1. *Lespedea şi palanul*

Mihai ridică o lespede de masă m într-o mişcare uniformă la înălţimea $h = 3\,\text{m}$ pe un plan înclinat, cu ajutorul sistemului de scripeţi din *Figura* 1 (***palan***). Când lespedea urcă uniform, tensiunea din firul de care aceasta este legată este $T_1 = 350\sqrt{2}\,\text{N}$, iar forţa din firul trecut peste palan este $F_1 = 125\sqrt{2}\,\text{N}$. Când lespedea a ajuns la înălţimea *h*, Mihai micşorează valoarea forţei exercitate asupra firului trecut peste ***palan***, până la valoarea F_2 şi constată că lespedea are tendinţa să coboare uniform, iar tensiunea în firul de care este legată aceasta are valoarea $T_2 = 150\sqrt{2}\,\text{N}$. Determină:

a) variaţia energiei potenţiale a sistemului format din lespede şi Pământ, la urcarea acesteia la înălţimea *h*, presupunând că masa lespezii este $m = 50\,\text{kg}$;

b) masa lespezii şi randamentul la urcarea acesteia pe planul înclinat de unghi $\alpha = 45°$;

c) randamentul la care este folosit *palanul* şi lucrul mecanic efectuat de forţa F_1, pentru ridicarea lespezii.

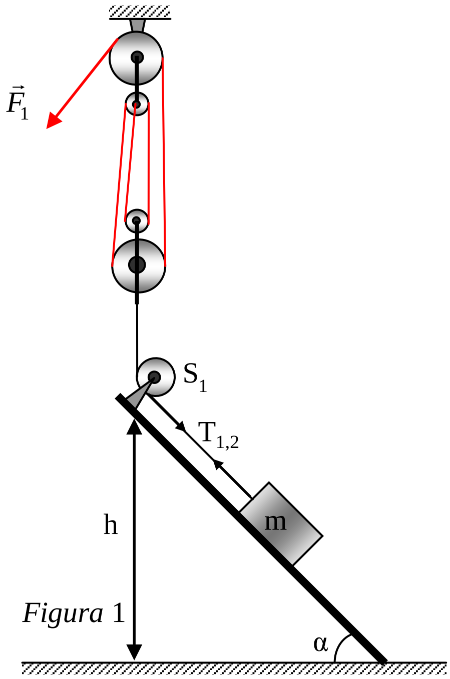


Figura 1

Scripetele S_1 este ideal, iar firele sunt inextensibile şi de masă neglijabilă. Acceleraţia gravitaţională se consideră $g = 10\,\dfrac{\text{N}}{\text{kg}}$.

2. *Căldura specifică...*

Printr-o documentare atentă, Alexia și Alin au aflat că, la unele metale, pentru intervale mari de temperatură, căldura specifică *c* variază cu temperatura după o relaţie (funcţie) de forma $c(t) = a + bt$, unde *a* şi *b* sunt constante reale, (exprimate în $\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, respectiv $\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}^2}$), iar *t* este temperatura. Pentru a se convinge de acest lucru, ei au determinat prin măsurări calorimetrice căldura schimbată de o bucată de cupru pur cu masa $m = 250\,\text{g}$ pe intervale foarte mici de temperatură. Rezultatele măsurătorilor sunt prezentate în tabelul de mai jos:

Nr. interval	Interval $(°\text{C})$	t_{medie} din interval $(°\text{C})$	$\Delta t\,(°\text{C})$	$Q\,(\text{J})$	$c\left(\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\right)$
1	19-21	20		191,0	
2	29-31	30		191,5	
3	39-41	40		192,0	
4	49-51	50		192,5	
5	59-61	60		193,0	
6	69-71	70		193,5	
7	79-81	80		194,0	

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 în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Pentru a extinde cercetările, Alexia şi Alin au făcut o vizită la Universitatea Babeş-Bolyai din Cluj-Napoca, în laboratorul de fenomene termice. Ajutaţi de un fizician, cei doi elevi au introdus într-un cuptor electric încălzit de o sursă termică cu puterea constantă, o piesă de cupru pur și au încălzit-o până la 400°C. Ei au fost bucuroşi să constate că rezultatele obţinute în laboratorul de la şcoală pentru temperaturi mici se confirmă şi pentru temperaturi mari în laboratorul de la Universitate.

