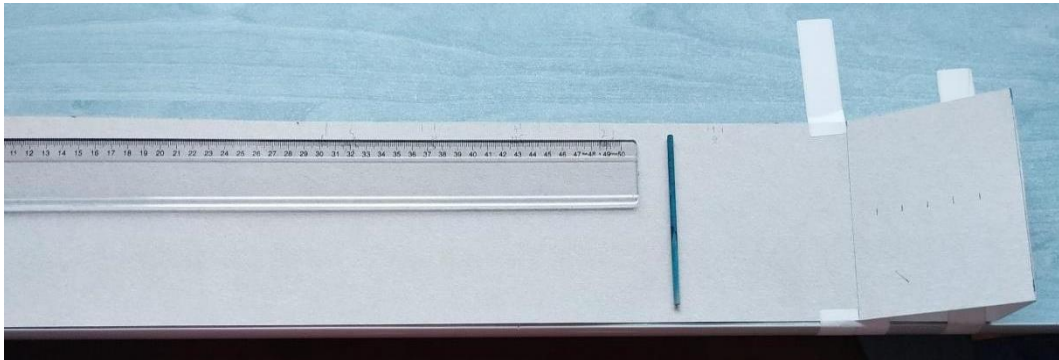
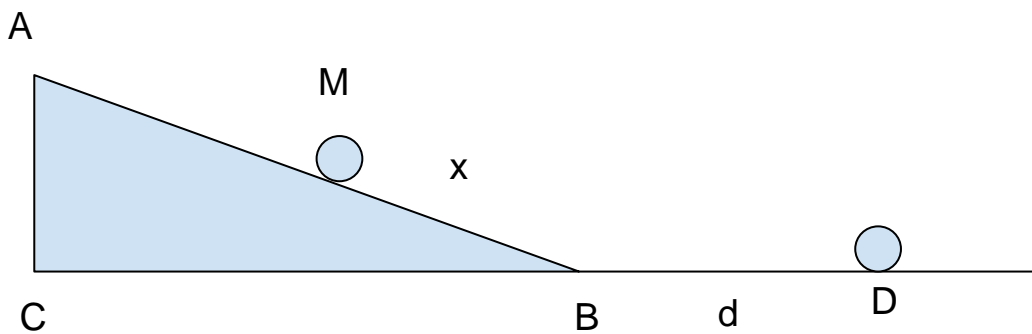


Subiectul I: Rostogolire, coeficient de frecare la alunecare și randament mecanic

Materiale puse la dispoziție:

- rampă din carton cu prelungire orizontală, rampa are înclinația de 30° ;
- riglă de plastic cu lungimea de 30 cm;
- cilindru cu masă necunoscută (bețișor cilindric)

Dispozitivul experimental:



Scopul lucrării:

Veți determina coeficientul de frecare la alunecare (μ) dintre cilindru și rampa din carton, energia cinetică maximă pe unitatea de masă a cilindrului ($E_{c,max}/m$) și randamentul rampei (η).

Cerințe

- Folosind numai materialele puse la dispoziție, determinați coeficientul de frecare la alunecare (μ) la rostogolirea cilindrului pe rampa de carton, utilizând **metoda grafică**.
- În acest scop veți lăsa cilindrul **să se rostogolească liber** pe rampă și veți determina distanțele x (distanța de la poziția de la care cilindrul este lăsat liber și baza rampei- distanța MB) și d (distanța de la baza rampei la poziția în care cilindrul se oprește pe suprafața orizontală- distanța BD).

1. Durata probei este de 3 ore.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
3. Punctajul acordat: 20 puncte pentru rezolvarea cerințelor, fără puncte din oficiu.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a VII-a



Pagina 2 din 4

- Realizați **cel puțin 5 măsurători**, treceți datele în tabelul de pe foaia de răspuns, **reprezentați grafic** $d = f(x)$ pe hârtia milimetrică atașată foii de răspuns și determinați coeficientul de frecare la alunecare utilizând graficul.

Atenție, foaia de răspuns se predă împreună cu lucrarea. Nu o semnați!

- Calculați energia cinetică maximă pe unitatea de masă a cilindrului atunci când este lăsat liber de la distanța $x = 5 \text{ cm}$.
- Calculați randamentul rampei. Ce observați? Explicați valoarea randamentului obținut.

Completați foile de răspuns astfel încât să respectați următoarele **cerințe**:

- 1) (4,00 p) Deducerea formulelor necesare pentru determinarea mărimilor fizice cerute.
- 2) (1,00 p) Descrierea modului de lucru.
- 3) (4,00 p) Rezultatele măsurătorilor și calculul coeficientului de frecare **folosind graficul**. Calculul energiei cinetice maxime pe unitatea de masă a cilindrului pentru $x = 5 \text{ cm}$ și calculul randamentului mecanic al rampei.
- 4) (1,00 p) Precizarea principalelor surse de erori (minimum trei) și soluții pentru reducerea acestora.

Indicații:

Pentru a obține rezultate concludente, lăsați cilindrul să se rostogolească liber de la **distanțe mici** față de baza rampei B și repetați măsurătorile de minim 3 ori pentru **aceeași distanță x** , notând în tabel **media** obținută pentru **distanța d** .

