



CHEM

INFOGRAPHIC

٧-٤ طاقة جيبس الحرة

إعداد الطالبة :

ضحى بنت محمد المعمرية

إشراف الأستاذة :

خديجة المعمرية

مدرسة كهفات للتعليم الأساسي

الأهداف التعليمية: <<<

٧-٤ يكتب معادلة جيبس و يستخدمها:

$$\Delta G^{\ominus} = \Delta H_r^{\ominus} - T\Delta S_{\text{system}}^{\ominus}$$

٧-٥ يذكر قابلية حدوث تفاعل ما أو عملية ما من خلال إشارة قيمة ΔG .

إعداد: ضحى المعمريّة

٧-٦ يتنبأ بتأثير التغير في درجة الحرارة على إمكانية حدوث تفاعل ما في ضوء قيم التغيرات القياسية في المحتوى الحراري والإنتروبي.

طاقة جيبس الحرة energy free Gibbs



رمزها: ΔG



تعريفها: هي التغير في الطاقة الذي يربط بين التغير في الإنتروبي والتغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما (لنظام ما).



معادلة جيبس equation Gibbs



تعريفها: هي المعادلة التي توضح العلاقة بين التغير في طاقة جيبس الحرة ΔG والتغير في المحتوى الحراري للنظام ΔH والتغير في إنتروبي النظام ΔS .



$$\Delta G^{\ominus} = \Delta H_r^{\ominus} - T \Delta S_{\text{system}}^{\ominus}$$

المعادلة:



ملاحظة

تمثل Δ في المعادلة درجة الحرارة بوحدة الكلفن (K)

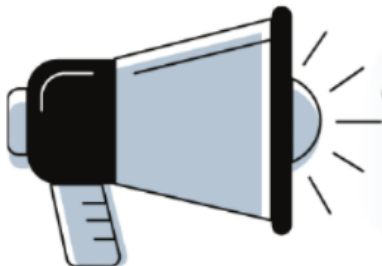
الظروف القياسية اللازمة عند مقارنة قيم طاقة جيبس الحرة:



1. ضغط قيمته تساوي 100 kPa (1 atm).

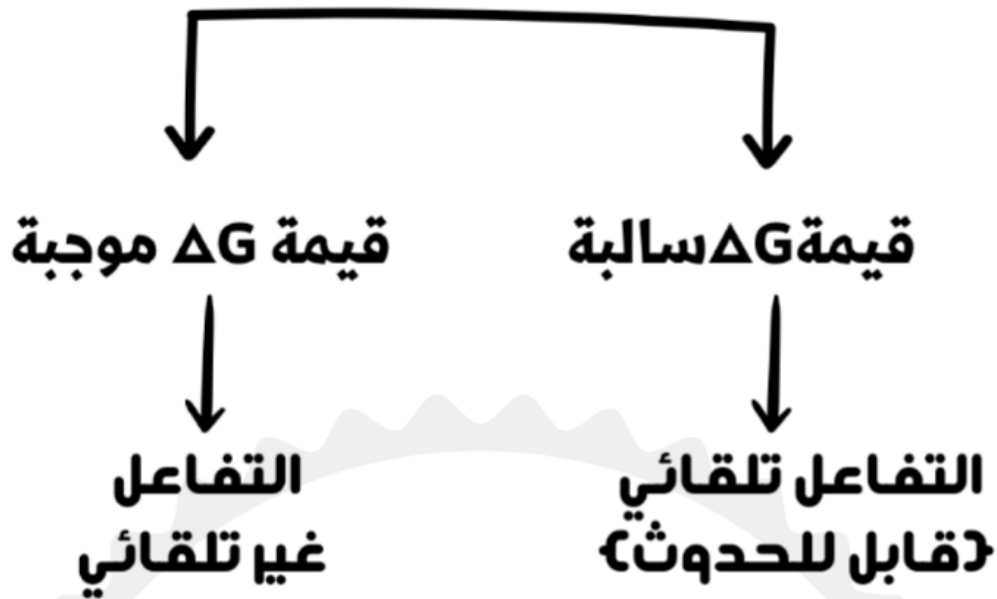
2. درجة حرارة مقدارها 298 K (25°C).

