

مكتبة الكيميا

لعام 2019-2020

جميع الدروس مشرورة على قناتي على اليوتيوب
(سامح الغلاب كيمياء)

بالإضافة لمقاطع صوتية على قناتي على التلغرام

<https://t.me/teachersameh>

الغازات

أولاً: مفهوم المول وعدد المولات

المول: هو نسبة لقياس كمية المادة في الكيمياء. نرمز له بـ n

يمكن حساب عدد مولات لأي غاز بإحدى القانونين الأساسيين:

$$n = \frac{m}{M}$$

m : وهي كتلة الغاز وتقاس بالواحدة الدولية في الكيمياء بالغرام

M : هي الكتلة المولية للمادة (الغاز) واحدتها: $g \cdot mol^{-1}$

أما القانون الثاني:

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد أفروغادرو}} = \frac{N}{N_A}$$

ثانياً: قانون الغازات العام (يربط متحولات الغاز كلها بعضها)

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

لعزل الثوابت والمتغيرات كلاً على حدا فيصبح القانون:

$$\frac{P \cdot V}{T} = n \cdot R$$

يمثل الطرف الأيمن مقادير ثابتة لأن عدد المولات ثابت ما لم يضيف كمية إضافية من الغاز.

و R هي ثابت الغازات العام ويعطى في نص المسألة.

ففي عينة غازية يمكن أن نكتب القانون بالشكل:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

ثالثاً: قوانين الغاز لمتحولين فقط:

1- قانون بويل: اعتمد في قانونه على العلاقة الذهبية السابقة لكنه افترض أن درجة الحرارة ثابتة أي: $T_1 = T_2$ وباختصارها من الطرفين نستنتج قانون بويل مع ثبات الحرارة.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

يتناصف ضغط الغاز عكساً مع الحجم وبثبات الحرارة.

2- قانون شارل: افترض شارل أن ضغط الغاز يبقى ثابتاً وهو يغير الحجم والحرارة فقط أي: $P_1 = P_2$ وبمحذفهما من العلاقة الذهبية يصبح قانون شارل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

يتناصف حجم الغاز طرداً مع درجة حرارته عند ثبات الضغط.

3- قانون (غاي-لوساك):

القانون هنا بافتراض أن الحجم ثابت أي: $V_1 = V_2$ وعند محذفهما من العلاقة الذهبية نجد:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

يتناصف ضغط الغاز طرداً مع درجة حرارته عند ثبات الحجم.

4- قانون أفوغادرو:

حجم (1 mol) من أي غاز في الشرطين النظاميين

$T = 0^\circ\text{C} = 273 K$ و درجة الحرارة $P = 1 atm$

هو حجم ثابت ويساوي (22.4l).

أي:

$$V = V_{mol} \times n$$

وعند الشروط النظامية يكون حجم المول الواحد:

$$V = 22.4 \times n$$

عزل المتغيرات وابقاء الرقم الثابت مكانه:

$$\frac{V}{n} = 22.4 = const$$

لذلك سنستخدم في المسائل:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

تحويلات هامة:

تحويلات الحجوم:

$$ml \xrightarrow{10^{-3}} l \xrightarrow{10^{-3}} m^3$$

تحويلات الضغط:

$$KPa \xrightarrow{10^{+3}} Pa \xrightarrow{10^{-5}} atm$$

$$KPa \xrightarrow{10^{-2}} atm$$

$$t(^{\circ}\text{C}) \xrightarrow{+237} T(K)$$

مُسَأَّلَةٌ (2) :

نِعْمَالٌ $0.3\ mol$ مِنْ غَازِ الْهِيْدَرُوْجِينِ مَعَ كَمِيَّةٍ مُنَاسِبَةٍ مِنْ غَازِ الْبِيْتَرُوْجِينِ فِي وَعَاءٍ حَجْمُهُ $2.46\ l$ وَ تَحْتَ ضَغْطٍ $1\ atm$ فَيَتَّسِعُ غَازُ $R = 0.082\ atm \cdot l \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ النِّشَادِرِ، وَالْمُطَلُّبُ:

- 1- احْسَبْ دَرْجَةَ حرَارةِ غَازِ الْهِيْدَرُوْجِينِ فِي العِيْنَةِ.
- 2- عَدْدُ مُولَاتِ غَازِ النِّشَادِرِ النَّاتِحِ.
- 3- حَجْمُ غَازِ النِّشَادِرِ النَّاتِحِ.