Prima determinare poate fi făcută pentru $x = 0,5 \text{ cm}$, iar ultima măsurătoare să **nu depășească $x=4 \text{ cm}$** .

Puteți utiliza în calcule $\sin 30^\circ = 0,500$ și $\cos 30^\circ = 0,866$.

Se va considera $g = 9,806 \text{ m/s}^2$

-
1. Durata probei este de 3 ore.
 2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 3. Punctajul acordat: 20 puncte pentru rezolvarea cerințelor, fără puncte din oficiu.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a VII-a



Pagina 3 din 4

Subiectul II: O balanță ...ingenioasă!

Materiale puse la dispoziție:

- riglă de plastic cu lungimea de 30 cm și masa cunoscută (vezi eticheta de pe riglă);
- cilindru cu masă necunoscută (cel de la experimentul de la subiectul I)
- rampa de la subiectul I

Scopul lucrării:

Veți determina masa cilindrului utilizat la experimentul de la subiectul I și densitatea acestuia.

Cerințe

- Utilizând numai materialele puse la dispoziție determinați masa cilindrului utilizat la experimentul anterior. Realizați cel puțin 4 măsurători, calculați erorile și exprimați rezultatul sub forma $\overline{m_c} = \overline{m_c} \pm \overline{\Delta m_c}$.
- Descrieți o metodă de determinare a diametrului cilindrului cu o eroare relativă de sub 10 %.
- Determinați densitatea cilindrului utilizat la subiectul I.

Completați foile de răspuns astfel încât să cuprindeți următoarele cerințe:

- 1) (3,00 p) Fundamentarea teoretică a metodei utilizate;
- 2) (2,00 p) Descrierea modului de lucru pentru determinarea masei cilindrului și a diametrului acestuia cu o eroare relativă de sub 10%.
- 3) (4,00 p) Rezultatele măsurătorilor și calculul masei cilindrului (tabelul cu date experimentale va fi conceput de voi). Determinarea densității cilindrului considerând masa medie determinată aici;
- 4) (1,00 p) Precizarea principalelor surse de erori (minimum trei) și soluții pentru reducerea acestora.

Indicații:

Înainte de a începe măsurătorile trebuie să determinați **poziția centrului de greutate al riglei** (cu precizie cât mai mare). Rigla este considerată omogenă și are masa înscrisă pe capătul ei cu marker albastru.

În calcule, veți considera $\pi = 3,14$

Subiecte propuse de:
prof. **Stenuța Tița GALL**, Școala Gimnazială nr. 5 Brașov

-
1. Durata probei este de 3 ore.
 2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 3. Punctajul acordat: 20 puncte pentru rezolvarea cerințelor, fără puncte din oficiu.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a VII-a



Pagina 4 din 4

Foaie de răspuns:

Subiectul I:

Rezultatele măsurătorilor și calculul coeficientului de frecare folosind graficul.

Tabel cu date experimentale:

x(cm)						
d(cm)						

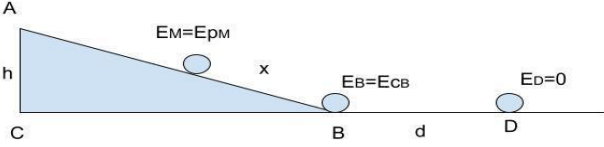
Graficul $d=f(x)$



1. Durata probei este de 3 ore.
2. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
3. Punctajul acordat: 20 puncte pentru rezolvarea cerințelor, fără puncte din oficiu.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Subiectul I: Rostogolire, coeficient de frecare și randament mecanic

Subiectul I (10 p)	Punctaj parțial	Punctaj total
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;">  </div> <p>1) Fundamentarea teoretică a fenomenului studiat.</p> <ul style="list-style-type: none"> - scrierea corectă a teoremelor de variație a energiei, <ul style="list-style-type: none"> $\Delta E_{MB} = L_{Ff_1}$ 0,2 p $\Delta E_{BD} = L_{Ff_2}$ 0,2 p - deducerea expresiei lui d în funcție de x, <ul style="list-style-type: none"> $E_B - E_M = -\mu mg x \cos \alpha$ (1) 0,2 p $E_D - E_M = -\mu mg d$ (2) 0,2 p Din (1)+(2) $\Rightarrow E_M - E_B = -\mu mg(x \cos \alpha + d)$ $-E_B = -\mu mg(x \cos \alpha + d)$, $mgh = \mu mg(x \cos \alpha + d)$ adică $h = \mu mg(x \cos \alpha + d)$ 0,2 p dar $h = x \sin \alpha$ 0,2 p $x \sin \alpha = \mu(x \cos \alpha + d)$ $x \sin \alpha - \mu x \cos \alpha = \mu d \Rightarrow$ $d = x \cdot \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\mu};$ 0,2 p $d = k \cdot x,$ 0,2 p - deducerea coeficientului de frecare în funcție de raportul $k = \frac{d}{x}$ $d = x \cdot \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\mu} \Rightarrow \frac{d}{x} = \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\mu}$ $k\mu = \sin \alpha - \mu \cos \alpha$ $k\mu + \mu \cos \alpha = \sin \alpha$ $\mu(k + \cos \alpha) = \sin \alpha$ $\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + k} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + \frac{d}{x}}$ 0,2 p - exprimarea randamentului mecanic în funcție de μ și α. - $\eta = \frac{L_u}{L_c}$ 0,2 p 		4 p

