

**Tema lucrării**  
**Determinarea capacității calorice a unui corp**

**Ai la dispoziție:**

- un calorimetru ce conține  $m_a = 100$  g apă (căldura specifică  $c = 4190$  J/kg K);
- în calorimetrul cu apă se află introdusă o sticlură în care se află aer. Sticlura este închisă ermetic cu ajutorul unui dop din cauciuc. Aerul din sticlură comunică prin intermediul unui ac trecut prin dop cu un furtun din plastic îndoit în formă de „U”. Pe corpul calorimetrului este lipită o hârtie milimetrică. În furtun se află o coloană de lichid (ansamblul sticlură, furtun și coloana de lichid din furtun reprezintă un termometru cu aer);
- un al doilea vas pentru a păstra apa fierbinte necesară experimentului;
- două piulițe identice, fiecare cu masa  $m_c = 64$  g confecționate dintr-un metal având căldura specifică  $c = 820$  J/kg K;
- un cârlig metalic pentru transportul piulițelor;
- apă fierbinte (se va obține la cererea elevului).

**ATENȚIE: nu introdu mâna în apa fierbinte! Folosiți cârligul metalic!**

**Manipulează cu grijă vasele pentru a nu le răsturna!**

**INDICAȚII: la scoaterea dopului ține cu degetele marginea paharului. Nu pune mâna pe sticlură.**

**Sarcini de lucru:**

**A.1.** În caseta **A.1.** din foia de răspunsuri descrie o metodă prin care să determini capacitatea calorică a sticlurii împreună cu dopul de cauciuc (vei neglija schimburile de căldură dintre aerul din sticlură și aerul din furtun, capacitatea calorică a paharului din plastic precum și variația de volum a aerului din ansamblul sticlură și furtun).

**A.2.** Completează în tabelul A.2. de date experimentale pentru o singură măsurătoare.

**A.3.** În caseta **A.3.** scrie formulele și ecuațiile necesare aflării valorii capacității calorice a sticlurii împreună cu dopul de cauciuc. Dedu expresia capacității calorice a sticlurii împreună cu dopul de cauciuc și calculează valoarea sa numerică.

**A.4.** În caseta A.4. enumeră câteva surse de erori (cel puțin trei).

**A. Determinarea capacității calorice a sticlei și dopului din vasul calorimetric****A.1.** Descrie o metodă prin care să determini capacitatea calorică a sticlei împreună cu dopul de cauciuc

a) se introduc cele două piulițe în vasul cu apă fierbinte;	4 puncte
b) se închide vasul cu apă fierbinte și se lasă un timp suficient pentru stabilirea echilibrului termic;	
c) cu ajutorul cârligului se scoate o piuliță din apa fierbinte și se introduce în calorimetru; se pune rapid capacul și se așteaptă stabilirea echilibrului termic (cca. 4-5 min.);	
d) se marchează pe hârtia milimetrică nivelul ( $h_1$ ) la care va urca lichidul din tub;	
e) cu ajutorul cârligului se introduce a doua piuliță în calorimetru și se repetă operațiile de la punctul 3, marcând apoi pe hârtia milimetrică nivelul ( $h_2$ ) la care se urcă lichidul din tub.	

**A.2.**

Completează tabelul de date experimentale pentru o singură măsurătoare. Completează prin notații specifice mărimile și valorile corespunzătoare pe care le-ai identificat ca fiind necesare a fi cunoscute pentru a îndeplini sarcina de lucru **A.1.**

$m_a$	$c_a$	$m_c$	$c_c$	$h_1$	$h_2$	2 puncte
0,15 kg	4190 J/kg K	64 g	465 J/kg K	17÷19 mm	32÷36 mm	

**A.3.** Scrie formulele și ecuațiile necesare aflării valorii capacității calorice a sticlutei împreună cu dopul de cauciuc. Dedu expresia capacității calorice a sticlutei împreună cu dopul de cauciuc și calculează valoarea sa numerică.