:الْحَلُّ

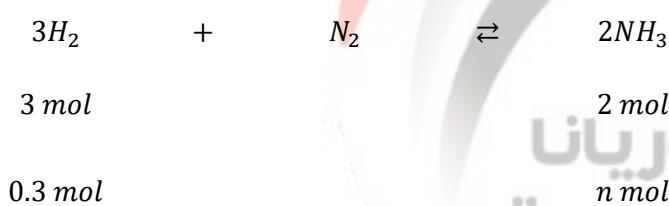
$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$T = \frac{P \cdot V}{n \cdot R} = \frac{1 \times 246 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^{-3}}$$

$$T = 100\ K$$

ط 2) المطلوب غاز النشادر ولا يوجد معلومة عنه لذلك سنكتب المعادلة

إِلَّاَظْهَارِ:



$$n = \frac{0.3 \times 2}{3} = 0.2\ mol$$

ط 3

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot n_2}{n_1}$$

$$V_2 = \frac{2.46 \times 0.2}{0.3} = 164 \times 10^{-2}\ L$$

هذه المسألة مشابهة تماماً للمسألة الوزارية في الفحص النصفى لعام

2020 وقد وضعتها لكم في نهاية هذا البحث للتدرُّب عليها.

مُسَأَّلَةٌ (1) :

عِيْنَةٌ مِنْ غَازِ الْأُوكْسِيْجِينِ تَشْغُلُ حَجْمًا قَدْرُهُ $310\ L$ عِنْدَ درْجَةِ الحرَارةِ $(37^\circ C)$ وَتَحْتَ ضَغْطٍ $41\ kPa$ وَالْمُطَلُّبُ:

- 1- احْسَبْ عَدْدُ مُولَاتِ الْأُوكْسِيْجِينِ فِي العِيْنَةِ عَلَيْهَا أَنْ:

$$(R = 0.082\ L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1})$$

- 2- حَسَابُ حَجْمِ الْأُوكْسِيْجِينِ إِذَا أَصْبَحَ الضَّغْطُ $205\ KPa$ مَعَ ثَبُوتِ درْجَةِ الحرَارةِ.

- 3- حَسَابُ درْجَةِ الحرَارةِ السِّيلِيزِيرِيَّةِ الَّتِي يَصِحُّ عَنْدَهَا حَجْمُ الْأُوكْسِيْجِينِ $930L$ مَعَ ثَبُوتِ الضَّغْطِ.

- 4- حَسَابُ الضَّغْطِ الَّذِي يَصِحُّ عَنْدَهُ حَجْمُ الغَازِ $640L$ عِنْدَ الدَّرْجَةِ $(47^\circ C)$.

:الْحَلُّ

$T = 37 + 273 = 310\ K$	$V = 310\ l$	$P = 41 \times 10^{-2}\ atm$
-------------------------	--------------	------------------------------

$$\begin{aligned} P \cdot V &= n \cdot R \cdot T \\ 41 \times 10^{-2} \times 310 &= n \times 82 \times 10^{-3} \times 310 \\ n &= 5\ mol \end{aligned}$$

ط 2

دَرْجَةُ الحرَارةِ ثَابِتَةٌ فَنَحْذِفُهُ وَيَصِحُّ:

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= P_2 V_2 \\ 41 \times 10^{-2} \times 310 &= 205 \times 10^{-2} \times V_2 \\ V_2 &= 62\ l \end{aligned}$$

ط 3

الضَّغْطُ ثَابِتٌ

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \frac{310}{310} &= \frac{930}{T_2} \Rightarrow T_2 = 930\ K \\ t_c &= T - 273 = 930 - 273 = 657^\circ C \end{aligned}$$