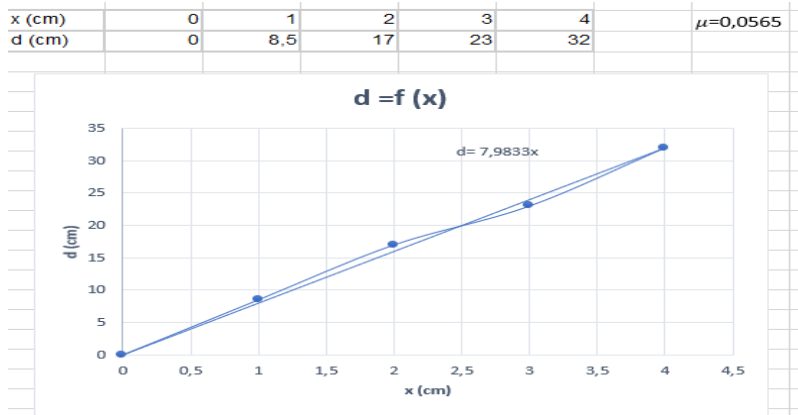
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

<ul style="list-style-type: none"> - $\eta = \frac{G \cdot h}{F \cdot l}, F = G_t + F_f$ - $G_t = mgsin\alpha ; F_f = \mu mgsin\alpha$ - $\eta = \frac{mgl \sin\alpha}{mgl(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}$ - $\eta = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}$ sau $\eta = \frac{1}{1 + \mu\cot\alpha}$ - Deducerea formulei energiei cinetice maxime pe unitatea de masă a cilindrului: la distanța x - $\Delta E_{MB} = L_{Ff_1}$ - $E_B - E_M = -\mu mgx\cos\alpha$ - $E_M = mgh, E_M = mgx\sin\alpha$ - $E_B = E_{c,max}$ - $\frac{E_{c,max}}{m} = gx(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ 	<p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p>	
<p>2) Descrierea modului de lucru. (1p)</p> <ul style="list-style-type: none"> -se lasă liber cilindrul de la diferite distanțe x față de baza rampei; - se măsoară distanța la care se oprește cilindrul față de baza rampei (d); -se repetă măsurătorile pentru alte distanțe x; -se trec datele în tabelul de date și se trasează graficul $d=f(x)$; -se alege un punct de pe grafic și se calculează $k = \frac{d}{x}$; -se calculează coeficientul de frecare cu formula: $\mu = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha + k}$	<p style="text-align: center;">0,1 p</p> <p style="text-align: center;">0,1 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p>	1 p
<p>3) Rezultatele măsurătorilor și calculul coeficientului de frecare folosind graficul, calculul energiei cinetice maxime pe unitate de masă, calculul randamentului mecanic al rampei (4p):</p> <ul style="list-style-type: none"> - completarea tabelului cu date experimentale (5 puncte în grafic) - realizarea corectă a graficului (trasarea dreptei printre puncte și prin originea sistemului de axe): <ul style="list-style-type: none"> ● scală cu valori echidistante pe axa Ox și Od, ● mărimi fizice și unități de măsură pe cele două axe, ● puncte conform tabel, ● Dreaptă <p>Exemplu de tabel și grafic:</p>	<p style="text-align: center;">(5×0,2) p</p> <p style="text-align: center;">0,2 p</p> <p style="text-align: center;">0,2p</p> <p style="text-align: center;">(5×0,1) p</p> <p style="text-align: center;">0,1 p</p>	4 p

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE



- calculul $k = \frac{d}{x}$ din grafic și
- calculul corect al coeficientului de frecare, care trebuie să se încadreze în limitele $\mu = 0,040 \div 0,080$ 0,5 p
- dacă elevul obține un coeficient de frecare în afara limitelor considerate mai sus, dar calculele sunt corecte și rezultatul este apropiat de limitele considerate, se acordă doar 0,5 p. 0,5 p
- calculul corect al randamentului rampei utilizând coeficientul de frecare determinat anterior. Randamentul trebuie să se încadreze în limitele $\eta = 0,800-0,990$
- dacă elevul obține un randament în afara limitelor considerate mai sus, dar calculele sunt corecte și rezultatul este apropiat de limitele considerate se acordă doar 0,3 p.
- explicația valorii acestuia (coeficient de frecare foarte mic, forță de frecare mică). 0,4 p
- dacă elevul obține $\eta \geq 1$, nu se acordă punctajul 0,2 p
- calculul energiei cinetice maxime pe unitate de masă
- $\frac{E_{c,max}}{m} = gx(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ care trebuie să se încadreze între limitele 0,4 p
- $\frac{E_{c,max}}{m} = 0,18 \div 0,32 \text{ J/kg}$

