



# Calorimetrie

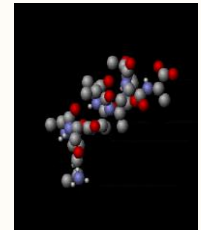
1. Echivalentul mecanic al căldurii
2. Căldura specifică.
3. Măsurarea căldurii specifice

---

# Diferența dintre temperatură, căldură, energie internă

- **Temperatura** : mărime fizică de stare, măsură a mișcării de agitație termică a moleculelor unui sistem termodinamic, **energia cinetică medie a mișcării de translație a unei molecule** (3 grade de libertate) este proporțională cu T.

$$\epsilon_{\text{translație}} = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2} = \frac{i}{2} k_B T = \frac{3}{2} k_B T$$

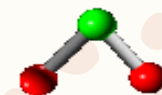
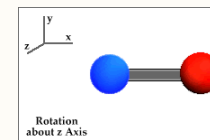
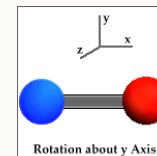


- **Energia Internă** : mărime fizică de stare, măsoară energia unui sistem termodinamic asociată moleculelor care compun sistemul în raport cu un sistem de referință corespunzător centrului de masă ale sistemului

$$U = E_{\text{cinetică a moleculelor}} + E_{\text{potentială de interacție dintre molecule}} + E_{\text{potentială de interacție cu câmpuri de forțe externe}}$$

pentru gazul ideal

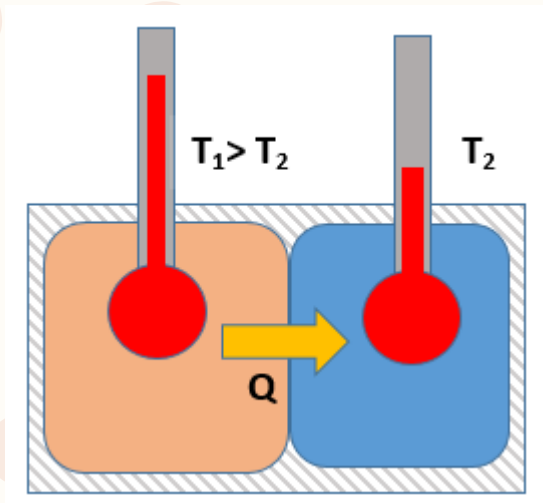
$$U = \frac{i}{2} \nu RT$$



# Diferența dintre temperatură, căldură, energie internă

---

- ❑ **Căldura** : reprezintă o mărime fizică care măsoară transferul de energie între două sisteme aflate în contact și care au temperaturi diferite.



## Incorect să spunem

Apa fiartă are multă căldură. !!! O bilă are căldură. !!!

Soba este fierbinte și radiază căldură !!!

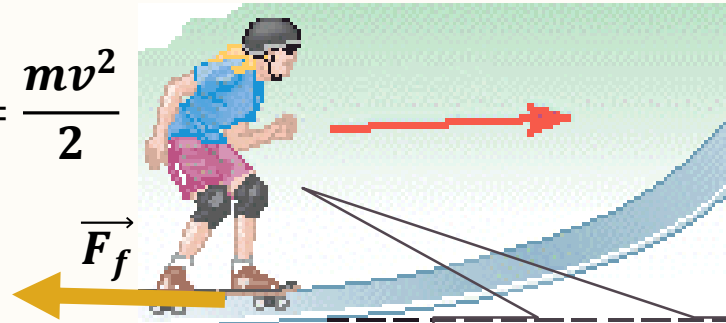
Căldura din aer a fost atât de apăsătoare !!!

# Echivalentul mecanic al căldurii

## Experimentul lui Joule

$$E_{\text{mecanică}} = E_{\text{cinetică}} + E_{\text{potențială gravitațională}} + E_{\text{potențială elastică}}$$

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$



Ce se întâmplă cu  $E_c$  prin frecare?

