كيف يمكن التنبؤ بتلقائية التفاعل من عدمها ؟

*** سير التفاعل بشكل تلقائي يعتمد على أكثر من عامل حسب قانون جيبس للطاقة الحرة ، ولا يعتمد فقط على التغير في الإنثالبي (ΔH) للتفاعل ، وبناء على قانون جيبس فإن النظام يسير بشكل تلقائي عندما تكون الطاقة الحرة (ΔG) للنظام بإشارة سالبة ، ولا يسير بشكل تلقائي إذا كانت إشارتها موجبة ، وتعتمد الطاقة الحرة للنظام على التغير في الإنثالبي (ΔH) والتغير في الإنتروبي (العشوائية) (ΔS) ودرجة الحرارة المطلقة (T) للنظام والعلاقة الرياضية لهذا القانون هي :**

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$$

وللتوضيح :

١ – إذا كان التفاعل مصحوباً بإنخفاض في الإنثالبي (ΔH= -) (التفاعل طارد للحرارة) ، وزيادة في الإنتروبي (ΔS = +) فإن :

$$(\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S) < 0$$

وبالتالي تكون قيمة (ΔG) سالبة وهذا يعني أن التفاعل سوف يحدث تلقائياً عند جميع درجات الحرارة .

==========

٢ – إذا كان التفاعل مصحوباً بزيادة في الإنثالبي (ΔH= +) (التفاعل ماص للحرارة) ، وإنخفاض في الإنتروبي (ΔS = -) فإن :

$$(\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S) > 0$$

وبالتالي تكون قيمة (ΔG) موجبة وهذا يعني أن التفاعل غير تلقائي عند جميع درجات الحرارة .

==========

٣- إذا كانت قيمة كل من الإنثالبي (+ =ΔH) (التفاعل ماص للحرارة) ، الإنتروبي (+ = ΔS) فإن قيمة الحرارة تلعب دوراً في تحديد ماإذا كان التفاعل تلقائياً أم لا .

(أ) فإذا كانت درجة الحرارة (T) مرتفعة بشكل يجعل القيمة (TΔS) أكبر من القيمة (ΔH) فإن :

$$\Delta G < 0$$

أي أن قيمة (- = ΔG) وبالتالي يحدث التفاعل بشكل تلقائي .

(ب) فإذا كانت درجة الحرارة (T) منخفضة بشكل يجعل القيمة (TΔS) أقل من القيمة (ΔH) فإن :

$$\Delta G > 0$$

أي أن قيمة (+ = ΔG) وبالتالي يكون التفاعل غير تلقائي .

==========

٤- إذا كانت قيمة كل من الإنثالبي (- =ΔH) (التفاعل طارد للحرارة) ، الإنتروبي (- = ΔS) فإن قيمة الحرارة تلعب دوراً في تحديد ماإذا كان التفاعل تلقائياً أم لا .

(أ) فإذا كانت درجة الحرارة (T) منخفضة بشكل يجعل القيمة (TΔS) أقل من القيمة (ΔH) فإن :

$$\Delta G < 0$$

أي أن قيمة (- = ΔG) وبالتالي يحدث التفاعل بشكل تلقائي .

(ب) فإذا كانت درجة الحرارة (T) مرتفعة بشكل يجعل القيمة (TΔS) أكبر من القيمة (ΔH) فإن :

$$\Delta G > 0$$

أي أن قيمة (+ = ΔG) وبالتالي يكون التفاعل غير تلقائي .

٥- إذا كانت قيمة ($\Delta G = 0$) فإن هذا يعني أن التفاعل ليس لديه القابلية أن يحدث في الإتجاه الطردي أو في الإتجاه العكسي .