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a VII-a



Pagina 4 din 7

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

<p>- dacă elevul obține o valoare în afara intervalului considerat , dar calculele sunt corecte și rezultatul este apropiat de limitele considerate, se acordă doar 0,3 p</p>		
<p>4) Precizarea principalelor surse de erori (minim trei) și soluții pentru reducerea acestora.</p> <p>-pentru trei surse de erori și soluții de îmbunătățire corespunzătoare (ex: aproximări de calcul , clasa de precizie a riglei, neglijarea forței de rezistență a aerului, suprafață care nu este perfect orizontală, rampa care nu este perfect construită etc.)</p> <p>- dacă elevul identifică o singură sursă și soluție de îmbunătățire corespunzătoare se acordă 0,3 p, iar pentru două surse de erori 0,6 p.</p>	1 p	1 p

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

<p>2) Descrierea modului de lucru.</p> <ul style="list-style-type: none"> - se determină centrul de greutate al riglei prin sprijinirea acesteia de marginea rampei și căutarea poziției de echilibru; - se scoate rigla din poziția de echilibru și se așază cilindrul din lemn astfel încât rigla să se echilibreze din nou; - se determină brațele forțelor de greutate ale riglei și cilindrului - se trec datele în următorul tabel: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Nr det.</th> <th style="width: 10%;">m_r (g)</th> <th style="width: 10%;">b_r (mm)</th> <th style="width: 10%;">b_c (mm)</th> <th style="width: 10%;">m_c (g)</th> <th style="width: 10%;">$\overline{m_c}$ (g)</th> <th style="width: 10%;">Δm_c (g)</th> <th style="width: 10%;">$\overline{\Delta m_c}$ (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - se calculează: $\overline{m_c} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}{4}$ 0,1 p - se calculează erorile și eroarea medie 0,2 p - se exprimă masa cilindrului: $m_c = \overline{m_c} \pm \overline{\Delta m_c}$ 0,1 p - se măsoară dimensiunile cilindrului: diametrul și înălțimea și se calculează volumul cu formula (2) 0,2 p - se calculează densitatea cu formula (3). 0,2 p 	Nr det.	m _r (g)	b _r (mm)	b _c (mm)	m _c (g)	$\overline{m_c}$ (g)	Δm _c (g)	$\overline{\Delta m_c}$ (g)	1								2								3								4								<p>0,2 p</p> <p>0,3 p</p> <p>0,2 p</p> <p>0,5 p</p>	<p>2 p</p>
Nr det.	m _r (g)	b _r (mm)	b _c (mm)	m _c (g)	$\overline{m_c}$ (g)	Δm _c (g)	$\overline{\Delta m_c}$ (g)																																			
1																																										
2																																										
3																																										
4																																										
<p>3) Rezultatele măsurătorilor și calculul masei cilindrului</p> <ul style="list-style-type: none"> - tabelul cu date experimentale conceput de elevi, 0,5 p - completarea tabelului cu date experimentale măsurate corect; 0,5 p - calculul erorilor și exprimarea corectă a masei cilindrului care trebuie să se încadreze între limitele: 1 p <p style="margin-left: 20px;">$\overline{m_c} = (0,600 - 0,900)g$</p> <ul style="list-style-type: none"> - dacă elevul găsește masa cilindrului sub 1g , dar în afara limitelor considerate, va primi doar 0,7 p - calculul corect al volumului cilindrului care trebuie să se încadreze în limitele $V = (1,256 - 1,294)cm^3$ 1 p - dacă elevul calculează corect volumul, dar nu se încadrează în limitele considerate, va primi doar 0,75p 	<p>0,5 p</p> <p>0,5 p</p> <p>1 p</p> <p>1 p</p>	<p>4 p</p>																																								

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a VII-a



Pagina 7 din 7

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

<ul style="list-style-type: none">- calculul corect al densității cilindrului de la subiectul I care trebuie să se încadreze între limitele: $\rho = (0,460 - 0,720)g / cm^3$- dacă elevul calculează corect densitatea și găsește o valoare subunitară, dar nu se încadrează în limitele considerate, va primi doar 0,75p- Dacă obține o densitate $\rho > 1g / cm^3$ -nu se acordă punctajul pentru calculul densității	1 p	
4) Precizarea principalelor surse de erori (minimum trei erori) și soluții pentru reducerea acestora (ex. clasa de precizie a riglei, aproximări de calcul, erori de citire, suprafață care nu este perfect orizontală) <ul style="list-style-type: none">- pentru o singură sursă și soluție de îmbunătățire corespunzătoare se acordă 0,3 p,- pentru două surse de erori și o soluție de îmbunătățire corespunzătoare se acordă 0,6 p.	1 p	1 p
Notă: Se va lua în considerare orice rezolvare corectă a subiectelor care respectă cerințele enunțate.		

Bareme propuse de:

prof. **Stenuța Tița GALL**, Școala Gimnazială nr. 5 Brașov

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

Subiectul I. Sisteme mecanice diverse

(10 puncte)

Un grup de elevi pasionați de experimente au construit câteva sisteme mecanice și au analizat funcționarea acestora.