$$\Delta U = p \cdot |L_{Ff}|$$

# Echivalentul mecanic al căldurii

## Experimentul lui Joule

- ✓ Corpurile de masă  $m$  cad
- ✓ paletetele se rotesc
- ✓ apa se încălzește

$$U_f = U_i + 2mgh$$

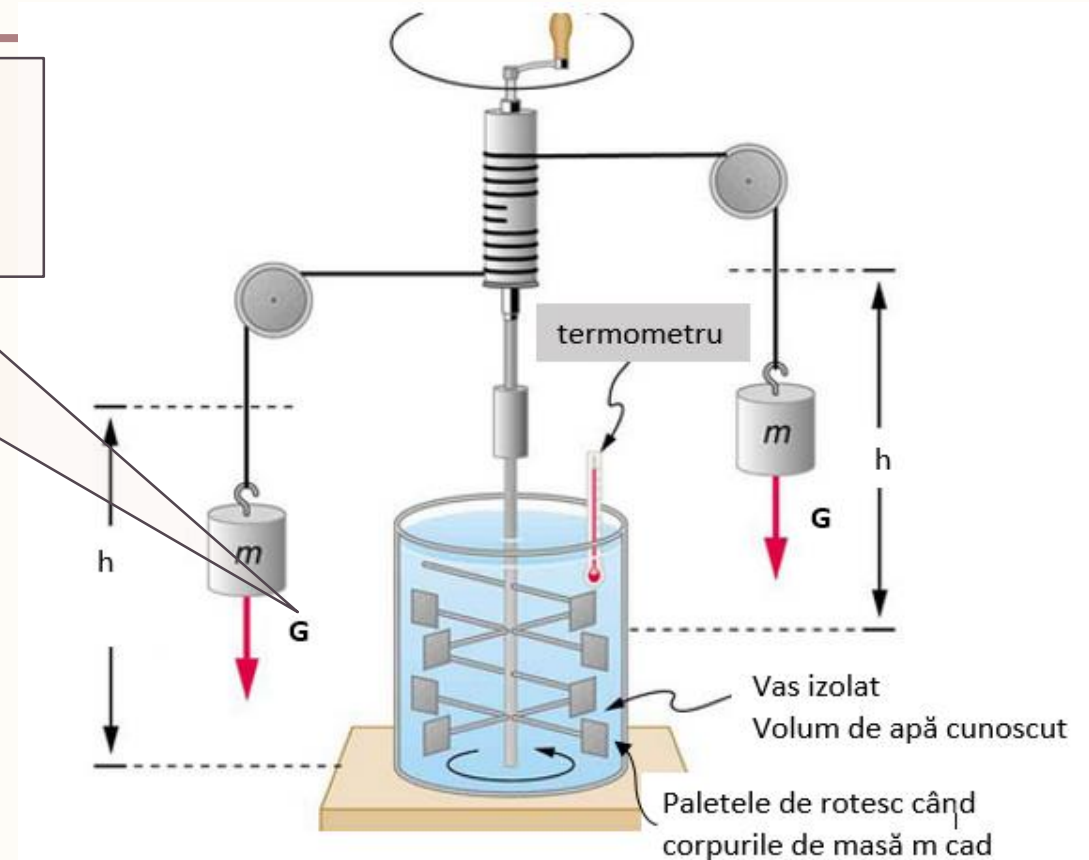
Experimental s-a constatat că pentru fiecare creștere a temperaturii unui gram de apă cu  $1^{\circ}\text{C}$  s-au efectuat 4,18J

**Caloria de 15 grade**      1 cal = 4,186 J (1)

1 cal este energia necesară unui gram de apă pentru a-i crește temperatura de la 14,5 la 15,5 grade Celsius.

**Atenție !!!**

Relația (1) se numește din motive pur istorice echivalentul mecanic al căldurii, corect este: echivalentul mecanic dintre lucru mecanic și energia internă



# Calorimetrie

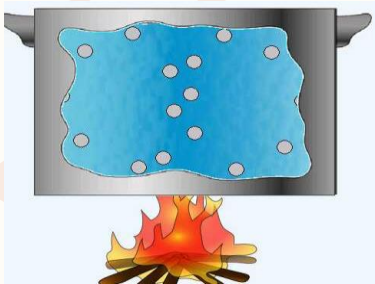
- **Calorimetria** este o parte a fizicii moleculare care măsoară căldura care se transferă de la un corp la altul, **măsoară coeficienții calorici**.

## Căldura specifică

Este o mărime care caracterizează fiecare substanță din punct de vedere al modului în care se face transferul de căldură.

