

Brigada de salvatori

Pentru a rezolva situațiile critice care pot apărea în oraș, primăria a decis înființarea unei echipe de intervenție formată din persoane cu o pregătire profesională solidă, abilități logice remarcabile și antrenament fizic special, denumită Brigada Medicală de Descarcerare și Resuscitare (BMRD).

Pentru formarea echipei s-a organizat o selecție a candidaților, urmată de o pregătire intensivă a persoanelor selectate.

Subiectul I: Selecția

(10 puncte)

Partea I

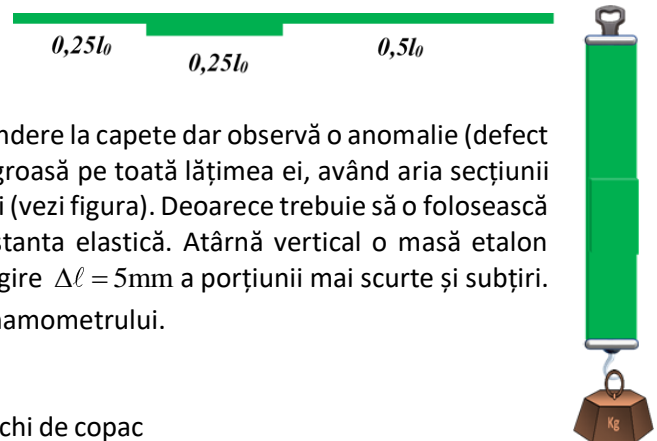
Pentru început, candidatul trebuie să confecționeze un dinamometru mai deosebit, alcătuit dintr-o bandă elastică oferită sub forma din imagine.

Pe biletul de concurs este precizat: "O bandă elastică destul de "tare" are forma din figura alăturată. Pe marginea ei se deplasează cu viteza constantă

$v = 0,86 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ o gănganie numită popular „vaca domnului”, cu denumirea științifică: ***pyrrhocoris apterus***. Determină lungimea benzii dacă deplasarea insectei până când a ajuns în punctul de plecare durează $t = 5 \text{ min } 28 \text{ s}$.

În continuare, concurentul trebuie să confecționeze un dinamometru utilizând o porțiune cu lungimea $\ell_0 = 60 \text{ cm}$ din banda oferită. El taie o porțiune din

bandă având această lungime și îi adaugă sisteme de prindere la capete dar observă o anomalie (defect de fabricație) a benzii: o porțiune din bandă este mai groasă pe toată lățimea ei, având aria secțiunii transversale de două ori mai mare decât a restului benzii (vezi figura). Deoarece trebuie să o folosească așa cum este, candidatul trebuie să îi determine constanta elastică. Atârnă vertical o masă etalon $m = 10 \text{ kg}$ de cârligul dinamometrului și măsoară o alungire $\Delta \ell = 5 \text{ mm}$ a porțiunii mai scurte și subțiri. Cu aceste informații, determină constanta elastică a dinamometrului.



Partea a II-a

Pentru continuarea concursului a fost comandat un trunchi de copac (salcie) cu masa estimată $M \cong 160 \text{ kg}$. Acesta este adus cu elicopterul direct de la un depozit și lăsat la locul prelucrării cu un trolie electric, pe distanța de $h = 20 \text{ m}$. În momentul începerii acțiunii de coborâre, când trunchiul era în repaus, o manevră greșită a operatorului din elicopter a determinat eliberarea bruscă a cablului (care are masa neglijabilă, dar foarte rezistent și practic inextensibil). În aceste condiții trunchiul a căzut liber sub acțiunea propriei greutate pe distanța $h_1 = 15 \text{ m}$, dar imediat eroarea a fost înlăturată de sistemul de protecție a troliei și cablul a fost frânat puternic, iar trunchiul a ajuns la sol cu viteză aproape de zero. Determină forța medie de frânare a cablului troliei în timpul coborârii.

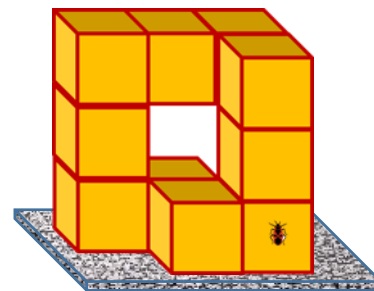
Lemnul de salcie având densitatea $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$ este necesar pentru confecționarea a $n = 10$ cuburi cu latura $\ell = 28 \text{ cm}$. Organizatorii

au solicitat unui candidat să utilizeze banda elastică și să ridice trunchiul de un capăt până se desprinde de sol și să măsoare alungirea totală a benzii elastice; a rezultat: $\Delta \ell_1 = 13,33 \text{ cm}$. Apoi, un alt candidat a ridicat trunchiul de partea opusă utilizând o bandă identică, până s-a desprins de sol și a măsurat alungirea: $\Delta \ell_2 = 15,08 \text{ cm}$. Află masa trunchiului în urma acestor măsurători precum și dacă este suficient lemn pentru confecționarea cuburilor.



