

Pentru rezolvarea subiectelor consideră accelerația gravitațională  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

1. Pentru aprofundarea noțiunilor învățate la orele de fizică, Adi și Dani își propun să facă câteva experimente.

- a) Adi fixează la capetele unui resort elastic foarte ușor de constantă de elasticitate  $k = 100 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$  un puc de hochei cu masa  $m_1 = 160 \text{ g}$  și un cubuleț de masă  $m = 600 \text{ g}$ . Așază sistemul obținut pe o masă orizontală, resortul fiind în stare nedeformată, vezi fig. 1.a. Coeficientul de frecare la alunecare dintre oricare corp și suprafața orizontală este  $\mu = 0,2$ . Determină forța minimă orizontală cu care trebuie să tragă Adi de puc, pentru a pune în mișcare cubulețul.

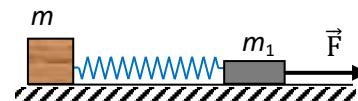


Fig. 1.a.

- b) Dani înlocuiește pucul cu un alt cubuleț identic cu cel de la punctul a) și așază sistemul pe masa orizontală, astfel încât cubulețul 1 să fie în contact cu peretele vertical, iar resortul să fie nedeformat. Determină viteza minimă pe care trebuie să o imprime Dani cubulețului 2 astfel încât cubulețul 1 să se desprindă de perete, vezi fig. 1.b.

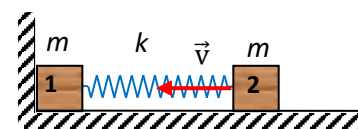


Fig. 1.b.

- c) Adi așază pucul la baza unei rampe cu înălțimea  $h = 3 \text{ m}$  și unghiul  $\alpha = 45^\circ$ . Dani imprimă pucului o viteză  $v_0 = 9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  paralelă cu rampa, fig. 1.c. Coeficientul de frecare dintre puc și rampă este  $\mu = 0,2$ . Determină viteza pucului în momentul în care părăsește rampa și înălțimea maximă la care ajunge pucul, față de baza rampei. Frecările cu aerul se consideră neglijabile. Consideră energia potențială gravitațională la baza rampei nulă.

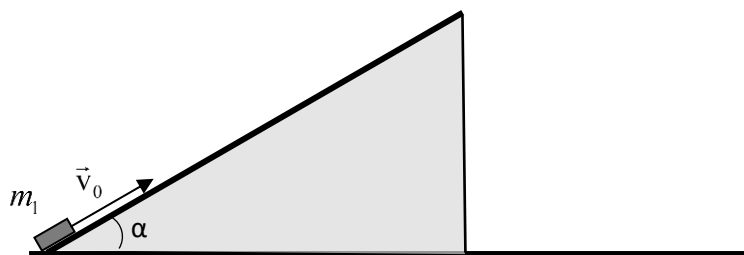


Fig. 1. c.

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 cerințele 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.



2. Pentru studiul fenomenelor termice Dani și Adi se află în laboratorul de fizică și experimentează.

a) Adi constată că, lăsând o cantitate de apă de la robinet, de masă  $m = 100\text{ g}$ , să stea un timp  $\tau_1 = 5\text{ min}$  într-un vas metalic, ea se încălzește cu  $\Delta T = 10\text{ K}$ . O cantitate de gheață cu masa  $m = 100\text{ g}$ , aflată la temperatura de  $0^\circ\text{C}$ , lăsată un timp  $\tau_2 = 30\text{ min}$  în același recipient metalic se topește integral. Determină capacitatea calorică a vasului metalic.

b) Dani pune un amestec de apă și gheață aflat în echilibru termic într-un calorimetru. Acesta este prevăzut cu un mic fierbător electric și un termometru. Fierbătorul electric furnizează calorimetrului o putere termică constantă  $P = 200\text{ W}$  cu randamentul termic  $\eta = 80\%$ . Înregistrând evoluția în timp a temperaturii amestecului, Dani a obținut diagrama din figura 2. Calculează masa inițială de gheață  $m_1$  și masa de apă din calorimetru la momentul  $\tau_2 = 1180\text{ s}$ . Se neglijează transferul de căldură prin pereții calorimetrului, capacitatea calorică a calorimetrului, a termometrului și a fierbătorului.