A) (2,0 p) Primul sistem mecanic este o trambulină de-a lungul căreia se poate deplasa un corp de mici dimensiuni cu masa $m = 400$ g. Sistemul are forma unui plan înclinat care se continuă cu o buclă circulară de rază $R = 0,5$ m (figura 1). Corpul este lăsat liber de la înălțimea $h = 2$ m și se oprește în punctul B. Modulul lucrului mecanic al forței de frecare dintre corp și trambulină, în decursul deplasării de la A la B, reprezintă o fracțiune $f = \frac{7}{8}$ din energia mecanică a corpului aflat în starea inițială. Calculează unghiul θ dintre orizontală și raza buclei în punctul B. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10$ m/s².

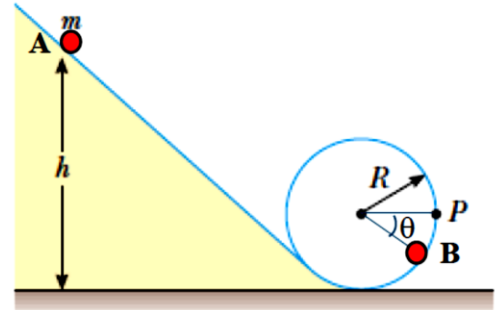


Figura 1

B) (4,2 p) Al doilea sistem mecanic este format dintr-un scripete mobil și un scripete fixat la marginea unei mese (figura 2). Peste scripetii, considerați ideali, sunt trecute două fire ideale care au fixate la capete două corpuri de mase $m_1 = 20$ dag și $m_2 = 80$ dag. Sistemul este menținut inițial în repaus, iar la un anumit moment este lăsat liber. Frecările sunt neglijabile atât pentru corpuri, cât și pentru scripeti. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10$ m/s².

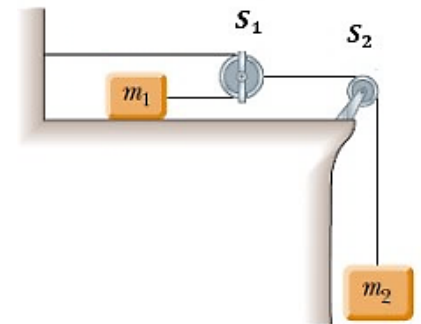


Figura 2

- a) Calculează viteza fiecăruia dintre cele două corpuri v_1 respectiv v_2 , la momentul în care corpul 1 se află la distanța $d_1 = 1$ cm față de poziția inițială.
- b) Figurează vectorul viteză relativă a corpului 2 față de corpul 1 în condițiile punctului a) și calculează modulul acesteia.

C) (3,8 p) Al treilea sistem este format dintr-un un plan înclinat de înălțime $h = 0,5$ m, lungime $AB = \ell$ și unghi $\theta = 30^\circ$. Planul este plasat pe o masă de înălțime $H = 1$ m față de sol (figura 3). Un corp cu masa $m = 200$ g, lăsat liber pe planul înclinat, ajunge la baza planului înclinat (B), după care își continuă mișcarea prin aer și ajunge la nivelul solului. Viteza corpului în momentul imediat anterior impactului cu solul are valoarea $v = 5$ m/s. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și planul înclinat depinde de distanța parcursă de corp pe plan, conform graficului din figura 4. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10$ m/s², iar frecarea cu aerul este neglijabilă.

- a) Calculează lucrul mecanic al forței de frecare dintre corp și planul înclinat.
- b) Determină valoarea maximă (μ_{max}) a coeficientului de frecare la alunecare dintre corp și planul înclinat .

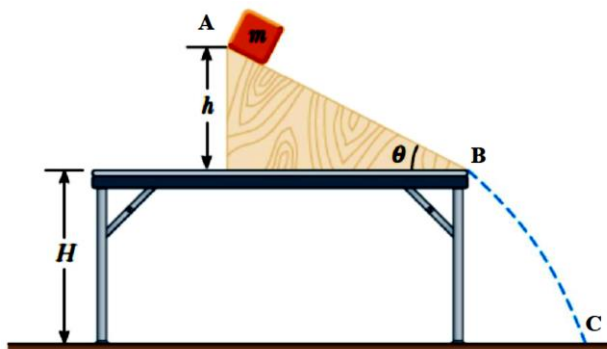


Figura 3

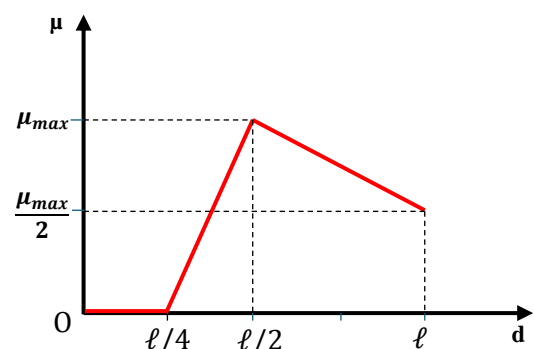


Figura 4

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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 II. Pârghii articulate

(10 puncte)

