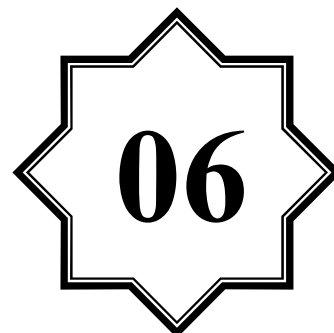


# عرض نظري



الميكانيك و الطاقة

الطاقة الداخلية

Tel : 0771 998109

fares\_fergani@yahoo.fr

\*\*\*\*\*

## 1- تعريف الطاقة الداخلية :

- عندما يحدث تغير في البنية الداخلية للمادة على المستوى المجهرى نقول حدث تغير في الطاقة الداخلية للجلمة المتكونة من هذه المادة .
- يرمز للطاقة الداخلية بـ  $E_i$  و وحدتها الجول .
- للطاقة الداخلية مركبتين :
- مركبة حرارية يرمز لها بـ  $E_{th}$  .
- مركبة منسوبة للحالة الفيزيائية - الكيميائية .

## 2- المركبة الحرارية للطاقة الداخلية :

### أ- عبارة التحويل الحراري في حالة تغير درجة الحرارة :

- إذا حدث تبادل طاقي بين الجلمة و الوسط الخارجي بتحويل حراري  $Q$  و أدى إلى تغير درجة حرارتها (ارتفعت أو انخفضت) نقول أنه حدث تغيير في الطاقة الداخلية لهذه الجلمة .
- يمكن إثبات تجريبيًا أن مقدار الطاقة التي تكتسبها أو تفقدها جلمة بتحويل حراري يؤدي إلى تغير في درجة حرارتها متعلق بنوع طبيعة المادة المكونة للجلمة و الفرق بين درجتي حرارة الجلمة النهائية و الابتدائية .
- إذا ارتفعت أو انخفضت درجة حرارة جلمة ، تكون الجلمة حتماً فقدت أو اكتسبت طاقة بتحويل حراري  $Q$  ، يعبر عن مقدار هذا التحويل بالعلاقة :

$$Q = mc (\theta_f - \theta_i)$$

- $Q$  : مقدار التحويل الحراري (J) .
- $m$  : كتلة المادة (kg)
- $\theta_i$  : درجة الحرارة الابتدائية ( $^{\circ}C$ ) .
- $\theta_f$  : درجة الحرارة النهائية ( $^{\circ}C$ ) .
- $c$  : السعة الحرارية الكتلية للمادة ( $J/(kg \cdot ^{\circ}C)$ ) أو ( $J/(kg \cdot ^{\circ}K)$ ) .
- $C = mc$  : السعة الحرارية للمادة ووحدتها ( $J/{}^{\circ}C$ ) أو ( $J/(kg \cdot ^{\circ}K)$ ) .

ملاحظة :

- إذا كانت درجة الحرارة النهائية للجoule أكبر من درجة الحرارة الابتدائية ( $\theta_f > \theta_i$ ) يكون  $Q > 0$  و هذا يعني أن الجoule اكتسبت طاقة بتحويل حراري .
- إذا كانت درجة الحرارة النهائية للجoule أقل من درجة الحرارة الابتدائية ( $\theta_f < \theta_i$ ) يكون  $Q < 0$  و هذا يعني أن الجoule فقدت أو قدمت طاقة بتحويل حراري .
- توافق قيمة  $c$  التحويل الحراري اللازم لتغيير درجة حرارة جولة كتلتها واحد كيلوغرام (1kg) بدرجة واحدة ( $1^{\circ}\text{C}$ ) بدون تغيير في حالتها الفيزيائية .
- قيمة التغير في درجة الحرارة بالوحدة ( $^{\circ}\text{C}$ ) سلسيوم تساوي نفس القيمة بالوحدة كلفن ( $^{\circ}\text{K}$ ) .

