

Determinarea căldurii latente de vaporizare a apei

Obiectivele experimentului:

- Măsurarea temperaturii amestecului abur-apă
- Determinarea căldurii latente de vaporizare a apei.

Introducere teoretică

Când are loc un transfer termic la presiune constantă, temperatura substanței crește. Dacă însă temperatura nu va crește odată cu transferul de energie se produce o tranziție de fază. Îndată ce tranziția este finalizată, temperatura substanței din noua fază va crește din nou dacă transferul de căldură se continuă.

Un bun exemplu de tranziție de fază este dat de vaporizarea apei. Căldura consumată pe unitatea de masă de lichid pentru a trece în starea de vapori este numită căldură latentă de vaporizare Q_v . Căldura Q_v este egală cu Q_{cond} , adică valoarea căldurii cedate de unitatea de masă de vapori ce condensează în lichid.

În experiment căldura latentă de vaporizare, Q_v , a apei se determină introducând abur printr-o conductă aflată într-un calorimetru. Aburii ce au inițial temperatura $\theta_v = 100^\circ\text{C}$, suferă tranziția de fază vapori – lichid, transferând o parte din căldură apei din calorimetru iar în final apa din calorimetru va avea temperatura θ_m . O parte din căldura aburului este așadar transferată apei.

Pentru determinarea căldurii latente de vaporizare se procedează în felul următor:

- Se determină temperatura apei reci θ_2 și masa m_2 a apei din calorimetru;
- Se determină masa m_1 a apei ce provine din vaporii condensați
- Se determină θ_m .

Căldura cedată de vaporii apei este compusă din:

Căldura absorbită de apa rece din calorimetru în contact cu aburii este:

$$\Delta Q_3 = c \cdot m_2 (\theta_m - \theta_2) \quad (1)$$

unde: θ_2 - temperatura apei reci

θ_m - temperatura amestecului.

ΔQ_2 - căldura cedată în cadrul tranziției de fază (căldura ce este transferată apei când la temperatura $\theta_1 = 100^\circ\text{C}$ o masă m_1 de aburi se transformă în apă)

$$\Delta Q_2 = m_1 \cdot \lambda_{\text{vapor}} \quad (2)$$

ΔQ_1 căldura cedată de masa m_1 de apă ce provine din aburii ce se transformă în lichid

$$\Delta Q_1 = c \cdot m_1 (\theta_{\text{vapor}} - \theta_m) \quad (3)$$

unde: c - căldura specifică a apei

m_1 - masa de vapori condensați în apă de la $\theta_{\text{vapor}} = 100^\circ\text{C}$ la temperatura θ_m

- temperatura de echilibru.

În același timp și calorimetrul absoarbe căldură, care se poate calcula utilizând echivalentul în apă al calorimetrului. Avem:

$$\Delta Q_4 = c \cdot m_k (\theta_m - \theta_2), \text{ cu } m_k = 20\text{g}. \quad (4)$$

Cum căldurile cedate și cele absorbite sunt egale $\Delta Q_1 + \Delta Q_2 = \Delta Q_3 + \Delta Q_4$, rezultă că