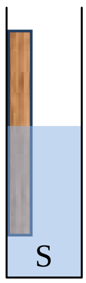
a) Utilizează fişa de răspuns ***Căldura specifică*** şi completează tabelul.
b) Reprezintă grafic, pe aceeaşi fişă, dependenţa de temperatură a căldurii specifice a cuprului şi determină valorile coeficienţilor *a* şi *b* din expresia analitică a dependenţei $c(t)$.
c) Calculează valoarea raportului $\frac{\tau_1}{\tau_2}$ dintre durata încălzirii în cuptor a piesei din cupru de la $t_1 = 100\,°\mathrm{C}$ la $t_2 = 200\,°\mathrm{C}$ și durata încălzirii de la $t_3 = 300\,°\mathrm{C}$ la $t_4 = 400\,°\mathrm{C}$.

3. *Grădina bunicului*

Pentru a uda grădina, bunicul Ioanei foloseşte apa colectată într-un rezervor cilindric cu înălţimea $H = 3\,\mathrm{m}$ și aria secțiunii transversale $S = 7\,\mathrm{m}^2$. Într-o zi, el constată că robinetul de la baza rezervorului s-a blocat, astfel încât grădina nu mai poate fi udată, deşi distanța de la suprafața apei din rezervor până la nivelul maxim este $\Delta h = 21\,\mathrm{cm}$.

Pentru a folosi totuşi apa din rezervor, bunicul introduce un furtun lung în rezervor, până la baza acestuia, trecându-l peste buza rezervorului, printr-un șanț decupat de grosimea furtunului, încât furtunul nu depășește buza rezervorului; bunicul constată însă că, prin capătul aflat pe sol, nu curge nici un strop de apă! Văzând ce se întâmplă, Ioana i-a spus bunicului: *dacă vrei să uzi, trebuie să crești nivelul apei din rezervor. Uite, dacă introduc un creion într-o eprubetă cu apă, nivelul apei crește!*

Bunicul a prins ideea! Dar, deoarece nu mai era în putere (a slăbit până la 70 kg!) și nu putea pune lemne voluminoase în rezervor, a decis să umple saci menajeri cu reziduuri din grădină (masa unui sac fiind $m = 21\,\mathrm{kg}$), pe care i-a legat bine ca să nu intre apă și să îi pună în rezervor, folosind o scară.



a) Determină expresia denivelării (y), pe care o produce creionul Ioanei, introdus în eprubetă ca în figura alăturată. Masa creionului este m_c, aria secţiunii transversale a eprubetei este S, iar apa are densitatea ρ.
b) Calculează numărul sacilor urcaţi de bunicul Ioanei pentru a asigura curgerea apei din rezervor prin furtun. Câtă apă va curge din rezervor?
c) Calculează energia consumată de bunic pentru începerea udării grădinii. Se consideră densitatea apei $\rho = 1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ şi acceleraţia gravitaţională $g = 10\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$.

