

Echipa de intervenție

Pentru a rezolva situațiile critice care pot apărea în oraș, primăria a decis înființarea unei echipe de intervenție formată din persoane cu o pregătire fizică și profesională de excepție. 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 selectarea membrilor echipei de intervenție s-a organizat un examen prin care candidații sunt supuși unor teste privind inventivitatea, cunoștințele științifice, calitățile fizice etc.

Pentru început, candidatul trebuie să afle cum funcționează un dinamometru mai deosebit, alcătuit dintr-o bandă elastică destul de "tare", cu lungimea nedeformată

$l_0 = 40 \text{ cm}$. Pe bandă se află imprimare gradații echidistante, cu lungimea nedeformată

$a = 1 \text{ cm}$ fiecare. Aceasta are la capete un mâner pentru prindere, respectiv un cârlig

pentru agățat. O tijă metalică, fixată de mâner, este folosită ca reper pentru întinderea

benzii elastice. Când banda este întinsă de sarcini atașate de cârlig, toate indicațiile im-

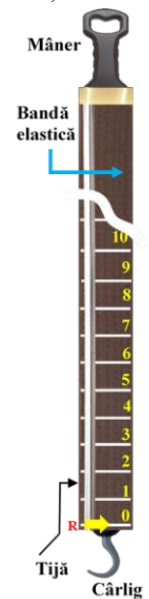
primite pe ea se deplasează, depăr-tându-se de mâner. Instrucțiunile de

utilizare a dinamometrului se aflau într-un document care a fost afectat

de un mic incendiu, iar ceea ce a ră-mas se vede în imaginea alăturată.

Determină constanta elastică a dina-

metrului. Accelerația gravitațională se consideră $g = 10 \text{ N/kg}$.



Instrucțiuni de utilizare

1. Se apucă și se ține ferm mânerul dinamometrului
2. Se agăță obiectul de analizat de cârligul inferior
3. Se ridică lent instrumentul în poziție verticală
4. Dispozitivul a fost etalonat astfel:
Când cifra 2 este în dreptul reperului R forța este $F_2 = 100 \text{ N}$
Când cifra 4 este în dreptul reperului R forța este $F_4 = \dots$
Când cifra 6 este în dreptul reperului R forța este $F_6 = \dots$

primite pe ea se deplasează, depăr-tându-se de mâner. Instrucțiunile de utilizare a dinamometrului se aflau într-un document care a fost afectat de un mic incendiu, iar ceea ce a ră-mas se vede în imaginea alăturată.

Partea a II-a

În etapa următoare, candidatul trebuie să determine masa unei lăzi grele, pe care

nu o poate ridica singur, dar cu ajutorul cârligului de la dinamometru o poate

desprinde puțin de pe sol, dacă o agăță de o latură. După câteva încercări, a ob-

servat că dinamometrul indică diviziunea 5 când agăță dinamometrul la mijlocul

unei laturi de la bază, sau de partea de sus a lăzii, utilizând un cârlig cu șurub.

Lada are formă cubică, este aproximativ omogenă și se află pe o suprafață ori-

zontală. Află masa lăzii, având în vedere efortul minim depus de candidat.

Partea a III-a

Candidatului i se cere să explice care dintre procesele menționate în con-

tinuare este mai avantajos (în sensul consumului de energie), pentru a

deplasa lada pe o distanță orizontală cu lungimea egală cu un număr în-

treg de laturi ale lăzii: prin răsturnare sau prin tractare cu o forță orizon-

tală, ca în figura alăturată. Află răspunsul la această întrebare și discută

rezultatul în funcție de coeficientul de frecare la alunecare dintre ladă și

suprafața pe care alunecă, μ . Pentru frecarea lemn pe lemn în condiții uzuale (fără prelucrare specială

sau fără lubrifiere) coeficientul de frecare este cuprins între 0,25 și 0,6.



Subiectul II: Antrenamentul

(10 puncte)

Membrii echipei de intervenție se antrenează într-o sală de sport și utilizează mai multe dispozitive. Căutând un disc pentru halteră, unul dintre membrii echipei l-a găsit într-un tub de secțiune pătrată cu greutatea G și înălțime $h = 4r$, sprijinit atât de peretele vertical al tubului cât și de o tijă cu secțiune pătrată de lungime $l = 4r$ și greutate G , ca în figura 1. Discul de halteră are raza r și greutate G , tubul are pereții netezi, tija formează cu orizontala unghiul $\alpha = 30^\circ$, iar sistemul este în echilibru mecanic. Accelerația gravitațională se consideră $g = 10\text{N/kg}$.