A) (3,0p) Un sportiv poate ține în mână o bilă cu masa $m = 5,0$ kg (figura 5). Pentru a explica mecanismul prin care mâna poate susține bila, un elev a realizat o schemă simplificată a mâinii în care sunt reprezentate două pârghii (braț, antebrăț) legate printr-o articulație (O) și un mușchi (biceps). Se cunoaște atât lungimea antebrăzului cu tot cu palmă $l = 35$ cm, cât și distanța dintre articulație și locul în care bicepsul acționează asupra antebrăzului, $d = 3,0$ cm. Centrul de greutate al antebrăzului cu palmă se află la distanța $a = 16$ cm față de articulație, iar masa este $M = 2,5$ kg. Desenează schema simplificată a antebrăzului care ține bila și calculează atât forța ce acționează asupra antebrăzului (\vec{F}) pentru a-l menține orizontal, cât și reacțiunea în articulație (\vec{F}_R). Se consideră accelerația gravitațională $g = 10$ m/s².

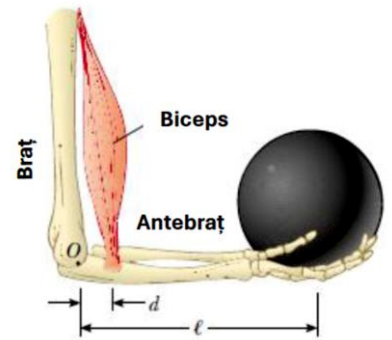


Figura 5

B) (7,0p) O bară neomogenă OB (figura 6) are masa $m = 120$ kg și lungimea $L = 4,0$ m. Bara, articulată în punctul O, este menținută în echilibru cu ajutorul unui sistem format din doi scripeți ideali, coaxiali și lipiți unul de celălalt, care au razele în relația: $R = \sqrt{3} \cdot r$. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10$ m/s².

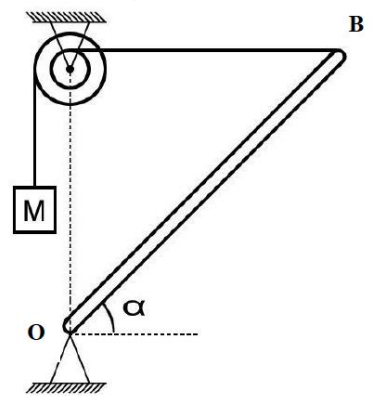


Figura 6

- a) Se observă că bara este în echilibru atunci când face cu orizontală un unghi $\alpha = 30^\circ$, iar masa corpului suspendat este $M = 30$ kg. Frecările sunt considerate neglijabile. Să se determine distanța dintre centrul de greutate al barei și articulația O.
- b) După un timp, datorită poluării, în sistemul de scripeți frecările nu mai pot fi neglijate. Determinați valorile extreme ale masei corpului suspendat pentru care bara își păstrează poziția, știind că randamentul sistemului de scripeți este $\eta = 80\%$.

Subiectul III. Resorturi cu surprize.

(10 puncte)

A) (5,5 p) Un resort de lungime nedeformată $l_0 = 1,0$ m, constantă elastică $k = 10$ N/m și masă neglijabilă, are capătul inferior fixat de o suprafață orizontală. Resortul este plasat de-a lungul axei Oy (figura 7). De la înălțimea H , măsurată față de suprafața orizontală, este lăsat să cadă liber un corp de masă $m = 100$ g. Corpul se deplasează în lungul axei Oy și cade pe resort. Se consideră accelerația gravitațională $g = 10$ m/s², iar frecările cu aerul se neglijează.

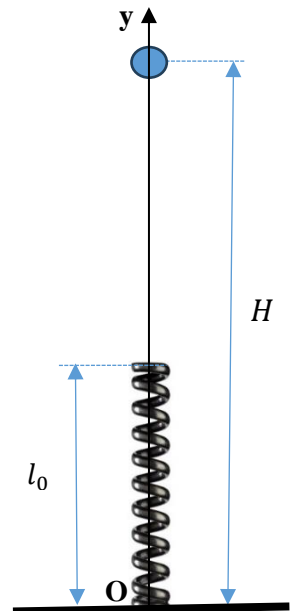


Figura 7

- a) Se constată că lungimea minimă a resortului, în timpul procesului, are valoarea $l_{min} = 50$ cm. Calculează înălțimea H de la care corpul a fost lăsat liber.
- b) Stabilește orientarea forței rezultante ce acționează asupra corpului și calculează modulul acesteia în momentul în care lungimea resortului este $l_1 = 95$ cm, respectiv $l_2 = 80$ cm.
- c) Determină viteza maximă a corpului în procesul descris.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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.

B) (4,5 p) Două resorturi, având lungimile în stare nedeformată egale, au constantele elastice $k_1 = 60 \text{ N/m}$ respectiv $k_2 = 40 \text{ N/m}$. Capetele superioare ale resorturilor sunt fixate de un suport fix și orizontal, iar capetele inferioare sunt prinse de o bară cu lungimea $l = 20,0 \text{ cm}$ și masă neglijabilă (figura 8). La distanța $d_1 = 5,0 \text{ cm}$ de capătul inferior al resortului k_1 este prins un cârlig ușor, ca în figura alăturată.