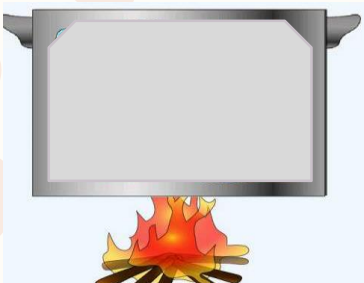
$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad \frac{J}{kgK}$$

$$Q = mc\Delta T$$



m=1kg apă  
c= 4180 J/kgK  
To =10 grade  
T=60 grade

$$Q_{ap\acute{a}} = 1kg \cdot 4180 \frac{J}{kgK} \cdot 50K = 209000J$$



m=1kg  
aluminiu  
c = 902 J/kgK  
To =10 grade  
T=60 grade

$$Q_{aluminiu} = 1kg \cdot 902 \frac{J}{kgK} \cdot 50K = 45100J$$

# Exemple de călduri specifice la solide și lichide

---

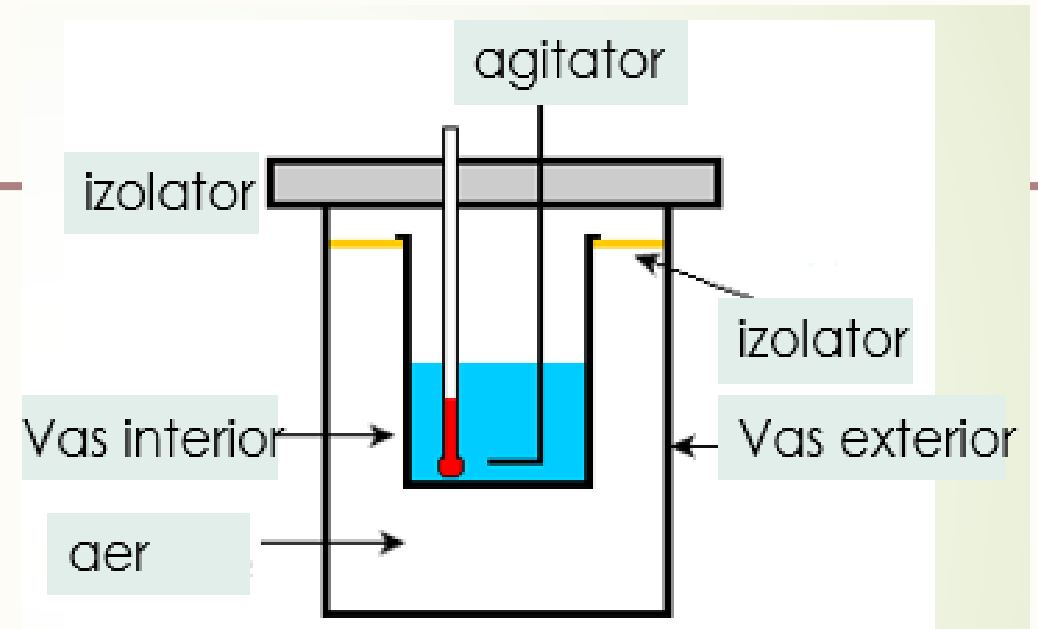
Substanța	c (J/kgK)
Aluminiu	900
Cupru	387
Fier	448
Plumb	128
Apă	4186
Gheață	2090
Alcool etilic	2400
Vapori de apă	2010

# Lucrare de laborator

## Determinarea căldurii specifice a unui corp solid.

### **1. Dispozitivul experimental**

- ✓ Calorimetru
- ✓ Termometru
- ✓ Corp cilindric a cărui căldură specifică se determină
- ✓ apă



### **2. Modul de lucru**

- ✓ Se pune apă în calorimetru . Se măsoară temperatura apei.
- ✓ Se încălzește un alt vas cu apă până la fierbere . Se introduce corpul a cărui căldură specifică se măsoară în acest vas . Se măsoară temperatura de echilibru.
- ✓ Se scoate corpul din vasul aflat la temperatură mare și se introduce în calorimetru.
- ✓ Se închide calorimetrul . Se așteaptă stabilirea echilibrului și se măsoară temperatura.



### 3. Metoda experimentală

- Principiul echilibrului termic
- Principiul egalității schimbului de căldură
- Principiul egalității cantităților de căldură care intervin în procesele inverse.

