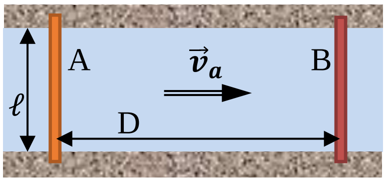
*Subiectul 1* **(10 puncte):**

**Plimbări cu caiacul...de-a lungul și de-a latul**

În vacanța de vară, Traian petrece câteva zile pe malul unui râu, într-o porțiune unde apa curge în linie dreaptă, cu aceeași viteză în toate punctele, iar lățimea râului este constantă, $\ell = 60\ \text{m}$. Distanța dintre două poduri ce traversează râul, A și B, este $D = 3{,}6\ \text{km}$.




**a)** Traian își propune să determine viteza de curgere a apei râului. Pentru aceasta, el pornește cu caiacul, paralel cu malul, din dreptul podului A, către celălalt pod, dând drumul în apă, simultan, unui colac de salvare. După intervalul $\Delta t = 10\ \text{min}$, el ajunge la podul B. Imediat el întoarce foarte repede caiacul și urcă pe râu, cu aceeași viteză față de apă, întâlnind colacul la distanța $d = 1{,}2\ \text{km}$ față de podul A. Calculează viteza $v_a$ a apei râului și viteza $v$ a caiacului față de apă.

**b)** Dorind să traverseze râul, Traian orientează caiacul, aflat lângă mal, astfel încât să ajungă la malul opus într-un timp minim. Precizează care este orientarea caiacului față de mal, justificând răspunsul. Calculează valoarea timpului minim.

**c)** Pentru a traversa râul înapoi, Traian orientează caiacul astfel încât să fie purtat de apă în aval pe o distanță egală cu lățimea râului. Calculează cât a durat această traversare.

**d)** Traian este pasionat de fizică. El dorește să parcurgă cu caiacul distanța dintre cele două poduri, dus și întors (schimbarea sensului de mișcare se face într-un interval de timp neglijabil) mergând paralel cu malul. Pentru a reduce timpul total necesar parcurgerii traseului, Traian își propune să mărească, pentru un interval unic de un minut, viteza $v$ a caiacului față de apă cu $\Delta v = 1\ \text{m/s}$, respectiv să scadă viteza $v$ cu aceeași valoare $\Delta v$, pentru un alt interval de un minut. Creșterea sau scăderea vitezei cu $\Delta v$ se realizează brusc astfel încât și în aceste intervale de un minut deplasarea caiacului este rectilinie și uniformă. Cele două intervale de timp pot fi plasate, fiecare, în orice porțiune a mișcării, fie la dus, fie la întors, în orice ordine. În funcție de plasarea celor două intervale de un minut, analizează valorile posibile ale timpului total necesar parcurgerii traseului. Justifică în ce caz se reduce timpul total și determină cu cât se reduce acest timp.

1. Fiecare dintre subiectele **1**, **2**, respectiv **3** se rezolvă pe 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 de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

*Subiectul 2* **(10 puncte):**

**Sporturi extreme**

Un copil se joacă cu o placă de skateboard, într-un parc în care este amenajată special pentru practicarea acestui sport o suprafață de forma ABDE (figura 1). Pe porțiunile AB și BD, coeficientul de frecare dintre roțile plăcii și suprafață are valoarea $\mu = \frac{11}{180}$, iar pe porțiunea DE, a cărei secțiune este un sfert de cerc, frecarea este neglijabilă. Se presupune că trecerea de pe suprafața înclinată pe suprafața orizontală, și invers, se produce fără modificarea modulului vitezei. Punctele A și E se află la aceeași înălțime $h = 3$ m față de suprafața orizontală BD, iar distanțele AB și BD sunt egale cu $d = 5$ m. Masa copilului împreună cu placa este $m = 42$ kg. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$.

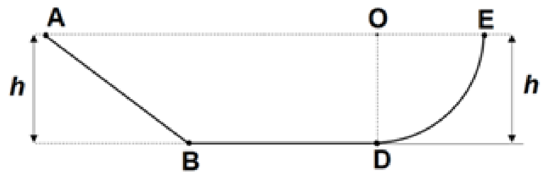


figura 1

**a)** Copilul începe deplasarea cu placa, pornind din repaus, din punctul A al suprafeței. Determină:

**a1)** viteza lui în momentul în care trece prin punctul D;

**a2)** înălțimea maximă la care ajunge copilul cu placa, pe suprafața curbă DE;

**a3)** forța de apăsare exercitată de placă asupra suprafeței curbe, în punctul situat la înălțimea maximă.

**b)** Copilul se mută cu placa pe o altă suprafață, a cărei formă este reprezentată în figura 2. Coeficientul de frecare dintre placă și suprafață are aceeași valoare pe suprafețele AB și DE, $\mu' = 0{,}05$, iar pe suprafața BD frecarea este neglijabilă. Punctele A și E se află la aceeași înălțime $h = 3$ m față de porțiunea orizontală BD, iar distanțele AB, BD și DE sunt egale cu $d = 5$ m. Copilul pleacă din repaus, pe placă, din punctul A. Calculează înălțimea maximă $h_n$ la care urcă copilul pe placă, la a $n$-a revenire pe suprafața AB.