- De cârlig se suspendă un corp cu masa $m = 160 \text{ g}$, iar resorturile se alungesc lent, pe direcție verticală, până când sistemul ajunge într-o nouă stare de echilibru. Calculează alungirea fiecărui resort și distanța pe care coboară corpul până la atingerea poziției de echilibru.
- Calculează constanta elastică $k_{echivalent}$ a unui resort echivalent cu sistemul format din cele două resorturi, bară și cârlig aflat la distanța d_1 .

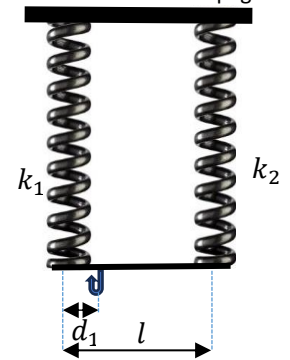


Figura 8

Subiecte propuse de:
prof. **Florina BĂRBULESCU**, Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație, București
prof. **Corina DOBRESCU**, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București
prof. **Rodica-Maria NEGREA**, Colegiul Național „Tudor Vladimirescu”, Târgu Jiu
prof. **Jean-Marius ROTARU**, Colegiul Național, Iași

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe 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 de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

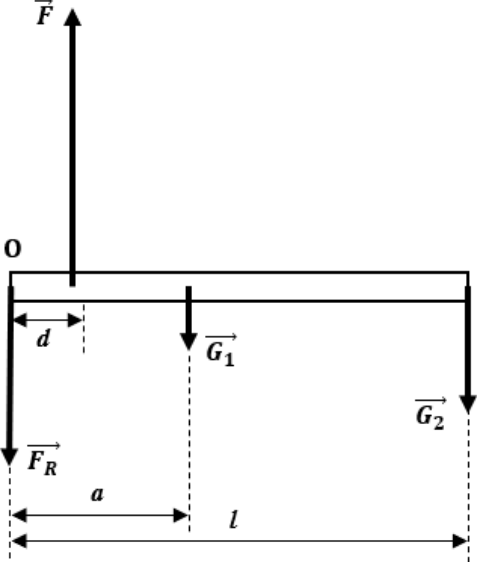
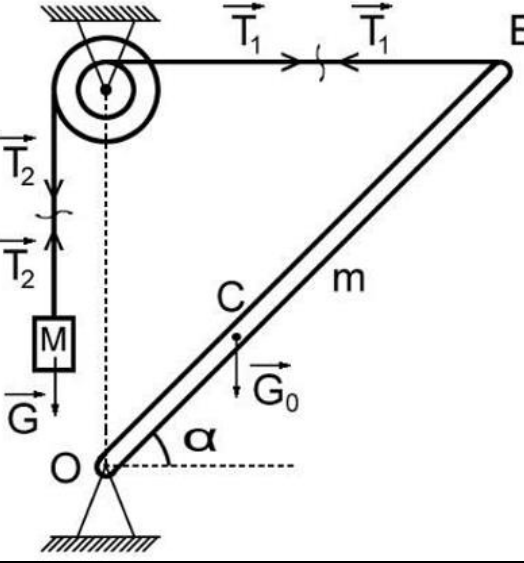
pagina 1 din 4

Subiectul I: „Sisteme mecanice diverse”		Parțial	Punctaj
A.	$L_G + L_N + L_{F_f} = \Delta E_c = 0$	0,5p	2p
	$E_{mi} = mgh$	0,4p	
	$L_{F_f} = -\frac{7}{8} E_{mi}$	0,3p	
	$L_G = mg(h - R + R\sin\theta)$	0,5p	
	$\theta = 30^\circ$	0,3p	
B) a.	$\frac{m_1 v_1^2}{2} = T_1 d_1$	0,6p	2,5p
	$\frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g d_2 - T_2 d_2$	1p	
	$T_2 = 2T_1$	0,3p	
	$d_1 = 2d_2; v_1 = 2v_2$	0,3p	
	$v_1 \cong 0,45 \text{ m/s} \left(= \frac{\sqrt{5}}{5} \text{ m/s} \right); v_2 \cong 0,22 \text{ m/s} \left(= \frac{\sqrt{5}}{10} \text{ m/s} \right)$	0,3p	
B) b.	$\vec{v}_{rel} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$	0,5p	1,7p
	reprezentare corectă	0,5p	
	$v_{rel} = \sqrt{v_2^2 + v_1^2}$	0,4p	
	$v_{rel} = 0,5 \text{ m/s}$	0,3p	
C) a.	$\frac{mv^2}{2} = mg(h + H) + L_{F_f}$	1p	1,3p
	$L_{F_f} = -0,5 \text{ J}$	0,3p	
C) b.	$F_f = \mu mg \cos\theta$	0,2p	2,5p
	$L_{F_f} = -mg \cos\theta \left(\frac{\mu_{max}}{2} \cdot \frac{\ell}{4} + \frac{3\mu_{max}}{4} \cdot \frac{\ell}{2} \right)$	2p	
	$\mu_{max} \cong 0,58 = \frac{1}{\sqrt{3}}$	0,3p	
TOTAL			10p