$ Q_{cedat}  = Q_{primit}$	0,25 puncte
<p>➤ la prima determinare primește căldură apa din vas, corpul sticlutei și aerul din sticlă. Se neglijează căldura primită de aerul din sticlută.</p> <p>Rezultă:</p> $Q_{ced} = m_c c_c (T - T_{e1})$ $Q_{prim} = m_a c_a (T_{e1} - T_0) + C_s (T_{e1} - T_0)$ <p>Rezultă:</p> $m_c c_c T = m_c c_c T_{e1} + m_a c_a (T_{e1} - T_0) + C_s (T_{e1} - T_0) \quad (1)$ <p>Unde:</p> <p>T = temperatura apei fierbinți  <math>T_0</math> = temperatura apei din vasul primului calorimetru  <math>T_{e1}</math> = Prima temperatură de echilibru  <math>C_s</math> = Capacitatea calorică a sticlutei</p>	2 puncte
<p>➤ la a doua determinare primește căldură apa din vas, corpul sticlutei și primul corp.</p> <p>Rezultă:</p> $Q_{ced} = m_c c_c (T - T_{e2})$ $Q_{prim} = m_c c_a (T_{e2} - T_{e1}) + m_a c_a (T_{e2} - T_{e1}) + C_s (T_{e2} - T_{e1})$ $m_c c_c T = m_c c_c T_{e2} + m_c c_c (T_{e2} - T_{e1}) + m_a c_a (T_{e2} - T_{e1}) + C_s (T_{e2} - T_{e1}) \quad (2)$ <p>Unde :</p> <p><math>T_{e2}</math> = a doua temperatură de echilibru</p>	2 puncte
<p>Din relațiile (1) și (2) rezultă:</p> $C_s = 2m_c c_c \frac{T_{e2} - T_{e1}}{2T_{e1} - T_{e2} - T_0} - m_a c_a \quad (3)$	1 punct
<p>Aerul din sticlută suferă o transformare izocoră a cărei ecuație este:</p> $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_{e1}} = \frac{p_2}{T_{e2}} \quad (4)$	0,5 puncte

<p>Rezultă:</p> $T_{e1} = T_0 \frac{p_1}{p_0}; \quad T_{e2} = T_0 \frac{p_2}{p_0}; \quad T_{e1} - T_0 = \frac{T_0}{p_0}(p_1 - p_0);$ $T_{e2} - T_{e1} = \frac{T_0}{p_0}(p_2 - p_1)$ $2T_{e1} - T_{e2} - T_0 = \frac{T_0}{p_0}(2p_1 - p_2 - p_0) \quad (5)$ <p>Unde:  <math>p_0</math> = presiunea atmosferică</p>	1,25 puncte
<p>Rezultă:</p> $C_s = 2m_c c_c \frac{p_2 - p_1}{2p_1 - p_2 - p_0} - m_a c_a \quad (6)$	1 punct
<p>Dar:</p> $p_1 = p_0 + 2\rho_a g h_1$ $p_2 = p_0 + 2\rho_a g h_2$ <p>Rezultă:</p> $p_2 - p_1 = 2\rho_a g (h_2 - h_1)$ $2p_1 - p_2 - p_0 = 2\rho_a g (2h_1 - h_2)$	0.75 puncte
<p>Înlocuind în (6) rezultă:</p> $C_s = 2m_c c_c \frac{h_2 - h_1}{2h_1 - h_2} - m_a c_a$	1 punct
<p>Numeric: <math>C_s = 72 \div 166 \text{ J/K}</math></p>	0.25 puncte

**A.4.** Enumeră câteva surse de erori (cel puțin trei).

<ol style="list-style-type: none"><li>1. nestabilirea echilibrului termic dintre apa fierbinte și cele două piulițe;</li><li>2. nestabilirea echilibrului termic în calorimetru la cele două determinări;</li><li>3. erori datorate citirii înălțimilor coloanei de apă din furtun;</li><li>4. scăderea temperaturii piulițelor pe parcursul manipulării lor din vasul cu apă fierbinte în vasul calorimetric;</li><li>5. pierderile de căldură datorate transferului termic prin pereții calorimetrului;</li><li>6. neglijarea capacității calorice a vaselor calorimetrului.</li></ol>	2 puncte
--	----------

Notă: Orice altă soluție care conduce la o rezolvare corectă se va nota cu punctaj maxim. Se acordă 2 puncte din oficiu.