figura 2

***Subiectul 3*** **(10 puncte):**

**Tijă în echilibru**

O tijă subțire, omogenă și rigidă, cu secțiune pătrată, având lungimea $BC = L$ și masa $m = 1$ kg, este sprijinită la un capăt pe un perete vertical și prinsă de acesta prin intermediul unui resort ideal, cu constanta elastică $k = 40$ N/m, fixat la o distanță $BD = a = L/4$ de capătul sprijinit de perete. Celălalt capăt al resortului este fixat de perete la distanța $AB = d = 40\sqrt{3}$ cm deasupra punctului de contact B dintre tijă și perete, ca în figura 3. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$.

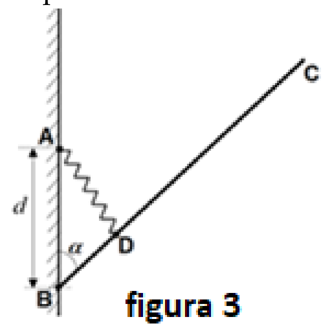


figura 3

**a)** Calculează coeficientul de frecare minim dintre tijă și perete astfel încât aceasta să fie în echilibru atunci când este perpendiculară pe axul resortului, iar unghiul pe care îl formează tija cu peretele este $\alpha = 30°$.

**b)** Se consideră neglijabilă frecarea dintre tijă și perete. Pe tijă se așază un corp mic astfel încât tija este în echilibru în poziție orizontală (ca în figura 4). Calculează masa $m_1$ a acestui corp și determină distanța față de perete la care trebuie așezat. Poziția punctului de contact B al tijei cu peretele rămâne la aceeași distanță față de punctul A de prindere a resortului.

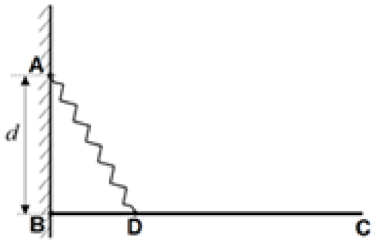


figura 4

**c)** Se îndepărtează corpul $m_1$. Deasupra punctului de sprijin al tijei în perete se bate un cui, astfel încât aceasta să nu poată aluneca în sus, iar în mijlocul ei se sudează o mică bilă cu masă neglijabilă. Sub tijă se așază un sistem de corpuri format din două cuburi identice, având masele egale cu $m_2 = 2$ kg și o pană cu masa $m_2' = 1$ kg, ca în figura 5. Pana este o prismă cu secțiune triunghi echilateral cu o față orizontală, paralelă cu tija, centrul acestei fețe fiind pe aceeași verticală cu mijlocul tijei. Coeficientul de frecare dintre cuburi și podea este $\mu_2 = 0{,}5$, iar frecarea dintre cuburi și pană se neglijează. Când tija este orizontală bila este în contact cu pana. Calculează masa minimă $m'$ a unui corp mic așezat pe tijă astfel încât cuburile să înceapă să alunece pe podea atunci când tija este orizontală.

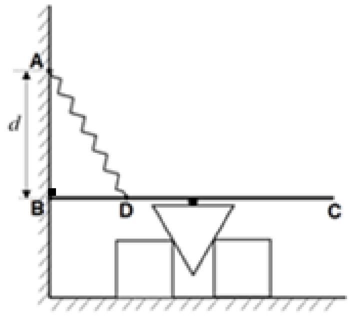


figura 5

*Subiecte propuse de:*
*prof. Florina BĂRBULESCU* – Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație, *București*
*prof. dr. Ana-Cezarina MOROȘANU* – Colegiul Național „Petru Rareș”, *Piatra-Neamț*
*prof. Emil NECUȚĂ* – Colegiul Național „Alexandru Odobescu”, *Pitești*
*prof. Petrică PLITAN* – Colegiul Național „Gheorghe Șincai”, *Baia Mare*

1. Fiecare dintre subiectele **1**, **2**, respectiv **3** se rezolvă pe 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 de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.