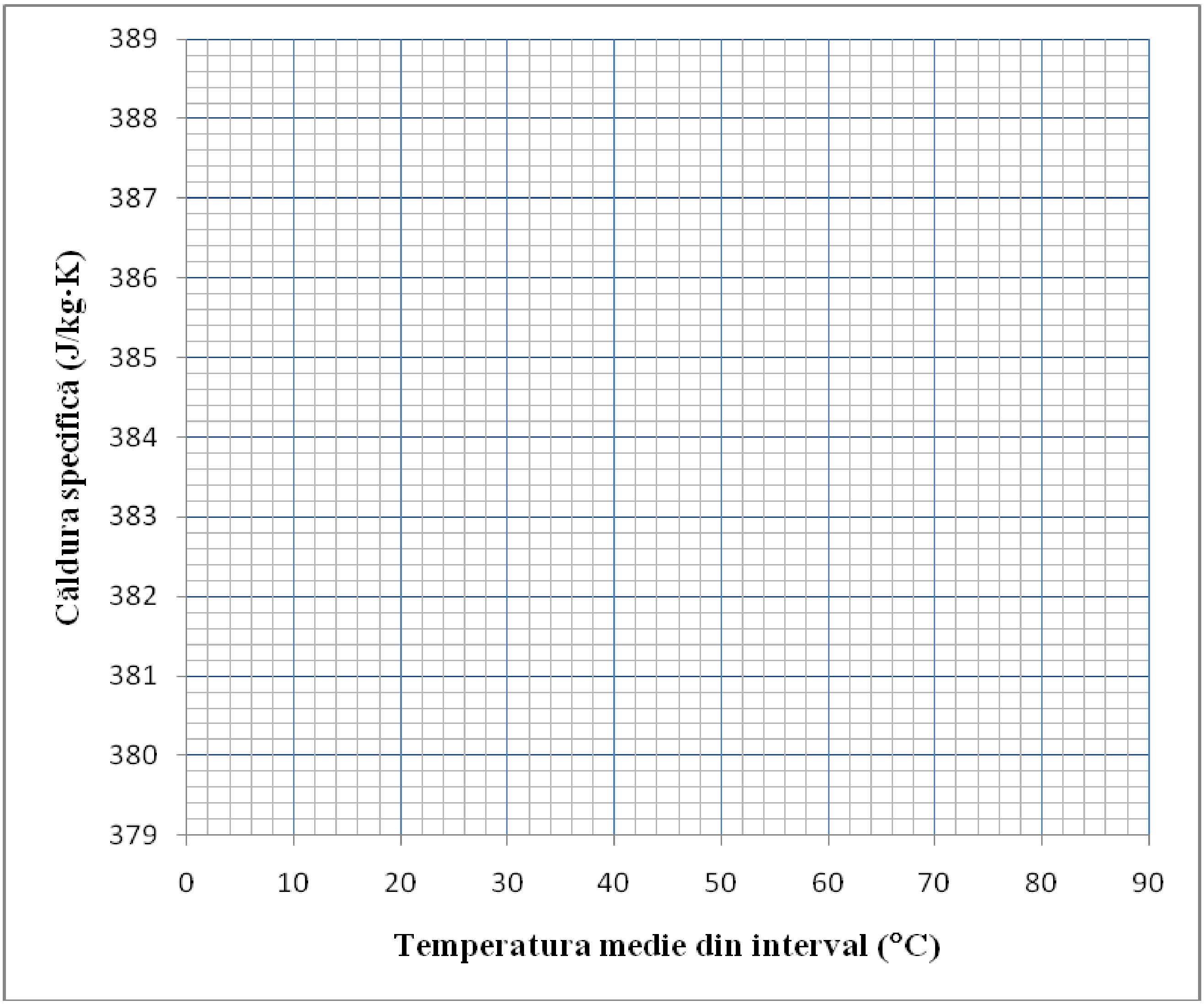
Subiecte propuse de:
Prof. Ion Băraru, Colegiul Naţional „Mircea cel Bătrân" – Constanța,
Prof. Dorel Haralamb, Colegiul Naţional „Petru Rareş" – Piatra Neamţ
Prof. Florin Măceşanu, Şcoala Gimnazială „Ştefan cel Mare" – Alexandria
Prof. Constantin Rus, Colegiul Naţional „Liviu Rebreanu" – Bistriţa

Fişa de răspuns ***Căldura specifică***

a)

Nr. interval	Interval $(°C)$	t_{medie} din interval $(°C)$	$\Delta t(°C)$	$Q(J)$	$c\left(\frac{J}{kg \cdot K}\right)$
1	19-21	20		191,0	
2	29-31	30		191,5	
3	39-41	40		192,0	
4	49-51	50		192,5	
5	59-61	60		193,0	
6	69-71	70		193,5	
7	79-81	80		194,0	

b)



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 în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

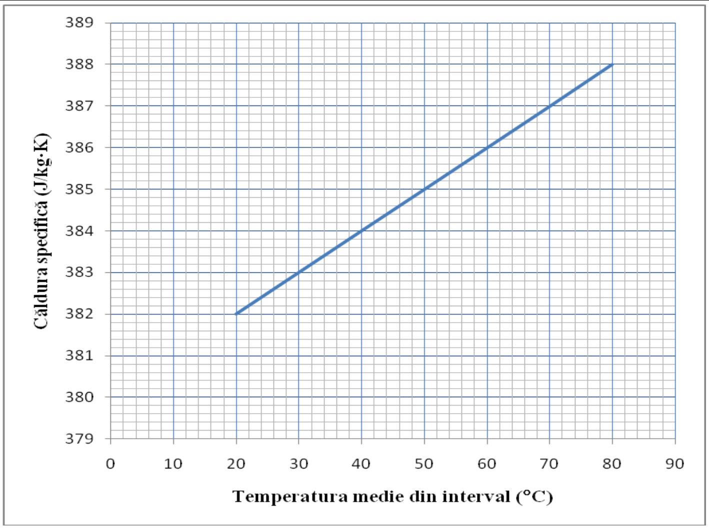
Subiect 1	**Parțial**	**Punctaj**
1. Barem subiect 1		**10**
a. $\Delta E_p = mgh$	2	**3**
$\Delta E_p = 1500\,\text{J}$	1	
b. La urcarea lespezii pe planul înclinat: $T_1 = G_t + F_f\ (1)$	0,25	**3**
Când lespedea are tendința să coboare uniform: $T_2 + F_f = G_t\ (2)$	0,25	
Din relațile (1) și (2) obținem: $T_1 + T_2 = 2mg\sin\alpha$	0,5	
$m = \dfrac{T_1 + T_2}{2g\sin\alpha}$	0,5	
$m = 50\,\text{kg}$		
$\eta = \dfrac{Gh}{T_1\ell} = \dfrac{G_t}{T_1} = \dfrac{T_1 + T_2}{2T_1}$	1	
$\eta = \dfrac{5}{7} = 71,42\%$	0,5	
c. $\eta_p = \dfrac{T_1 \cdot d}{F_1 \cdot 4d} = \dfrac{T_1}{4F_1}$	1,25	**3**
$\eta_p = 0,7 = 70\%$	0,25	
$L_{F_1} = F_1 \cdot 4\ell = 4F_1 \cdot \dfrac{h}{\sin\alpha}$	1,25	
$L_{F_1} = 3000\,\text{J}$	0,25	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiect 2	Parțial	Punctaj
2. Barem subiect 2		**10**
a. $Q = mc\Delta t$	1,5	**3**
(tabel)	1,5	