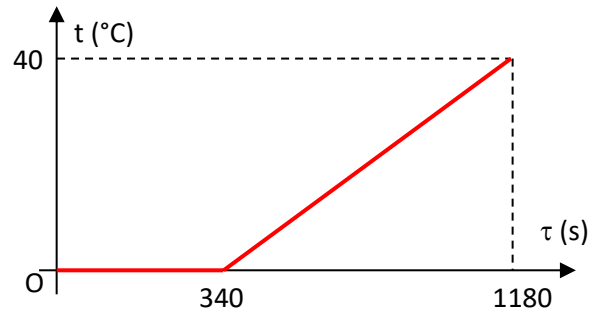


Figura 2

Se cunosc: temperatura de topire a gheții  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ , căldura specifică a apei  $c_a = 4200\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , căldura latentă specifică de topire a gheții  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

c) Adi extinde cercetările și pune într-un calorimetru de capacitate calorică  $C$  o cantitate  $m_1$  de gheață, la temperatura  $t_1 < t_0$  unde  $t_0$  este temperatura normală de topire a gheții. Introduce apoi în calorimetru o cantitate  $m_2$ , de apă la temperatura  $t_2 > t_0$ . Determină stările finale de echilibru, posibile, ale amestecului, forma ecuațiilor calorimetrice pentru diferitele stări și condițiile de realizare a acestora. Căldura specifică a gheții este  $c_g$ , a apei este  $c_a$ , iar căldura latentă specifică de topire a gheții este  $\lambda$ .

Se neglijează transferul de căldură între calorimetru și mediul exterior.

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 cerințele 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.

3. Pentru cei doi tineri, fenomenele electrice reprezintă o provocare pentru a explica diverse procese fizice care pot avea loc în natură sau în condiții de laborator.

a) Adi s-a documentat și a aflat că picăturile de apă care coboară prin aerul atmosferic se pot electriza.

Pentru a înțelege cum se deplasează picăturile de apă prin atmosferă, în diferite situații, Adi a utilizat un soft educațional care simulează această mișcare. O picătură de apă cu volumul  $V = 2\text{ml}$  coboară uniform cu viteza  $v_0 = 5\text{m/s}$  atunci când ea se deplasează prin aer și nu este electrizată. Dacă picătura de apă se electrizează, atunci ea coboară uniform cu viteza  $v = 8\text{m/s}$ . Știind că picătura de apă se deplasează într-un câmp electric uniform cu liniile de câmp verticale și orientate în jos ( figura 3), determină sarcina electrică a picăturii de apă. Câmpul electric uniform acționează asupra unității de sarcină electrică punctiformă cu o forță  $f = 2\text{kN/C}$ . Se cunoaște densitatea apei  $\rho_{\text{apă}} = 1\text{g/cm}^3$ , densitatea aerului  $\rho_{\text{aer}} = 1,22\text{kg/m}^3$  și că forța de rezistență la deplasarea picăturii de apă prin aer este proporțională cu viteza acesteia  $F_r = k \cdot v$ .

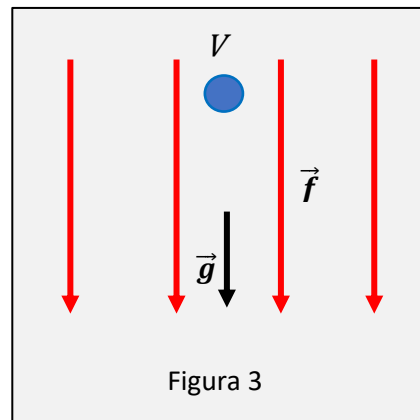


Figura 3

b) Calculează lucrul mecanic efectuat de forța de rezistență în timpul coborârii picăturii de apă prin aer, considerând că picătura este electrizată și începe să cadă din repaus, atingând viteza constantă  $v = 8\text{m/s}$  după parcurgerea distanței  $h = 4\text{m}$ . În timpul acestei deplasări picătura de apă are volumul constant.

c) Dani se întreabă ce procese fizice ar putea avea loc în timpul deplasării uniforme a picăturilor de apă prin aerul atmosferic aflat la temperatura  $t = 0^\circ\text{C}$ . Picăturile de apă ce se deplasează uniform cu viteza  $v = 8\text{m/s}$  se pot transforma în gheață, producându-se grindină. Știind că picătura de apă preia sub formă de căldură, 50% din energia disipată prin frecarea cu aerul, determină masa particulei de gheață rezultată din picătura de apă, după coborârea uniformă pe distanța  $H = 2\text{km}$ . Se cunosc: căldura latentă specifică de vaporizare a apei  $\lambda_v = 2,25\text{MJ/kg}$  și căldura latentă specifică de topire a gheții  $\lambda_t = 3,4 \cdot 10^5\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Subiectele au fost propuse de:

Prof. Corina Dobrescu, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu” – București

Prof. Florin Măceșanu, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare” – Alexandria

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 cerințele 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.