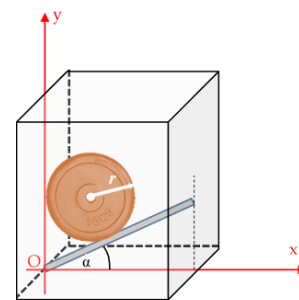


Fig. 1

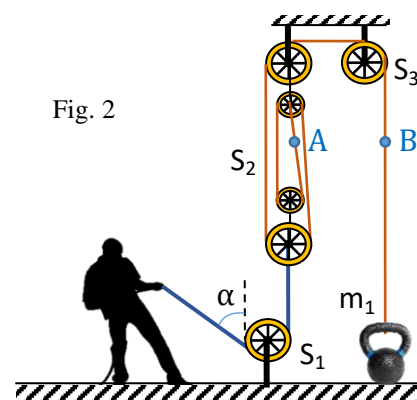
Partea I

- Reprezintă forțele ce acționează asupra discului și tije.
- Determină coordonatele centrului de greutate al ansamblului format din tub, tijă și disc față de originea sistemului de axe xOy . Precizează dacă sistemul este în pericol de răsturnare.

Partea a II-a

Pentru îmbunătățirea condiției fizice a membrilor echipei, în sala de sport este montat dispozitivul din figura 2. Scripeteii S_1 și S_3 sunt ideali, iar sistemul de scripete S_2 (palanul) are randamentul $\eta = 80\%$, unghiul făcut de firul trecut peste scripetele S_1 cu verticala este $\alpha = 30^\circ$, iar masa ganterei kettlebell este $m_1 = 20\text{kg}$.

Fig. 2

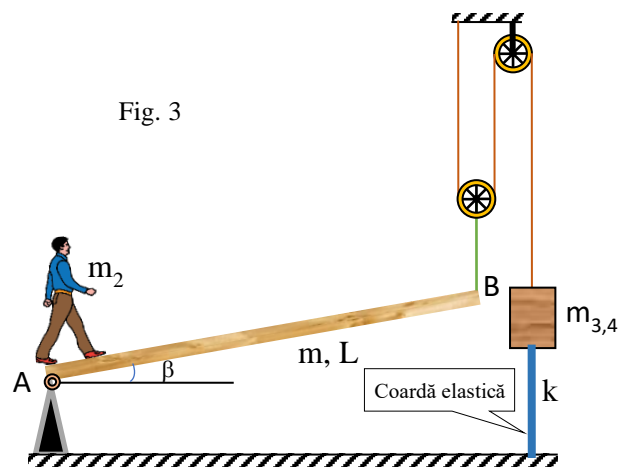


- Determină forța exercitată de unul dintre membrii echipei ce trage de capătul firului, a cărui masă este $m_2 = 70\text{kg}$, pentru a ridica uniform gantera kettlebell, cât și forța de apăsare exercitată de acesta pe suprafața de sprijin.
- Dacă omul trage de fir cu viteza $v = 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, determină viteza relativă a punctului B față de punctul A, reprezentate pe firele din figura 2.

Partea a III-a

Echipea realizează sistemul din figura 3. Pentru acest sistem aflat în echilibru se cunoaște că scândura AB este omogenă, are masa $m = 16\text{kg}$ și lungimea $L = 3\text{m}$. Dani, unul dintre membrii echipei de intervenție, a cărui masă este $m_2 = 70\text{kg}$, se află la capătul A al scândurii.

Fig. 3



- Considerând scripetele compus ideal și coarda elastică nedeformată, determină masa m_3 a corpului ce menține sistemul în echilibru și forța de apăsare asupra reazemului, atunci când scândura face cu orizontala unghiul β , iar Dani este în repaus în A.
- Dacă randamentul scripetelui compus este $\eta = 80\%$, coarda elastică are constanta de elasticitate $k = 50\text{N/m}$ și masa neglijabilă, iar masa corpului suspendat la capătul firului este acum $m_4 = 10\text{kg}$, determină pe ce distanță se poate deplasa Dani, astfel încât scândura să ajungă în poziția în care formează unghiul $\beta = 10^\circ$, ($\sin 10^\circ = 0,17$) sub orizontală, apoi află energia potențială înmagazinată în coarda elastică în aceste condiții.

