التنبؤ بالتفاعلات

يمكن التنبؤ بإمكانية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال عن طريق حساب (E^0) للتفاعل:

فإذا كانت قيمــة E^0 موجبة دل ذلك على إمكانية حدوث التفاعل تلقائياً. أما إذا كانت قيمة (E^0) سالبة فالتفاعل لا يحدث تلقائياً، ويمكن حدوثه إذا أعطي طاقة تزيد عن قيمة (E^0) المحسوبة.

مثال (1):

وضح مدى إمكانية حدوث التفاعل التالي في الظروف المعيارية:

$$Br_2 + 2Cl^- \rightarrow 2Br^- + Cl_2$$

علماً بأن:

$$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^- \qquad E^0 = +1,36 \text{ فولت}$$

$$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^- \qquad E^0 = +1,09 \text{ فولت}$$

الحل:

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن الكلور تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (البروم)}} - E^0_{\text{اختزال (الكلور)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (+1,09) - (+1,36) = -0,27 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة سالبة فهذا يعني أن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي، أي لا يمكن تحضير Cl_2 بأكسدة أيونات (Cl^-) بوساطة البروم (Br_2).

مثال (2):

هل يستطيع الحديد (Fe) اختزال أيون الحديد (Fe^{3+}) إلى (Fe^{2+}) وفق المعادلة التالية:

$$Fe + 2Fe^{3+} \rightarrow 3Fe^{2+}$$

علماً بأن:

$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ فولت $\qquad E^0 = +0,77$

$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ فولت $\qquad E^0 = -0,44$

الحل:

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن الحديد (Fe) تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال }}(Fe^{3+}) - E^0_{\text{اختزال }}(Fe)$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (+0,77) - (-0,44) = +1,21 \text{ فولت}$$

بما أن قيمة E^0 للتفاعل موجبة، فالتفاعل قابل للحدوث.

مثال (3):

هل يمكن تحضير (I_2) بأكسدة أيونات (I^-) بوساطة (Cl_2) كعامل مؤكسد؟

علماً بأن:

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ فولت $\qquad E^0 = +1,36$

$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ فولت $\qquad E^0 = +0,54$

الحل:

بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$Cl_2 + I^- \rightarrow I_2$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن اليود تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (الكلور)}} - E^0_{\text{اختزال (اليود)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (+1,36) - (+0,54) = +0,82 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة موجبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث بصورة تلقائية.

مثال (4):

هل يمكن حفظ محلول كبريتات الكوبالت في وعاء من القصدير؟

علماً بأن:

$$Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^- \qquad E^0 = -0,28 \text{ فولت}$$

$$Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^- \qquad E^0 = -0,14 \text{ فولت}$$

الحل:

بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$CoSO_4 + Sn \rightarrow ??$$

وهذا من نوع تفاعلات الإحلال الأحادي، وعليه يمكن إكمال التفاعل على النحو التالي:

$$CoSO_4 + Sn \rightarrow Co + SnSO_4$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن القصدير تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (الكوبالت)}} - E^0_{\text{اختزال (القصدير)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (-0,28) - (-0,14) = -0,14 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة سالبة فهذا يعني أن التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية؛ إذاً يمكن حفظ المحلول.

مثال (5):

هل يمكن تحريك محلول كبريتات النحاس بملعقة من النيكل؟

علماً بأن:

$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ فولت $\qquad E^0 = +0,34$

$Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ فولت $\qquad E^0 = -0,23$

الحل:

بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$CuSO_4 + Ni \rightarrow ??$$

وهذا من نوع تفاعلات الإحلال الأحادي، وعليه يمكن إكمال التفاعل على النحو التالي:

$$NiSO_4 + Cu \rightarrow Ni + CuSO_4$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن النيكل تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (النحاس)}} - E^0_{\text{اختزال (النيكل)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (+0,34) - (-0,23) = +0,57 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة موجبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث بصورة تلقائية؛ إذاً لا يمكن تحريك المحلول.