ط 4

$$\begin{aligned} \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ \frac{41 \times 10^{-2} \times 310}{310} &= \frac{P_2 \times 640}{320} \\ P_2 &= 20.5 \times 10^{-2}\ atm \end{aligned}$$



$$M = \frac{14 \times 10^{-1} \times 82 \times 10^{-3} \times 300}{246 \times 10^{-2}}$$

$$M = 14 \text{ g. mol}^{-1}$$

ط2) من قانون الغازات العام:

$$P \cdot V = n R T$$

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{246 \times 10^{-2} \times 2}{82 \times 10^{-3} \times 300} = 0.2 \text{ mol}$$

(3)

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M$$

$$m = 0.2 \times 14 = 2.8 \text{ g}$$

ط4

$$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{عدد افوغادرو}} = \frac{N}{N_A}$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$N = 0.2 \times 6.022 \times 10^{23}$$

$$\text{جزيء} = 12044 \times 10^{19}$$

قانون دالتون والضغط الجزئي:

الضغط الكلي لمزيج غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

ويمكن أن نستخدم القانون الآتي بمعرفة عدد المولات لكل غاز:

$$P_t = n_t \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

$$n_t = n_1 + n_2 + \dots$$

حيث:

ملاحظة: تعطى عبارة الضغط الجزئي لغاز وحيد بالعلاقة:

$$P_1 = n_1 \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

كثافة الغاز:

انطلاقاً من قانون الغازات العام (الغاز المثالي) استنتج العلاقة المحددة لعبارة كثافة الغاز؟

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot V \cdot M = m \cdot R \cdot T$$

$$\frac{m}{V} = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

وبما أن كثافة الغاز تعطى بالعلاقة:

$$\Rightarrow d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

نُقاس الكثافة بواحدة: g. l^{-1}

علل يرتفع المنطاد عالياً عند تسخين الهواء داخله.

لأن تسخين الهواء يؤدي لنقصان كثافته لتصبح أقل من كثافة الهواء المحيط به مما يؤدي إلى ارتفاعه.

(الكثافة تتناسب عكساً مع درجة الحرارة) حسب القانون:

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

مسألة (3):

تبلغ كثافة غاز 1.4 g. l^{-1} وحجمه $2L$ وتحت الضغط 2.46 atm

ودرجة الحرارة 27°C :

- 1 احسب الكتلة المولية لهذا الغاز.
- 2 احسب عدد مولات هذا الغاز.
- 3 احسب كتلة هذا الغاز.
- 4 احسب عدد الجزيئات لهذا الغاز.

$$= \text{عدد افوغادرو} \times 6.022 \times 10^{23}$$

الحل: الكتلة المولية توجد بقانونين فقط هما (عدد المولات - الكثافة) لكنه أعطانا الكثافة لذلك سنستخدم قانونها.

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{d \cdot R \cdot T}{P}$$

جميع الدروس مشرورة على قنوات اليوتيوب (سامح الغلاف كبياء)

وبنفس الطريقة والقانون نجد:

$$P_2 = 5 (246 \times 10^{-2}) = 1230 \times 10^{-3} atm$$

$$P_3 = 3 (246 \times 10^{-2}) = 738 \times 10^{-3} atm$$

للتأكد من الحل يجب أن يكون:

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_t = 492 \times 10^{-3} + 1230 \times 10^{-3} + 738 \times 10^{-3}$$

$$P_t = 24600 \times 10^{-3} = 246 \times 10^{-1} atm$$

.....

مسألة (5) :

يحتوي مزيج غازي على (60%) من غاز الأوكسجين و (16%) من غاز النيتروجين و (24%) من غاز الهيدروجين في وعاء مغلق ضغطه الكلي (2 atm) والمطلوب:

- 1- احسب الضغط الجزئي لـ كل غاز.
- 2- إذا كان عدد مولات الغازات كلها 10 mol فاحسب عدد مولات كل غاز في العينة.