توضيح للجدول (٣) ص٨٨

تأثير الإنثالبي والإنتروبي ودرجة الحرارة على تلقائية التفاعل

التغير في الانثالبي ΔH	التغير في الانتروبي ΔS	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	إمكانية حدوث التفاعل
تفاعل طارد الحرارة $\Delta H = -$ (يتناقص) – (مفضل)	المواد الناتجة اكثر فوضى $\Delta S = +$ (تزداد) – (مفضل)	سالبه	يحدث التفاعل بشكل تلقائي عند جميع درجات الحرارة
تفاعل ماص الحرارة $\Delta H = +$ (يزداد) – (غيرمفضل)	المواد الناتجة اكثر فوضى $\Delta S = -$ (تقل) – (غير مفضل)	موجبة	لايحدث التفاعل تلقائي عند جميع درجات الحرارة
تفاعل ماص الحرارة $\Delta H = +$ (يزداد) – (غيرمفضل)	المواد الناتجة اكثر فوضى $\Delta S = +$ (تزداد) – (مفضل)	موجبة (عند درجات الحرارة المنخفضة)	لايحدث التفاعل تلقائي
		سالبة (عند درجات الحرارة المرتفعة)	يحدث التفاعل بشكل تلقائي
تفاعل طارد الحرارة $\Delta H = -$ (يتناقص) – (مفضل)	المواد الناتجة اكثر فوضى $\Delta S = -$ (تقل) – (غير مفضل)	سالبة (عند درجات الحرارة المنخفضة)	يحدث التفاعل بشكل تلقائي
		موجبة (عند درجات الحرارة المرتفعة)	لايحدث التفاعل تلقائي

بشكل عام يكون التفاعل تلقائياً بغض النظر عن درجة الحرارة أن تكون :

$$\Delta H < 0 \quad , \quad \Delta S > 0$$

بشكل عام يكون التفاعل غير تلقائياً بغض النظر عن درجة الحرارة أن تكون :

$$\Delta H > 0 \quad , \quad \Delta S < 0$$

توضيح آخر للجدول (٣) ص٨٨

تأثير الإنثالبي والإنتروبي ودرجة الحرارة على تلقائية التفاعل

التغير في الانثالبي ΔH	التغير في الانتروبي ΔS	امكانية حدوث التفاعل
تفاعل طارد الحرارة $\Delta H = -$ (يتناقص) (مفضل)	**المواد الناتجة اكثر فوضى $\Delta S = +$ (تزداد) (مفضل)**	**تلقائي عند جميع درجات الحرارة**
تفاعل طارد الحرارة $\Delta H = -$ (يتناقص) (مفضل)	**المواد الناتجة أقل فوضى $\Delta S = -$ (تقل) (غير مفضل)**	**تلقائي عند درجات الحرارة المنخفضة** **غير تلقائي عند درجات الحرارة المرتفعة**
تفاعل ماص الحرارة $\Delta H = +$ (يزداد) (غير مفضل)	**المواد الناتجة اكثر فوضى $\Delta S = +$ (تزداد) (مفضل)**	**غير تلقائي عند درجات الحرارة المنخفضة** **تلقائي عند درجات الحرارة المرتفعة**
تفاعل ماص الحرارة $\Delta H = +$ (يزداد) (غير مفضل)	**المواد الناتجة أقل فوضى $\Delta S = -$ (تقل) (غير مفضل)**	**غير تلقائي عند جميع درجات الحرارة**

ص ٨٩ كتاب الطالب :

مراجعة الدرس (٢-١) س٤ يمكن تطبيق قانون جيبس للطاقة الحرة وإعتبار درجة الحرارة (298 K)

الإنتروبي القياسي (**S°**) لبعض المواد عند درجة حرارة (**25°C**) وضغط (**101.3 kPa**)

S°(kJ / K.mol)	المادة	S°(kJ / K.mol)	المادة
0.186	**$HCl_{(g)}$**	**0.152**	**$Br_{2(l)}$**
0.205	**$H_2S_{(g)}$**	**0.0056**	**$C_{(s)}$**
0.260	**$I_{2\ (g)}$**	**0.186**	**$CH_{4\ (g)}$**
0.117	**$I_{2\ (s)}$**	**0.213**	**$CO_{2\ (g)}$**
0.191	**$N_{2\ (g)}$**	**0.088**	**$CaCO_{3\ (s)}$**
0.192	**$NH_{3(g)}$**	**0.039**	**$CaO_{\ (s)}$**
0.210	**$NO_{\ (g)}$**	**0.223**	**$Cl_{2\ (g)}$**
0.240	**$NO_{2\ (g)}$**	**٠,١٨٨**	**$H_2O_{\ (g)}$**
0.136	**$Na_2CO_{3\ (s)}$**	**٠,٠٩٢**	**$H_2O_{\ (l)}$**
0.072	**$NaCl_{\ (s)}$**	**0.069**	**$H_2O_{(s)}$**
0.205	**$O_{2\ (g)}$**	**0.090**	**$Fe_2O_{3\ (s)}$**
0.248	**$SO_{2\ (g)}$**	**0.027**	**$Fe_{\ (s)}$**
0.256	**$SO_{3\ (g)}$**	**0.203**	**$F_{2\ (g)}$**