Subiectul III: Misiunea

În urma precipitațiilor abundente, o localitate a fost inundată într-un timp foarte scurt. O familie formată din patru persoane și un câțel, a fugit din calea apelor și s-a refugiat pe un deal aflat în apropiere. Datorită averselor de apă torențiale, oamenii au văzut cu groază cum sunt înconjurați de ape și s-au gândit să cerceteze locul în care se află privind din vârful copacului aflat pe "insula" salvatoare. Accelerația gravitațională are valoarea aproximativă $g = 10 \text{ N/kg}$.

**Partea I**

Unul dintre băieți, cu masa $m = 52 \text{ kg}$, aflat inițial în repaus, a urcat în copac cu mare atenție, având o viteză medie $v_m = 0,75 \text{ m/min}$. El a ajuns în vârf după $\Delta t = 8 \text{ min}$, apoi s-a oprit în siguranță ținându-se de crengile copacului.

- Determină energia potențială gravitațională maximă a băiatului în timpul urcării în copac.
- Calculează puterea medie a băiatului în timpul urcării până în vârful copacului.

Partea a II-a

Echipele de intervenție s-au îmbarcat în elicopterul multifuncțional Eurocopter EC 135 și au pornit în căutarea oamenilor care au rămas izolați. Elicopterul este dotat cu două motoare de putere $P = 450 \text{ kW}$ fiecare, care au randamentul de 45%. Combustibilul utilizat la motoarele elicopterului este de tip Jet A-1 și are următoarele specificații: densitatea $\rho = 0,804 \text{ kg/l}$; energia specifică (energia generată în urma arderii unui kilogram de combustibil) $q = 43,15 \text{ MJ/kg}$.



- Dacă elicopterul a zburat în timpul misiunii de salvare 25 minute, calculează volumul de carburant utilizat în această misiune.

Partea a III-a

Când elicopterul a ajuns la familia refugiată pe insulă, unul dintre membrii echipei de intervenție a coborât cu un cablu inextensibil pentru a ajuta oamenii să urce în elicopter. Cablul are densitatea $\rho_c = 1,4 \text{ g/cm}^3$ și aria medie a secțiunii transversale $S = 4 \text{ mm}^2$.



- Calculează lucrul mecanic efectuat de troliul care susține cablul de care este agățat omul, știind că acesta este legat la capătul inferior al cablului, iar în timpul coborârii omului din elicopter până pe insulă, cablul este deplasat cu o viteză constantă foarte mică. Omul de masă $M = 80 \text{ kg}$ este coborât pe distanța $h = 12 \text{ m}$, iar în acest timp elicopterul este menținut în repaus față de Pământ.



- Salvatorul din echipa de intervenție, a conectat la cablu, trei persoane, cu ajutorul sistemelor de prindere. Pentru a realiza această operație, salvatorul a tras cablul pe sol și a fixat prima persoană de masă $m_1 = 50 \text{ kg}$ la distanța $h = 12 \text{ m}$ față de elicopter, a doua persoană cu masa $m_2 = 60 \text{ kg}$ la distanța $d = 4 \text{ m}$ față de prima, iar a treia persoană cu $m_3 = 75 \text{ kg}$ la distanța $d = 4 \text{ m}$ de cea de a doua. Acționând troliul, cablul cu cele trei persoane a fost ridicat uniform cu viteză foarte mică, până când acestea au ajuns în siguranță la elicopter. Determină lucrul mecanic efectuat de troliu pentru a ridica cablul cu cele trei persoane de la sol până la elicopter.
- Pentru a recupera a patra persoană și câțelul, un salvator s-a cuplat la cablul de intervenție care atârna imobil până la sol și s-a lăsat să alunece. Dispozitivul asigură o forță de frecare în cablu care reprezintă o fracție $f = 95\%$ din greutatea salvatorului. Cu ce viteză a ajuns acesta la sol, dacă a coborât pe distanța $h = 12 \text{ m}$?



Subiecte propuse de:

prof. Corina DOBRESU, 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