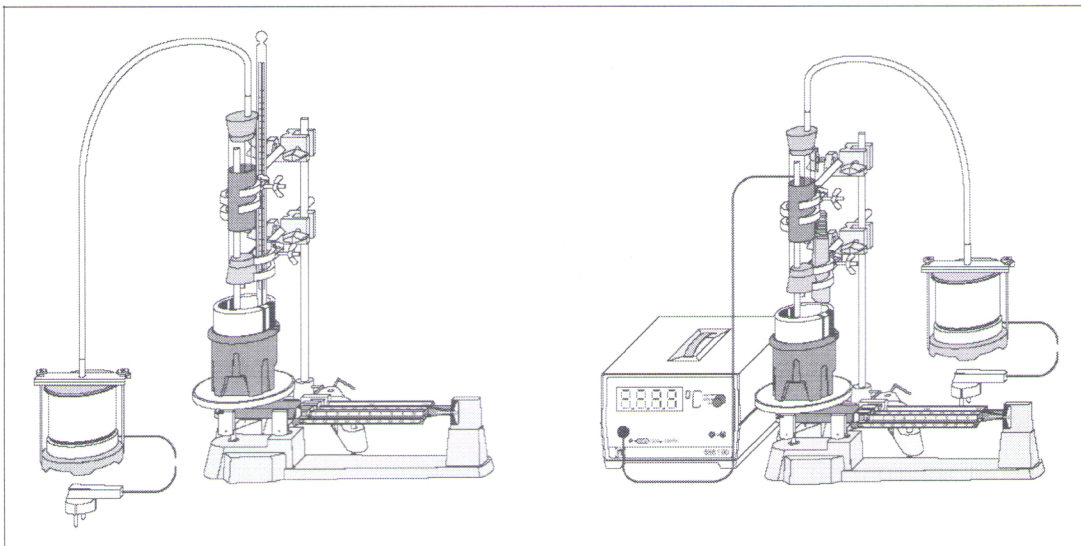
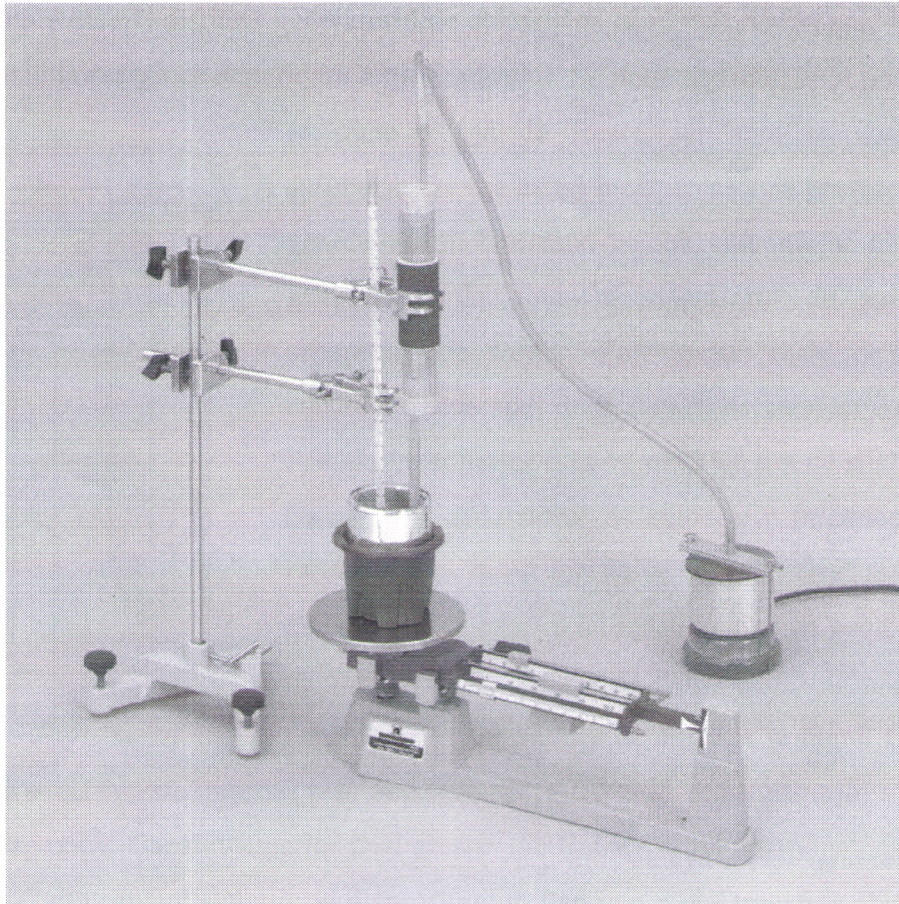
$$m_1 \lambda_{\text{vap}} + m_1 c (\theta_{\text{vap}} - \theta_m) = m_2 c (\theta_m - \theta_2) + m_k (\theta_m - \theta_2)$$

$$m_1 \lambda_{\text{vap}} = m_2 c (\theta_m - \theta_2) + m_k (\theta_m - \theta_2) - m_1 c (\theta_{\text{vap}} - \theta_m)$$

$$\frac{\lambda_{\text{vap}}}{c} = \frac{m_2 + m_k}{m_1} \cdot (\theta_m - \theta_2) - (100 - \theta_m) \quad (5)$$

