriela Alexandru, Colegiul Național "Grigore Moisil" București

prof. Florina Bărbulescu, CNPEE București

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe câte 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 cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.