Partea a III-a

Cu cele zece cuburi confecționate din lemnul de salcie examinatorii au realizat construcția alăturată, despre care se spune că are o singură față și o singură muchie. Considerând pietrișul pe care se află construcția ca nivel de energie potențială gravitațională nulă, determinați energia potențială gravitațională a construcției. Pe cubul din dreapta jos se vede gândacul care se va deplasa cu viteza constantă $v = 2,8\text{cm/s}$, parcurgând suprafața construcției prin mijlocul fețelor cuburilor, fără să se întoarcă și fără să treacă de mai multe ori prin același punct. După cât timp revine gândăgia în punctul de plecare, știind că aceasta nu zboară, nu sare, dar se poate deplasa prin pietriș?



Accelerația gravitațională are valoarea aproximativă $g = 10\text{N/kg}$.

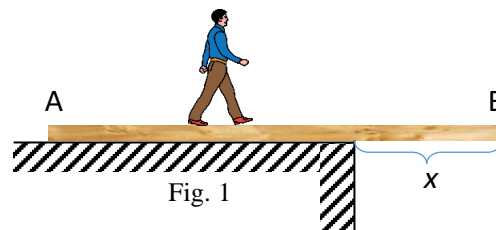
Subiectul II: Antrenamentul

(10 puncte)

Membrii echipei de intervenție se antrenează într-o sală de sport și utilizează mai multe dispozitive.

Partea I

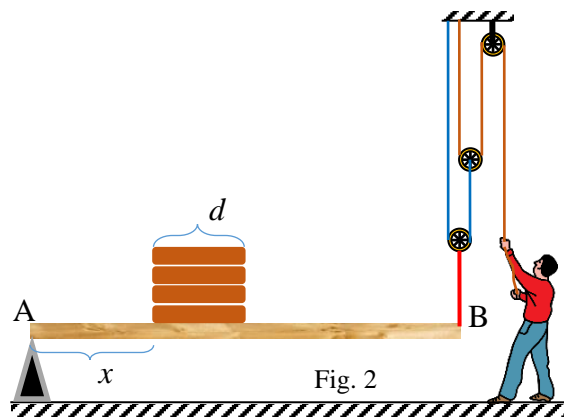
O bârnă omogenă cu dimensiunile $L = 4\text{m}$, $a = 15\text{cm}$, $b = 10\text{cm}$ și densitatea $\rho = 0,8\text{g/cm}^3$ este așezată pe un suport orizontal ca în figura 1.



Calculează distanța maximă x pe care bârna poate fi scoasă în afara suportului orizontal, astfel încât un membru al echipei de intervenție a cărei masă este $m = 72\text{kg}$, să poată merge până la capătul B al acesteia.

Partea a II-a

Pentru îmbunătățirea condiției fizice a membrilor echipei, în sala de sport este montat dispozitivul din figura 2, în care se regăsește bârna de la partea I. Discurile de halteră puse pe grindă au masa $m_1 = 80\text{kg}$, diametrul $d = 40\text{cm}$, iar scripeții sunt ideali, firele inextensibile și de masă neglijabilă.



Dani, unul dintre membrii echipei, a cărei masă este

$m_2 = 70\text{kg}$, trage de capătul firului cu o forță \vec{F} .

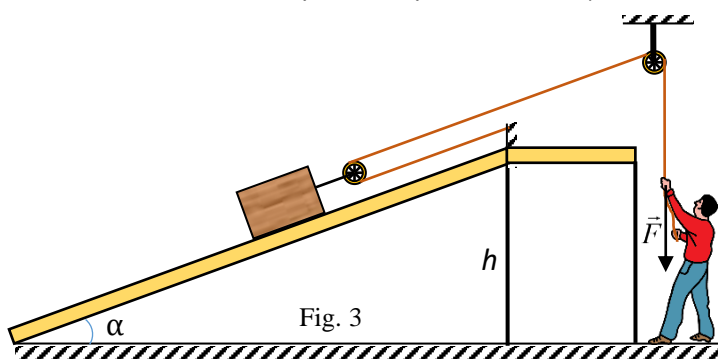
- a) Reprezintă grafic forța exercitată de Dani asupra firului, în funcție de poziția discurilor pe bârnă, considerând că aceasta rămâne tot timpul orizontală.
- b) Care este masa maximă a discurilor de halteră ce pot fi puse pe bârnă astfel încât Dani să mențină bârna orizontală.