إضافة :

تعرف السعة الحرارية  $C$  لجولة تتكون من عدة مواد كتلتها  $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$  و سعاتها الحرارية الكتلية  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$  بأنها مجموع السعات الحرارية لمختلف هذه المواد أي :

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

و حيث أن  $C = mc$  يكون :

$$C = m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \dots + m_nc_n$$

\* قيم السعة الحرارية لبعض المواد :

الحالة	المادة	C J/(kg.K)
الصلبة	الألمنيوم (Al)	890
	النحاس (Cu)	380
	الجليد	2090
	الخشب	1700
السائلة	الماء	4185
الغازية	الأكسجين ( $\text{O}_2$ )	0.94

ب- فعل جول :

- فعل جول هو التحويل الحراري الذي يرفق مرور تيار كهربائي في ناقل .
- عند اجتاز تيار كهربائي شدته  $I$  ناقل أومي مقاومته  $R$  ، يقدم هذا الأخير طاقة بتحويل حراري  $Q$  قدره :

$$Q = P \cdot \Delta t = U I \Delta t = R I^2 \Delta t$$

$P$  : استطاعة التحويل الحرارة (الواط :  $W$ ) .

$\Delta t$  : زمن التحويل الحراري (s) .

$U$  : التوتر (فرق الكمون) بين طرفي الناقل الأومي ( الفولط :  $V$ ) .

$I$  : شدة التيار التي تجتاز الناقل الأومي (أمبير :  $A$ ) .

$R$  : مقاومة الناقل الأومي (أوم :  $\Omega$ ) .

ملاحظة :

يعتبر فعل جول مفيداً إذا كان الهدف هو الاستفادة من ذلك التحويل الحراري الناتج عنه ، ذلك في المسخن الكهربائي ، المكواة ، ..... ، و يعتبر غير مفيد في الحالة التي تكون رفع درجة الحرارة غير مرغوب فيه ، حالة دارة كهربائية مثلاً أو حالة خطوط التوصيل الكهربائي التي تنقل الكهرباء من مركز التوليد إلى المستهلك .

**2- مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة إلى الحالة الفيزيائية - الكيميائية للجملة :****أ- تغيرات الحالة الفيزيائية :**

- تتكون المادة في كل حالاتها ، على المستوي المجهرى ، من ذرات و جزيئات .
- تتعلق حالة المادة ( صلبة ، سائلة ، غازية ) بشدة التأثير المتبادل بين هذه الجسيمات و نميز نوعين من التأثير :
  - تأثير بين الجزيئات و ينتج عنه طاقة التماسك .
  - تأثير بين الذرات المكونة للجزيئات ينتج عنه طاقة الرابطة الكيميائية .
- عندما يحدث تغير في الحالة الفيزيائية للمادة ( انصهار ، تجمد ، تبخر ، تمييع ) يصحب هذا التغير اكتساب أو فقدان طاقة نتيجة تغير في التأثيرات المتبادلة بين جسيمات هذه المادة

**ب- عبارة التحويل الحراري Q في حالة تغير الحالة الفيزيائية للمادة :****• الإنصهار :**

عند تحول مادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (انصهار) عند درجة حرارة ثابتة ، تكتسب هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = m L_f$$

- Q : التحويل الحراري يقدر بالجول (J) .
- m : كتلة الجسم يقدر بالكيلوغرام (kg) .
- $L_f$  : السعة الكتلية لتغير للإنصهار وحدتها (J/kg) .

**• التجمد :**

عند تحول مادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة (تجمد) عند درجة حرارة ثابتة ، تقدم هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = - m L_f$$

- $L_f$  : السعة الكتلية للتجمد و هي مساوية للسعة الكتلة للإنصهار عند نفس المادة ، وحدتها (J/kg) .

**• التبخر :**

عند تحول مادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (تبخر) عند درجة حرارة ثابتة ، تكتسب هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = m L_v$$

- $L_v$  : السعة الكتلية لتغير للتبخر وحدتها (J/kg) .