#### **Bilanțul energiilor**

**Căldura pierdută de corp = Căldură primită de apă + Căldura primită de calorimetru**

$$m \cdot c \cdot (T - T_{echilibru}) = m_{ap\acute{a}} c_{ap\acute{a}} (T_{echilibru} - T_{ap\acute{a}}) + m_{cal} c_{Al} (T_{echilibru} - T_{ap\acute{a}})$$

$$c = \frac{m_{ap\acute{a}} \cdot c_{ap\acute{a}} \cdot (T_{echilibru} - T_{ap\acute{a}}) + m_{cal} \cdot c_{Al} \cdot (T_{echilibru} - T_{ap\acute{a}})}{m \cdot (T - T_{echilibru})}$$

$$c = \frac{(T_{echilibru} - T_{ap\acute{a}}) \cdot (m_{ap\acute{a}} c_{ap\acute{a}} + m_{cal} \cdot c_{Al})}{m \cdot (T - T_{echilibru})}$$

## 4. Tabel cu date experimentale

$m_a$  – masa apei din calorimetru

$t_a$  – temperatura inițială a apei și a calorimetrului

$m_c$  – masa calorimetrului  $m_c = 0,120$  kg

$C_{Al}$  - căldura specifică a materialului calorimetrului 900 J/kgK

$t$  – temperatura inițială a corpului fierbinte

$t_e$  – temperatura de echilibru a sistemului calorimetru+apă+corp

$C_a$  – căldura specifică a apei 4180 J/kgK

$m$  – masa copului

$C$  – căldura specifică a corpului care se determină experimental