3. المواد المتفاعلة والنااتجة تكون في حالتها الفيزيائية الطبيعية (صلبة أو سائلة أو غازية).



الظروف القياسية المستخدمة عند مقارنة قيم طاقة جيبس الحرة، هي نفسها المستخدمة لكل من ΔH و ΔS .

طاقة جيس الحرة وتلقائية التفاعلات



تطبيق المعادلة :

مثال

الخطوة ٢: احسب قيمة $\Delta S_{\text{system}}^{\circ}$ للنظام كما يلي:

$$\Delta S_{\text{system}}^{\circ} = \sum n S^{\circ}(\text{المواد المتفاعلة}) - \sum n S^{\circ}(\text{المواد الناتجة})$$

$$= S^{\circ}[\text{ZnO(s)}] + S^{\circ}[\text{CO}_2(\text{g})] - S^{\circ}[\text{ZnCO}_3(\text{s})]$$

$$= 43.6 + 213.6 - 82.4$$

$$\Delta S_{\text{system}}^{\circ} = +174.8 \text{ J/K.mol}$$

الخطوة ٣: احسب قيمة ΔG° كما يلي:

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T \Delta S_{\text{system}}^{\circ}$$

$$= +71\,000 - (298 \times (+174.8))$$

$$\Delta G^{\circ} = +18\,909.6 \text{ J/mol}$$

$$= +18.9 \text{ kJ/mol}$$

(إلى أقرب 3 أرقام معنوية)

ولأن قيمة ΔG° موجبة، لا يكون التفاعل تلقائيًا عند درجة الحرارة 298 K.

٣. احسب قيمة التغير في طاقة جيس الحرة لتفكك كربونات الخارصين عند درجة الحرارة 298 K، وفق المعادلة الآتية:



ثم انكر ما إذا كان التفاعل تلقائيًا أم لا في الظروف القياسية. علمًا بأن قيم الإنتروبي القياسية بوحدة J/K.mol هي كالآتي:

$$\text{CO}_2(\text{g}) = 213.6, \text{ZnCO}_3(\text{s}) = 82.4, \text{ZnO(s)} = 43.6$$

الحل:

الخطوة ١: حوّل قيمة ΔH_r° كما يلي:

$$\Delta H_r^{\circ} = 71.0 \times 1000 = +71\,000 \text{ J/mol}$$

مهم

في الحسابات التي تتضمن استخدام المعادلة:

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T \Delta S_{\text{system}}^{\circ}$$

- لا تنس أن تضرب قيمة ΔH_r° في 1000، إذا كانت وحدة قياس ΔH_r° هي kJ، وذلك لأن وحدة قياس ΔS° هي J/K.mol.

لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ΔH_r° نستخدم العلاقة الآتية:

$$\Delta H_r^{\circ} = \sum n \Delta H_f^{\circ}(\text{المواد الناتجة}) - \sum n \Delta H_f^{\circ}(\text{المواد المتفاعلة})$$

معلومات غلبها في بالك



#قيمة التغير في الإنتروبي للنظام بوحدة J/K.mol.

#قيمة التغير في المحتوى الحراري للنظام بوحدة J/mol.

#قيمة درجة الحرارة: في الظروف القياسية، وهي تساوي 298K.

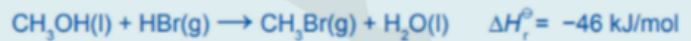
أسئلة

المادة	S° (J/Kmol)	المادة	S° (J/Kmol)
Ag ₂ CO ₃ (s)	167.4	H ₂ O(l)	69.9
Ag ₂ O(s)	121.3	Mg(s)	32.7
CH ₄ (g)	186.2	MgCl ₂ (s)	89.6
Cl ₂ (g)	165.0	Na(s)	51.2
CO ₂ (g)	213.6	Na ₂ O ₂ (s)	95.0
H ₂ (g)	130.6	O ₂ (g)	205.0
HCl(g)	187.0		

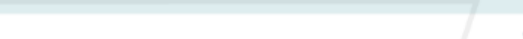
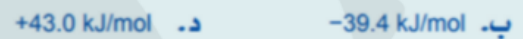
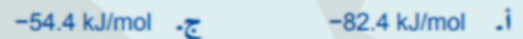
٦ احسب طاقة جيبس الحرة القياسية لكل من التفاعلات الآتية، باستخدام قيم الإنتروبي المولية القياسية المعطاة في الجدول. قَرِّب إجاباتك إلى 3 أرقام معنوية بوحدة kJ/mol، ثم اذكر في كل حالة، ما إذا كان التفاعل تلقائياً أم لا في الظروف القياسية.