## ● التميع :

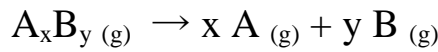
عند تحول مادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة (تجمد) عند درجة حرارة ثابتة ، تقدم هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره  $Q$  حيث :

$$Q = - m L_v$$

$L_v$  : السعة الكتلية للتميع و هي مساوية للسعة الكتلة للتبخر عند نفس المادة ، وحدتها (J/kg) .

ج- طاقة التماسك الداخلي للجزيء :

- طاقة التماسك الداخلي للجزيء و التي يرمز لها بـ  $E_{coh}$  و وحدتها الجول هي الطاقة الضرورية لتفكيك 1 mol من هذا الجزيء في الحالة الغازية إلى ذرات في الحالة الغازية كما مبين في المعادلة :



- يعبر عن طاقة التماسك للجزيء بالعلاقة :

$$E_{coh1} = \sum D_{A-B}$$

حيث  $D_{A-B}$  تدعى طاقة الرابطة في الجزيء و هي تختلف باختلاف نوع الرابطة و باختلاف العنصر أو العنصرين الكيميائيين المشكل أو المشكلين لهذه الرابطة ، كما مبين في الأمثلة التالية :

$$D_{C-H} = 415 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$D_{C-C} = 345 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$D_{C=C} = 615 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$D_{C \equiv C} = 812 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

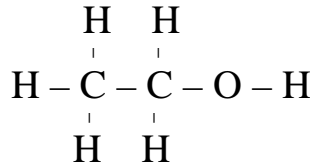
$$D_{O-H} = 463 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$D_{C-O} = 356 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

مثال : ( طاقة التماسك الداخلي لجزيء  $C_2H_6O$  )

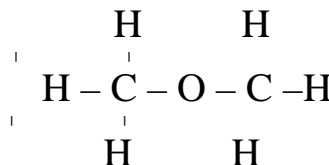
لهذا الجزيء صيغتان مفصلتان .

الصيغة الأولى :



$$E_{coh1} = \sum D_{A-B} = 5 D_{C-H} + D_{C-C} + D_{C-O} + D_{H-O}$$

الصيغة الثانية :



$$E_{\text{coh2}} = \sum D_{\text{A-B}} = 6 D_{\text{C-H}} + 2 D_{\text{C-O}}$$

بعد التطبيق العددي نجد أن :  $E_{\text{coh1}} \neq E_{\text{coh2}}$  ، نستنتج من ذلك أننا يمكن التمييز بين الماكبات من خلال طاقة التماسك الداخلي للجزيء .

#### د- طاقة التفاعل :

- عندما يحدث تحول كيميائي في جملة تكتسب هذه الأخيرة طاقة ، و أثناء ذلك و على المستوى المجهرى تنكسر روابط تكافئية و تتشكل روابط تكافئية أخرى .  
- تدعى الطاقة التي تكتسبها الجملة أو تفقدها عند حدوث تفاعل كيميائي بطاقة التفاعل يرمز لها بـ  $E_{\text{Rea}}$  و يعبر عنها بالعلاقة :

$$E_{\text{Rea}} = \sum D_{\text{A-B}} (\text{نواتج}) - \sum D_{\text{A-B}} (\text{متفاعلات})$$

- إذا كان  $E_{\text{Rea}} > 0$  يكون التفاعل ماص للحرارة و في هذه الحالة تكون الجملة اكتسبت طاقة بتحويل حراري .  
- إذا كان  $E_{\text{Rea}} < 0$  يكون التفاعل ناشر للحرارة و في هذه الحالة تكون الجملة قدمت طاقة بتحويل حراري .

**\*\* الأستاذ : فرقاني فارس \*\***  
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم  
الخراب - قسنطينة

Fares\_Fergani@yahoo.Fr

Tel : 0771998109