Partea a III-a

Pentru aducerea lăzii cu materiale pe platforma pe care aterizează un elicopter, echipa de intervenție realizează sistemul din figura 3 în care $\alpha = 30^\circ$, $h = 2\text{m}$, iar scripeții sunt ideali, firele inextensibile și de masă neglijabilă.

Valorile forței exercitate de Dani la capătul firului, pentru menținerea lăzii cu materiale în echilibru pe planul înclinat, sunt cuprinse în intervalul $F \in (100\text{N}, 400\text{N})$.

Determină masa lăzii și lucrul mecanic minim efectuat de Dani pentru ridicarea lăzii pe toată lungimea planului înclinat.



Accelerația gravitațională are valoarea aproximativă $g = 10\text{N/kg}$.

Subiectul III: Misiunea

(10 puncte)

În urma precipitațiilor abundente, o localitate a fost inundată într-un timp foarte scurt. O familie formată din 2 persoane cu un câțel și o pisică au fugit din calea apelor și s-au refugiat pe un deal aflat în apropiere.

Partea I

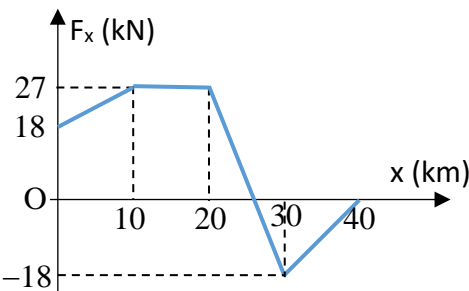
- a) Câțelul aude zgomotul elicopterului de intervenție și pornește în fugă pe panta înclinată față de orizontală cu un unghi mic ($\sin \alpha = 0,1$), iar când ajunge în vârful dealului are o viteză de aproximativ $v = 5\text{m/s}$. Lungimea pantei urcată de câțel este $\ell = 20\text{m}$, masa câțelului este $m = 24\text{kg}$, iar forța de rezistență întâmpinată de câțel în timpul alergării reprezintă $f = 10\%$ din greutatea lui. Determină energia cheltuită de câțel la urcarea pantei (W).
- b) Calculează masa de granule de hrană care, consumate de câțel, produc această energie. Știind că randamentul conversiei energiei metabolice în energie mecanică pentru câțel este $\eta = 50\%$? Câțelul consumă granule care produc o energie metabolică specifică $q = 4,78 \text{ kcal/g}$ de granule. Caloria reprezintă o unitate de măsură tolerată pentru energie ($1\text{cal} = 4,18\text{J}$).



Partea a II-a

Echipa de intervenție s-a îmbarcat în elicopterul de intervenție - Eurocopter EC 135 - și a pornit în căutarea oamenilor care au rămas izolați.

În timpul deplasării elicopterului proiecția orizontală a forței rezultante, care determină deplasarea elicopterului, se modifică conform graficului alăturat, unde x este distanța parcursă pe orizontală. Calculează lucrul mecanic efectuat de această forță orizontală F_x din momentul plecării elicopterului până în momentul în care viteza v_x devine maximă.



Partea a III-a

- a) La una din cursele de salvare ale elicopterului se coboară un cablu elastic pentru a recupera un cufăr greu, cu masa $m = 120\text{kg}$. Cablul are lungimea în stare nedeformată $\ell_0 = 12\text{m}$, diametrul $d = 2\text{mm}$ și masa neglijabilă. Omul de pe insulă leagă cufărul de cablu și ține cufărul până când elicopterul urcă la înălțimea de 16 m, moment în care eliberează cufărul, care pornește brusc către elicopter. Știind că bagajul ajunge la elicopter cu viteză practic nulă și a fost recuperat imediat, calculează modulul de elasticitate longitudinal (E) al cablului, considerând neglijabile forțele de rezistență în acest proces.



- b) Pentru a aduce sinistrații la bordul elicopterului, au fost lăsați la sol doi salvatori într-un coș legat de un cablu inextensibil de lungime $\ell_1 = 12\text{m}$ cu densitatea $\rho_1 = 8\text{g/cm}^3$ și diametrul $d_1 = 10\text{mm}$. În coș sunt urcați oamenii și animalele de companie. Calculează puterea medie a motorului care funcționează cu randamentul $\eta = 85\%$, știind că masa totală a coșului este $M = 270\text{kg}$ și ridicarea s-a realizat în $\Delta t = 5\text{min}$. Accelerația gravitațională are valoarea aproximativă $g = 10\text{N/kg}$.



Subiecte propuse de:

- prof. Corina DOBRESCU, Colegiul Național "Tudor Vianu", București .
- prof. Ion BĂRARU, Colegiul Național "Mircea cel Bătrân", Constanța,
- prof. Florin MĂCEȘANU, Școala Gimnazială "Ștefan cel Mare", Alexandria.
- prof. Constantin RUS, Colegiul Național "Liviu Rebreanu", Bistrița