مثال (6):

في أي الوعائين يمكن حفظ محلول كبريتات القصدير: وعاء من الكوبالت أم وعاء من الفضة؟

علماً بأن:

$Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^-$ فولت $E^0 = -0,28$

$Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$ فولت $E^0 = -0,14$

$Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$ فولت $E^0 = +0,80$

الحل:

أولاً: (وعاء الكوبالت) بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$SnSO_4 + Co \rightarrow ??$$

وهذا من نوع تفاعلات الإحلال الأحادي، وعليه يمكن إكمال التفاعل على النحو التالي:

$$CoSO_4 + Sn \rightarrow Co + SnSO_4$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن الكوبالت تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (القصدير)}} - E^0_{\text{اختزال (الكوبالت)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (-0,14) - (-0,28) = +0,14 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة موجبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث بصورة تلقائية؛ إذاً لا يمكن حفظ المحلول.

ثانياً: (وعاء الفضة) بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$SnSO_4 + Ag \rightarrow ??$$

وهذا من نوع تفاعلات الإحلال الأحادي، وعليه يمكن إكمال التفاعل على النحو التالي:

$$Ag_2SO_4 + Sn \rightarrow SnSO_4 + 2Ag$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن الفضة تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (القصدير)}} - E^0_{\text{اختزال (الفضة)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (-0,14) - (+0,80) = -0,94 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة سالبة فهذا يعني أن التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية؛ إذاً يمكن حفظ المحلول.

مثال (7):

هل يتفاعل سلك من النحاس مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف؟

علماً بأن:

$$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^- \qquad E^0 = +0,34 \text{ فولت}$$

الحل:

بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$Cu + HCl \rightarrow ??$$

وهذا من نوع تفاعلات الإحلال الأحادي، وعليه يمكن إكمال التفاعل على النحو التالي:

$$CuCl_2 + H_2 \rightarrow Cu + 2HCl$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن النحاس تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (الهيدروجين)}} - E^0_{\text{اختزال (النحاس)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (\text{صفر}) - (+0,34) = -0,34 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة سالبة فهذا يعني أن التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية.

مثال (8):

هل تذوب قطعة من الخارصين مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف؟

علماً بأن:

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ فولت $E^0 = -0,76$

الحل:

بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$Zn + HCl \rightarrow ??$$

وهذا من نوع تفاعلات الإحلال الأحادي، وعليه يمكن إكمال التفاعل على النحو التالي:

$$ZnCl_2 + H_2 \rightarrow Zn + 2HCl$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن الخارصين تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (الهيدروجين)}} - E^0_{\text{اختزال (الخارصين)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (\text{صفر}) - (-0,76) = +0,76 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة موجبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث بصورة تلقائية.

مثال (9):

هل يمكن لأيونات الكادميوم Cd^{2+} أن تؤكسد ذرات الرصاص Pb ؟

علماً بأن:

$Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$ فولت $E^0 = -0,40$

$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$ فولت $E^0 = -0,13$

الحل:

بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$Cd^{2+} + Pb \rightarrow ??$$

ويمكن إكمال التفاعل بتحويل الأيونات إلى ذرات، والذرات إلى أيونات على النحو التالي:

$$Pb^{2+} + Cd \rightarrow Pb + Cd^{2+}$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن الرصاص تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (الكادميوم)}} - E^0_{\text{اختزال (الرصاص)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (-0,40) - (-0,13) = -0,27 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة سالبة فهذا يعني أن التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية.

مثال (10):

هل يمكن لذرات الحديد Fe أن تختزل أيونات الزئبق Hg^{2+} ؟

علماً بأن:

$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ فولت $E^0 = -0,44$

$Hg \rightarrow Hg^{2+} + 2e^-$ فولت $E^0 = +0,85$

الحل:

بكتابة معادلة مبدئية من نص السؤال:

$$Fe + Hg^{2+} \rightarrow ??$$

ويمكن إكمال التفاعل بتحويل الأيونات إلى ذرات، والذرات إلى أيونات على النحو التالي:

$$Hg + Fe^{2+} \rightarrow Hg^{2+} + Fe$$

نلاحظ من التفاعل المراد التنبؤ بحدوثه أن الحديد تأكسد (مصعد)، ويحسب (E^0) للتفاعل كالتالي:

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (المهبط)}} - E^0_{\text{اختزال (المصعد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = E^0_{\text{اختزال (الزئبق)}} - E^0_{\text{اختزال (الحديد)}}$$

$$E^0_{\text{للتفاعل}} = (+0,85) - (-0,44) = +1,29 \text{ فولت}$$

وبما أن (E^0) للتفاعل له قيمة موجبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث بصورة تلقائية.