٧ يتفاعل الميثانول مع بروميد الهيدروجين وفق المعادلة الآتية:



أي من القيم أدناه هي قيمة ΔG الصحيحة لهذا التفاعل عند درجة الحرارة 25°C، إذا علمت أن قيم الإنتروبي المولية القياسية (بوحدة J/K.mol) هي:



التغير في درجة الحرارة وتلقائية التفاعل

قد تؤثر درجة الحرارة في تلقائية التفاعل، حيث يمكن استنتاج ذلك من خلال معادلة جيبس الآتية:

$$\Delta G = (\Delta H_r) - (T\Delta S_{\text{system}})$$

الحد الثاني الحد الأول

تأثير درجة الحرارة على تلقائية تفاعل ما

تفاعل طارد للحرارة
(ΔH_r سالبة):

إذا كانت قيمة ΔS_{system} موجبة
فستكون قيمة ΔG دائماً سالبة .
(بغض النظر عن قيمة T).

إذا كانت قيمة ΔS_{system} سالبة، فستكون
قيمة ΔG سالبة فقط عندما يكون
الحد $T\Delta S_{\text{system}}$ أصغر من ΔH_r .
(بشرط أن تكون T منخفضة).

تفاعل ماص للحرارة
(ΔH_r موجبة):

إذا كانت قيمة ΔS_{system} موجبة،
فستكون قيمة ΔG سالبة فقط عندما
يكون الحد $T\Delta S_{\text{system}}$ أكبر من ΔH_r .
(بشرط أن تكون T مرتفعة).

أما إذا كانت قيمة ΔS_{system} سالبة ،
فستكون قيمة ΔG دائماً موجبة .
(بغض النظر عن قيمة T).

مثال على تأثير درجة الحرارة على تلقائية التفاعل عند درجة حرارة 1200K:

مثال

٤. احسب التغير في قيمة طاقة جيبس الحرة لتفكك كربونات الزنك عند درجة الحرارة 1200 K وفق المعادلة الآتية:



$$\Delta H_f^\circ = +71.0 \text{ kJ/mol}$$

قيم الإنتروبي القياسية بوحدة J/K.mol هي كالآتي:
 $\text{CO}_2(\text{g}) = 213.6$, $\text{ZnCO}_3(\text{s}) = 82.4$, $\text{ZnO}(\text{s}) = 43.6$

الحل:

الخطوة ١: احسب:

$$\Delta S_{\text{system}}^\circ = (213.6 + 43.6) - 82.4$$

$$\Delta H_f^\circ = +71.0 \text{ kJ/mol}$$

الخطوة ٢: احسب ΔG°

$$\Delta S_{\text{system}}^\circ = +174.8 \text{ J/K.mol}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H_f^\circ - T\Delta S_{\text{system}}^\circ$$

$$= 71\,000 - (1200 \times (+174.8))$$

$$= 71\,000 - 209\,760$$

$$\Delta G^\circ = -139 \text{ kJ/mol}$$

وبما أن قيمة ΔG° سالبة، يكون التفاعل تلقائيًا عند درجة الحرارة 1200 K.

ملخص إشارة طاقة جيبس الحرة:

العوامل المؤثرة على ΔG في المعادلة $\Delta G = \Delta H_f^\circ - T\Delta S_{\text{system}}^\circ$			
مثال	ΔG	$\Delta S_{\text{system}}^\circ$	ΔH_f°
$2\text{HgO}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$	يحدث التفاعل تلقائيًا عند درجات الحرارة المرتفعة	+	+
$3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$	ΔG دائمًا موجبة، يكون التفاعل غير تلقائي	-	+
$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$	ΔG دائمًا سالبة، يحدث التفاعل تلقائيًا عند درجات الحرارة جميعها	+	-
$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$	يحدث التفاعل تلقائيًا عند درجات الحرارة المنخفضة	-	-

