Subiectul I: La antrenament... **(10 puncte)**

În timpul unui antrenament, George, un tânăr având masa $\boldsymbol{M}$, coboară pe o coardă elastică (lungimea inițială nedeformată $\boldsymbol{l_0}$, constanta de elasticitate $\boldsymbol{k}$, masa neglijabilă), de la înălțimea $\boldsymbol{H = 2l_0}$ (măsurată față de podeaua sălii de antrenament). Claudia coboară de la aceeași înălțime $\boldsymbol{H}$, pe o tijă nedeformabilă de lungime $\boldsymbol{l_0}$. Atât coarda elastică, cât și tija au câte un capăt fixat de tavanul sălii, astfel încât, atunci când cei doi prieteni ajung la cele două capete libere, aceștia se desprind imediat, fără viteză inițială. Modulul vitezei de coborâre a celor doi sportivi, față de coarda elastică, respectiv față de tijă, este același, $\boldsymbol{v}$.

a. Din momentul începerii coborârii, **stabilește**, în funcție de $\boldsymbol{l_0}$, $\boldsymbol{v}$, $\boldsymbol{k}$, $\boldsymbol{M}$ și accelerația gravitațională $\boldsymbol{g}$, expresiile literale ale momentelor de timp t_{1C} și t_{1G}, până când sportivii ajung la înălțimea $\boldsymbol{h_1 = 1,5l_0}$, față de podea. **Stabilește**, în funcție de aceleași mărimi, expresiile literale ale momentelor de timp t_{2C} și t_{2G}, până când aceștia ajung pe podea.

George găsește, pe suprafața orizontală rugoasă a sălii, un tub elastic având masa $\boldsymbol{m}$, lungimea inițială nedeformată $\boldsymbol{L}$ și constanta de elasticitate $\boldsymbol{k}$; el acționează asupra capătului A al tubului, aflat inițial în repaus, astfel încât viteza de deplasare este neglijabilă, energetic; coeficientul de frecare la alunecare este $\boldsymbol{\mu}$.

b. **Stabilește** expresia literală a distanței necesare deplasării orizontale a capătului A al tubului, alungindu-l, pentru a pune în mișcare capătul opus B al acestuia, în funcție de $\boldsymbol{\mu}$, $\boldsymbol{m}$, $\boldsymbol{g}$ și $\boldsymbol{k}$.

c. **Stabilește,** în funcție de $\boldsymbol{\mu}$, $\boldsymbol{m}$, $\boldsymbol{g}$ și $\boldsymbol{k}$, expresia literală a lucrului mecanic efectuat de George, pentru a deplasa lent, capătul A al tubului nedeformat, trăgându-l orizontal, până când capătul B este pus în mișcare.

Se consideră cunoscute următoarele relații matematice:

$1+2+3+\cdots+N=\frac{N(N+1)}{2}$; $1^2+2^2+3^2+\cdots+N^2=\frac{N(N+1)(2N+1)}{6}$

Pentru N foarte mare ($N \to \infty$) $\Longrightarrow$ $\frac{A\cdot N^3+B\cdot N^2+C\cdot N+D}{S\cdot N^3+Q\cdot N^2+P\cdot N+R} \to \frac{A}{S}$; $\frac{B\cdot N^2+C\cdot N+D}{Q\cdot N^2+P\cdot N+R} \to \frac{B}{Q}$; $\frac{C\cdot N+D}{P\cdot N+R} \to \frac{C}{P}$

Subiectul II: În competiție! **(10 puncte)**

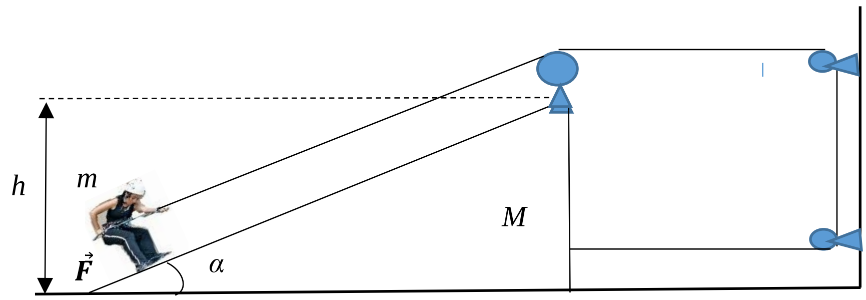
În cadrul competiției Survivor România, Cosmin (masa sa este $\boldsymbol{m}$) trebuie să treacă de un obstacol de forma unei prisme triunghiulare având masa $\boldsymbol{M}$, unghiul $\boldsymbol{\alpha}$, și înălțimea $\boldsymbol{h}$, ce poate aluneca fără frecare pe o suprafață orizontală. Pentru aceasta, plecând de la baza prismei, urcă pe suprafața acesteia, purtând patine cu rotile, acționând cu o forță constantă $\vec{\boldsymbol{F}}$ asupra unui cablu ușor, paralel cu suprafața prismei, trecut peste un sistem de scripeți ideali, ca în figură. Forțele de frecare dintre roțile patinelor și suprafața prismei sunt neglijabile.