Nr	$m_a$ (kg)	$t_a$ (C)	$m_c$ (kg)	$m$ (kg)	$t$ (C)	$t_e$ (C)	$c$ J/kgK

**5. Se vor indica principalele surse de erori experimentale .**

# Transformări de stare de agregare

---



**gheață**

topire



solidificare



**apă**

vaporizare



condensare

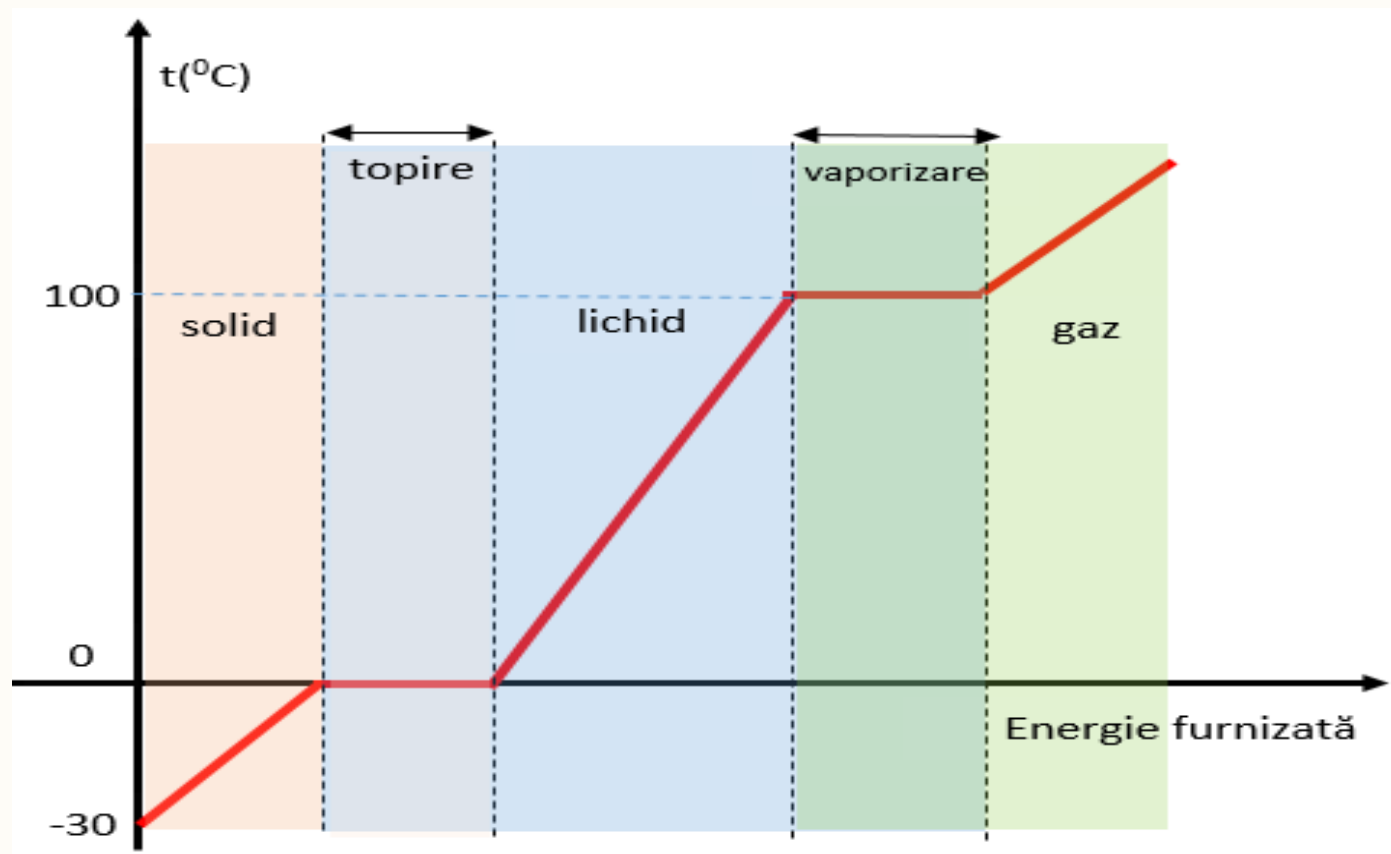


**vapori de apă**

# Căldura latentă

**Căldura latentă** reprezintă energie pe care trebuie să o furnizăm unei substanțe pentru a-și modifica starea de agregare

$$\lambda = \frac{Q}{m} \quad \frac{J}{kg}$$

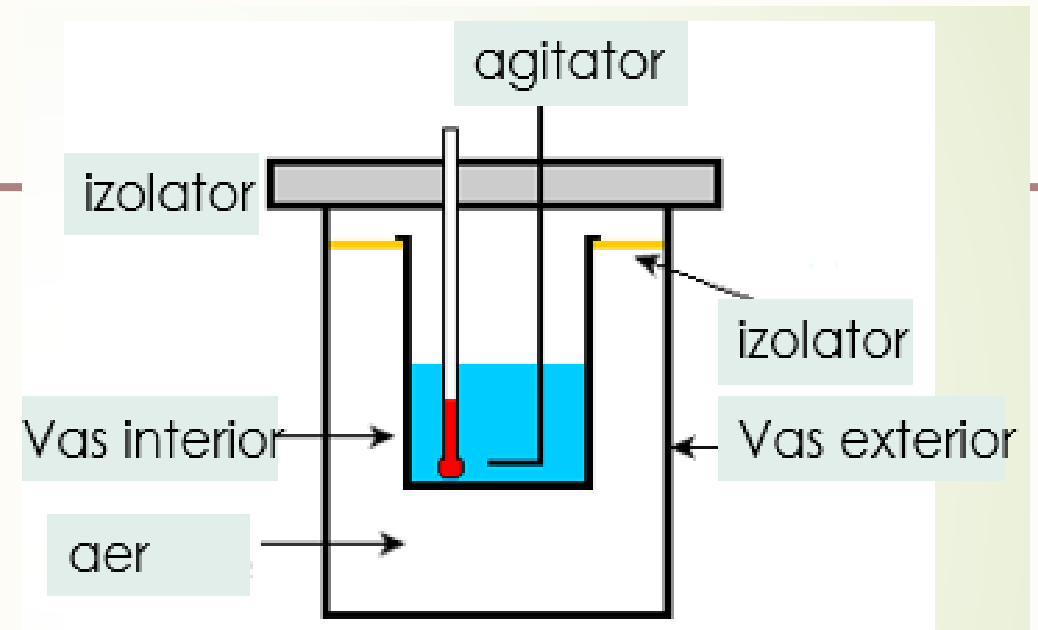


# Lucrare de laborator

## Determinarea căldurii latente de topire a gheții

### 1. Dispozitivul experimental

- ✓ Calorimetru
- ✓ Termometru
- ✓ gheață
- ✓ apă



### 2. Modul de lucru

- ✓ Se pune apă în calorimetru . Se măsoară temperatura apei.
- ✓ Se încălzește un alt vas cu apă până la fierbere . Se introduce corpul a căruia căldură specifică se măsoară în acest vas . Se măsoară temperatura de echilibru.
- ✓ Se scoate corpul din vasul aflat la temperatură mare și se introduce în calorimetru.
- ✓ Se închide calorimetrul . Se așteaptă stabilirea echilibrului și se măsoară temperatura.