معلومات حول طاقة جيبس الحرة القياسية لتكوين عنصر ما:

1. طاقة جيبس الحرة القياسية لتكوين عنصر ما تساوي صفراً.
2. تهلك الكثير من المركبات في الحالة الصلبة قيمياً سالبة مرتفعة.
3. تهلك الكثير من الغازات والمواد السائلة قيمياً سالبة للتغير في طاقة جيبس الحرة القياسية للتكوين، لكن الكثير غيرها، مثل الإيثين C_2H_4 تهلك قيمياً موجبة.
4. ترتبط طاقة جيبس الحرة القياسية للتكوين بالحالة الفيزيائية. مثل:

$$\Delta G_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -237.2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -228.6 \text{ kJ/mol}$$

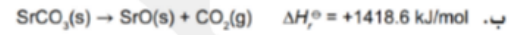
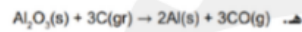
تمارين كتاب النشاط:



احسب التغير في طاقة جيبس الحرة للتفاعلات الممثلة بالمعادلات الآتية عند 298 K واذكر ما إذا كانت تلقائية (قابلة للحدوث) أم لا (استخدم قيم الإنتروبي المولية S° المعطاة في الجدول أدناه).

المادة	S° (J/K.mol)	المادة	S° (J/K.mol)
$C_2H_5OH(l)$	160.7	$Mg(s)$	32.7
$CO_2(g)$	213.6	$MgO(s)$	26.9
$Fe(s)$	27.3	$O_2(g)$	205
$Fe_2O_3(s)$	87.4	$SrCO_3(s)$	97.1
$H_2O(l)$	69.9	$SrO(s)$	54.4

الجدول ٣-٧



٢. حدد في السؤال ١ التفاعلات التي تُعد تلقائية (قابلة للحدوث) عند 298 K. اشرح إجابتك.

٣. أرجع إلى معادلة جيبس لاقتراح ما إذا كانت التفاعلات الممثلة بالمعادلات الآتية تُعد تلقائية (قابلة للحدوث) أم لا. اشرح إجابتك.

أ. تفاعل ماص للحرارة قليلاً وتتحول خلاله المادة الصلبة إلى غاز وسائل عند درجة حرارة مرتفعة.

ب. تفاعل طارد للحرارة بشدة مع حدوث انخفاض طفيف في إنتروبي النظام عند درجة حرارة الغرفة.

ج. تفاعل ماص للحرارة بشدة وتتحول خلاله المادة الصلبة إلى غاز وسائل عند درجة حرارة مرتفعة.

١. استخدم معادلة جيبس والجدولين ١-٧ و ٥-٧ أدناه، لحساب قيم ΔG° عند 298 K للتفاعلات الممثلة بالمعادلات الآتية.

يوضح الجدول أدناه قيم S° للمواد التي تتضمنها التفاعلات الآتية:

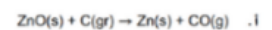
المادة	S° (J/K.mol)	المادة	S° (J/K.mol)
$Al(s)$	28.3	$Mg(s)$	32.7
$Al_2O_3(s)$	50.9	$MgO(s)$	26.91
$C(gr)$	5.7	$O_2(g)$	205.0
$CaCO_3(s)$	92.9	$SO_2(g)$	248.1
$CaO(s)$	39.7	$SO_3(l)$	95.6
$CO(g)$	197.6	$Zn(s)$	41.6
$CO_2(g)$	213.6	$ZnO(s)$	43.6

الجدول ١-٧

يوضح الجدول أدناه قيم ΔH_f° للمركبات التي تتضمنها التفاعلات الآتية:

المركب	ΔH_f° (kJ/mol)	المركب	ΔH_f° (kJ/mol)
$Al_2O_3(s)$	-1675.7	$MgO(s)$	-601.7
$CaCO_3(s)$	-1206.9	$SO_2(g)$	-296.8
$CaO(s)$	-635.1	$SO_3(l)$	-441.0
$CO(g)$	-110.5	$ZnO(s)$	-348.3
$CO_2(g)$	-393.5		

الجدول ٥-٧



"في هذا العالم

لا توجد مهمة مستحيلة لشخص حازم."