a. **Stabilește**, în funcție de $\boldsymbol{F}$, $\boldsymbol{m}$, $\boldsymbol{M}$, $\boldsymbol{\alpha}$ și accelerația gravitațională $\boldsymbol{g}$, expresia literală a accelerației relative dobândite de concurent, față de obstacol. **Stabilește**, în funcție de $\boldsymbol{M}$, $\boldsymbol{m}$, $\boldsymbol{\alpha}$ și $\boldsymbol{g}$, expresia literală a forței minime de tracțiune, al cărei modul este $\boldsymbol{F_{min}}$, exercitate de către Cosmin asupra cablului, pentru a putea urca pe suprafața prismei.

b. În vederea optimizării efortului, Cosmin hotărăște să urce obstacolul, cu viteză constantă față de prismă, de modul $\boldsymbol{v_0}$. **Stabilește**, în funcție de $\boldsymbol{h}$, $\boldsymbol{M}$, $\boldsymbol{m}$, $\boldsymbol{\alpha}$, $\boldsymbol{v_0}$ și $\boldsymbol{g}$, expresia literală a vitezei prismei, în momentul în care concurentul atinge vârful prismei.

c. Ajungând în vârful prismei, Cosmin eliberează cablul și sare liber, părăsind prisma, cu viteza din acel moment. **Determină**, în condițiile pct. b, distanța $\boldsymbol{d}$, la care concurentul atinge suprafața orizontală, măsurată față de locul de plecare, cunoscând $\boldsymbol{\alpha} = 60^0$, $\boldsymbol{h} = 2m$, $\boldsymbol{M}/\boldsymbol{m} = 5$, $\boldsymbol{v_0} = 2\,{}^{m}/_{s}$.

Se consideră că între prismă și peretele vertical pe care sunt montați scripeții ficși este o distanță suficient de mare.



Subiectul III: Mişcări circulare în câmp gravitaţional **(10puncte)**

Profesorul de fizică le propune elevilor clasei a IX-a să experimenteze situații în care un corp parcurge traiectorii care să includă porțiuni sub formă de arc de cerc, prin legarea acestuia cu un fir. Trei dintre elevii clasei abordează în mod ingenios, tema:

a. Alex folosește o bilă metalică foarte mică, cu masa $\mathbf{m = 0,1\ kg}$, pe care o leagă la capătul unui fir inextensibil și subțire, de lungime $\mathbf{L = 50\ cm}$ și masă neglijabilă, prinzând celălalt capăt al firului de un suport fix, aflat la o înălțime de $\mathbf{H = 2 \cdot L}$, față de podea. Ținând bila astfel încât firul să fie în poziție orizontală, îi imprimă bilei, vertical în jos, o viteză al cărei modul este $\boldsymbol{v = 2\ m/s}$ (fig. 1). În timpul coborârii, firul se rupe. Știind că firul rezistă doar la tensiuni mai mici decât $\boldsymbol{T_{max} = 2,3\ N}$, **determină** poziția punctului în care bila atinge podeaua (față de punctul de pe podea, aflat pe aceeași verticală cu suportul fix). Se consideră $\boldsymbol{g \cong 10\ m/s^2}$. Se neglijează interacțiunea cu aerul.

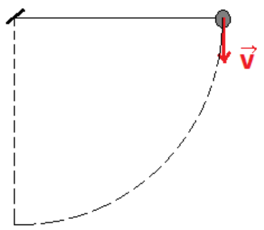


fig.1

b. Ana folosește un corp foarte mic pe care îl leagă la capătul unui fir (inițial, vertical) inextensibil , rezistent, de lungime $\mathbf{l = 35\ cm}$ și masă neglijabilă, prinzând celălalt capăt al firului de un suport fix. Eleva imprimă bilei o viteză orizontală, al cărei modul este $\boldsymbol{v_0 = 3,5\frac{m}{s}}$ (fig. 2). Se consideră $\boldsymbol{g \cong 10\ m/s^2}$. **Calculează** înălțimea maximă la care ajunge bila în timpul mișcării, față de nivelul poziției inițiale, dacă firul nu se rupe, neglijându-se frecările.

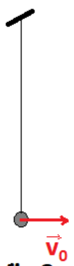


fig.2

c. Alin folosește un cub mic de metal, cu masa $\boldsymbol{m_0 = 20\ g}$ și o placă de lemn care are un orificiu. Elevul leagă cubul de un fir inextensibil, de masă neglijabilă, îl așază pe placa de lemn, înclinată cu unghiul $\boldsymbol{\alpha = 30^0}$, față de podeaua orizontală, astfel încât firul să fie orizontal și trecut prin orificiu. Apoi, Alin lasă corpul liber și trage foarte încet de fir (toate stările prin care trece cubul pot fi considerate stări de echilibru), astfel încât corpul ajunge la orificiu, parcurgând uniform o traiectorie sub formă de semicerc (fig. 3). **Determină** valoarea coeficientului de frecare la alunecare dintre cub și placa de lemn, respectiv modulul forței de tensiune în fir, în momentul în care direcția acestuia formează un unghi $\beta = \alpha = 30^0$, cu direcția lui inițială. Se neglijează interacțiunea cu aerul.

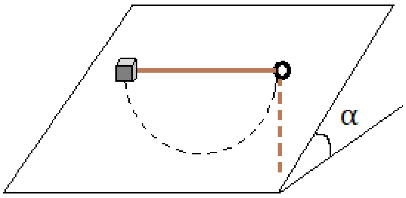


fig.3

Subiecte propuse de:

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

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

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

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

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