Nr. int.	Interval $(^\circ C)$	t_{medie} din interval $(^\circ C)$	$\Delta t(^\circ C)$	$Q(J)$	$c\left(\frac{J}{kg \cdot K}\right)$
1	19-21	20	2	191,0	382
2	29-31	30	2	191,5	383
3	39-41	40	2	192,0	384
4	49-51	50	2	192,5	385
5	59-61	60	2	193,0	386
6	69-71	70	2	193,5	387
7	79-81	80	2	194,0	388

b. Pentru grafic (1,5)



$$\begin{cases} a = 380\,\dfrac{J}{kg \cdot K} & (1) \\ b = 0{,}1\,\dfrac{J}{kg \cdot K^2} & (0{,}5) \end{cases}$$

Căldura specifică depinde de temperatură conform relației: $c(t) = 380 + 0{,}1t$

Punctaj b: **3**

c. Căldura specifică medie pentru intervalul $100^\circ C - 200^\circ C$ este:

$c_{12} = \frac{1}{2}[c(100) + c(200)]$; $c_{12} = 395\frac{J}{kg \cdot K}$ — 1

Căldura specifică medie pentru intervalul $300^\circ C - 400^\circ C$ este:

$c_{34} = \frac{1}{2}[c(300) + c(400)]$; $c_{34} = 415\frac{J}{kg \cdot K}$ — 1

$P = \frac{Q_{12}}{\tau_1} = \frac{Q_{34}}{\tau_2}$ şi raportul cerut este: $\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{Mc_{12}(t_2 - t_1)}{Mc_{34}(t_4 - t_3)}$

adică: $\frac{\tau_1}{\tau_2} = 0{,}952$ — 1

Punctaj c: **3**

Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiect 3		
3. Barem subiect 3		**10**
a. Din condiţia de echilibru pentru creion: $G_c = F_A$ în care: $\begin{cases} G_c = m_c g \\ F_A = V_{imersie}\rho g; V_{imersie} = Sy \end{cases}$ Rezultă: $y = \dfrac{m_c}{\rho S}$	1 0,5 1 0,5	**3**
b. La introducerea unui sac, nivelul apei creşte cu: $y = \dfrac{m}{\rho S}$ Pentru ridicarea apei la nivelul superior al rezervorului sunt necesari: $n = \dfrac{\Delta h}{y} = 70$ saci Deoarece cele două capete ale furtunului se află aproximativ la același nivel, curge toată apa din rezervor.	1 1 1	**3**
c. La fiecare urcare pe scară, bunicul ridică la nivelul $H = 3\,\mathrm{m}$ atât un sac menajer cât şi propriul corp cu masa $M = 70\,\mathrm{kg}$ La coborâre, bunicul dezvoltă lucru mecanic rezistiv pentru coborârea propriului corp în mod uniform* Consumul de energie este suma tuturor acestor eforturi: $E = n(M+m)gH + nMgH = ngH(2M+m)$ $E = 338100\,\mathrm{J}$ ______________ * Dacă în rezolvare se omite lucrul mecanic rezistiv efectuat la coborârea pe scară, adică dacă se obţine rezultatul: $E = n(M+m)gH = 191100\,\mathrm{J}$, atunci se acordă 2,5 puncte.	1 0,5 1 0,5	**3**
Oficiu		**1**

Subiecte propuse de
Prof. Ion Băraru, Colegiul Naţional "Mircea cel Bătrân" – Constanţa,
Prof. Dorel Haralamb, Colegiul Naţional „Petru Rareş" – Piatra Neamţ
Prof. Florin Măceşanu, Şcoala Gimnazială "Ştefan cel Mare" – Alexandria
Prof. Constantin Rus, Colegiul Naţional"Liviu Rebreanu" – Bistriţa

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.