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

pagina 2 din 4

Subiectul II: „Pârghii articulate”	Parțial	Punctaj
<p>A.</p> 	1p	3p
$M_{F(0)} = M_{G_1(0)} + M_{G_2(0)} \Rightarrow F \cdot d = Mg \cdot a + mg \cdot l$	1p	
$F \cong 717 \text{ N} \cong 720 \text{ N}$	0,3p	
$F_R = F - Mg - mg$	0,4p	
$F_R \cong 642 \text{ N} \cong 640 \text{ N}$	0,3p	
<p>B. a.</p> 	-	3p
$M_{G_0(0)} = M_{T_1(0)} \Rightarrow mg \cdot l \cdot \cos \alpha = T_1 \cdot L \cdot \sin \alpha$	1p	
$M_{T_1(S)} = M_{T_2(S)} \Rightarrow T_1 \cdot r = T_2 \cdot R$	1p	
$Mg = T_2$	0,3p	
$l = \frac{M \cdot R}{m \cdot r} \cdot L \cdot \tan \alpha = 1,0 \text{ m}$	0,7p	
<p>B. b</p> $\eta = \frac{L_{T_1}}{L_{T_2\max}} = \frac{M_{T_1}}{M_{T_2\max}} = \frac{T_1 \cdot r}{T_2\max \cdot R}$	1p	4p
$T_2\max = M_{\max} g$	0,3p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

pagina 3 din 4

$M_{\max} = \frac{m \cdot \ell}{\eta \cdot L} \cdot \frac{r}{R} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = 37,5 \text{ kg} \square 38 \text{ kg}$	0,7p	
$\eta = \frac{L_{T_{2\min}}}{L_{T_1}} = \frac{M_{T_{2\min}}}{M_{T_1}} = \frac{T_{2\min} \cdot R}{T_1 \cdot r}$	1p	
$T_{2\min} = M_{\min} g$	0,3p	
$M_{\min} = \eta \cdot \frac{m \cdot \ell}{L} \cdot \frac{r}{R} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = 24 \text{ kg}$	0,7p	
TOTAL		10p

Subiectul III: „Resorturi cu surprize”		Parțial	Punctaj
A.a	$L_G + L_{F_e} = \Delta E_c = 0$	0,5p	2p
	$L_G = mg(H - l_{\min})$	0,6p	
	$L_{F_e} = -\frac{k(\ell_0 - l_{\min})^2}{2}$	0,6p	
	$H = 1,75 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}$	0,3p	
A.b.	$\vec{R} = \vec{G} + \vec{F}_e$		1p
	$R_1 = mg - k(\ell_0 - l_1)$	0,25p	
	$R_1 = 0,5 \text{ N}$; orientată în jos	0,25p	
	$R_2 = k(\ell_0 - l_2) - mg$	0,25p	
	$R_2 = 1,0 \text{ N}$; orientată în sus	0,25p	
A.c	Viteza maximă se atinge în momentul în care corpul trece prin poziția de echilibru (rezultanta forțelor este nulă)		2,5p
$mg = k(\ell_0 - l_e)$	0,6p		
$\frac{mv_{\max}^2}{2} = L'_G + L'_{F_e}$	0,6p		
$L'_G = mg(H - l_e)$	0,5p		
$L'_{F_e} = -\frac{k(\ell_0 - l_e)^2}{2}$	0,5p		
$v_{\max} = 4,0 \text{ m/s}$	0,3p		
B. a.	$F_{e1} + F_{e2} = mg$	0,5p	3p
	$M_{F_{e1}(C)} = M_{F_{e2}(C)} \Rightarrow F_{e1} \cdot d_1 = F_{e2}(\ell - d_1)$	1p	
	$\Delta l_1 = \frac{mg(\ell - d_1)}{k_1 \ell} = 2,0 \text{ cm}$	0,3p	
	$\Delta l_2 = \frac{mgd_1}{k_2 \ell} = 1,0 \text{ cm}$	0,3p	
	$h = \Delta l_2 + (\Delta l_1 - \Delta l_2) \cdot \frac{\ell - d_1}{\ell}$	0,6p	
	$h = 1,75 \text{ cm} \approx 1,8 \text{ cm}$	0,3p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba teoretică
Clasa a VII-a



BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

pagina 4 din 4

B.b	$\Delta l_{ech} = h$	0,6p	1,5p
	$k_{ech} \cdot \Delta l_{ech} = mg$	0,6p	
	$k_{ech} \cong 91,4 \text{ N/m} \approx 91 \text{ N/m}$	0,3p	
TOTAL			10p

Barem propuse de:
prof. **Florina BĂRBULESCU**, Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație, București
prof. **Corina DOBRESCU**, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București
prof. **Rodica-Maria NEGREA**, Colegiul Național „Tudor Vladimirescu”, Târgu Jiu
prof. **Jean-Marius ROTARU**, Colegiul Național, Iași

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.