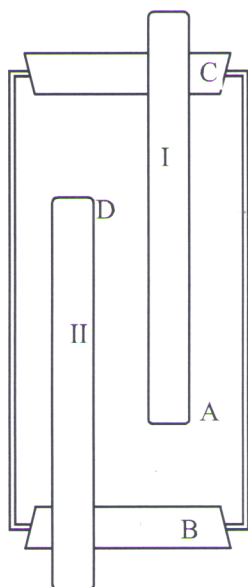
Realizarea experimentului

Dispozitivul experimental este prezentat în figura 1. Când se efectuează experimentul calorimetrul este așezat pe balanță.



- Se introduce termometrul sau senzorul termometrului digital în vasul Dewar al calorimetrului. Termometrul va fi fixat de tijă cu ajutorul clemelor astfel încât să intre până pe la jumătatea vasului Dewar.

- Se umple cu apă distilată generatorul de aburi până când mai rămân aproximativ 2 cm până la marginea superioară a generatorului. Se pune capacul, apoi peste capac



se pune o tijă de fixare, iar apoi se vor strânge șuruburile pe tijă astfel încât aceasta să preseze capacul generatorului. Utilizând un tub siliconic se conectează generatorul de abur la separatorul de apă. Acest separator este format dintr-un tub mare de sticlă la capetele căruia sunt două dopuri de cauciuc cu orificii. Prin dopul superior este introdus un tub de sticlă ce este conectat la generatorul de aburi prin intermediul unui tub siliconic. Acest tub de sticlă va fi fixat astfel încât distanța dintre capătul de jos al tubului de sticlă și dopul de jos B să fie mult mai mare decât distanța dintre capătul de jos al tubului de sticlă A și dopul C. Un alt

tub de sticlă ce este introdus prin dopul de jos B este utilizat pentru ieșirea aburului din dispozitiv. Capătul superior D al acestui tub trebuie să fie poziționat aproape de dopul C din capătul superior al dispozitivului. Pentru a putea transfera aburul de la generator la separator utilizăm un tub siliconic ce va lega generatorul de aburi de tubul superior (I) al separatorului.

- Atenție! În această fază a experimentului generatorul de aburi încă nu este pornit.
- Punem vasul Dewar pe balanță și determinăm masa acestuia, el va rămâne pe balanță pe toată durata desfășurării experimentului. Umplem vasul cu 150g de apă distilată.
- Lângă balanță avem un suport metalic de laborator cu tijă. De tijă vom prinde cu ajutorul clemelor termometrul și separatorul de apă. Se poziționează separatorul de apă în vasul Dewar astfel ca tubul (II) de sticlă inferior să fie introdus în apa din vasul Dewar. La fel va trebui să fie poziționat și termometrul. După ce am realizat dispozitivul experimental vom determina din nou masa Dewar + apă + separatorul de apă + termometru. Notăm valoarea obținută.
- Pornim generatorul de abur și vom observa că după o anumită perioadă de timp masa ansamblului vas Dewar + apă + separatorul de apă + termometru va începe să crească. La fel vom remarca că temperatura apei din vasul Dewar va începe să crească. Când masa ansamblului a crescut cu aproximativ 20g oprim generatorul de

10g

abur și determinăm temperatura apei din vasul Dewar, temperatură care este temperatura de echilibru θ_m .

- Mărimi măsurate:

- Masa calorimetrului
- Masa calorimetrului + masa apei reci, trebuie determinată masa apei reci
- Masa ansamblului după introducerea separatorului
- Masa aburilor din calorimetru

m_1	m_2	m_k	θ_1	θ_2	θ_m	λ
-------	-------	-------	------------	------------	------------	-----------