الحل : في نص المسألة لدينا:

$X_1 = 60\%$	$X_2 = 16\%$	$X_3 = 24\%$	$P_t = 2$
--------------	--------------	--------------	-----------

ومنه وحسب القانون:

$$P_1 = X_1 \cdot P_t = \frac{60}{100} \times 2 = 1.2 atm$$

$$P_2 = X_2 \cdot P_t = \frac{16}{100} \times 2 = 0.32 atm$$

$$P_3 = X_3 \cdot P_t = \frac{24}{100} \times 2 = 0.48 atm$$

(2)

لدينا: القانون الثاني للنسبة: $X_i = \frac{n_i}{n_t}$ فمـنـه:

$$n_1 = X_1 \cdot n_t = \frac{60}{100} \times 10 = 6 mol$$

$$n_2 = X_2 \cdot n_t = \frac{16}{100} \times 10 = 1.6 mol$$

$$n_3 = X_3 \cdot n_t = \frac{24}{100} \times 10 = 2.4 mol$$

قانون غراهام في الإشارة والتسلب:

سؤال: استنتاج عبارة الضغط الكلـي لمزيـج غـازـي بـدـلاـةـ الكـسـرـ المـولـيـ.

الضغط الجزئي للغاز :

$$P_1 = n_1 \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

والضغط الكلـي للمزيـج الغـازـي:

$$P_t = n_t \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

بنسبـ الضـغـطـ الجـزـئـيـ لـلـضـغـطـ الكلـيـ:

$$\frac{P_1}{P_t} = \frac{n_1}{n_t}$$

وندعـوـ النـسـبـةـ: $X_i = \frac{n_i}{n_t}$ بالـكـسـرـ المـولـيـ فيـصـبـ:

$$\frac{P_1}{P_t} = X_i \Rightarrow P_1 = X_i \cdot P_t$$

مسألة (4) :

لديـناـ وـعـاءـ حـجمـهـ (100l) يـحـويـ (2mol) منـ غـازـ الأـرـغـونـ وـ (5mol) منـ غـازـ الـهـيلـومـ وـ (3mol) منـ الـنـيـتـرـوجـينـ عـنـدـ الـدـرـجـةـ (27°) وـ المـطـلـوبـ:

1- احسب الضغط الكلـيـ للمـزيـجـ الغـازـيـ فيـ الـوعـاءـ.

2- احسب الضغط الجزئي لـ كلـ غـازـ فيـ المـزيـجـ.

$$(R = 0.082 L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1})$$

(1 ط)

$$P_t = n_t \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

$$n_t = n_1 + n_2 + n_3$$

$$n_t = 2 + 5 + 3 = 10 mol$$

$$\Rightarrow P_t = 10 \left(\frac{82 \times 10^{-3} \times 300}{100} \right)$$

$$P_t = 10 (246 \times 10^{-2}) = 246 \times 10^{-1} atm$$

(2 ط)

$$P_1 = n_1 \left(\frac{R \cdot T}{V} \right)$$

$$P_1 = 2 (246 \times 10^{-2}) = 492 \times 10^{-3} atm$$

احسب نسبة سرعة انتشار غاز الأوكسجين إلى سرعة انتشار غاز الهيدروجين علماً أن: $1:16 H:1$
الحل:

$$\frac{v_{O_2}}{v_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\frac{v_{O_2}}{v_{H_2}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}$$

- عل عن رش كمية صغيرة من العطر في غرفة تنتشر رائحته بكل أرجاء الغرفة.

بسبب الحركة العشوائية لجزيئات الغاز لتملاً الحيز التي توجد فيه بشكل متجانس تقريباً.

5- الخطوط البيانية هامة وغير مهمشة (شاهد الفيديو الأول للغازات).

مسألة (6) :

عينة من غاز الأوكسجين حجمها L 24.6 عند الضغط 1 atm ودرجة الحرارة 27°C والمطلوب:

1- عدد مولات هذه العينة من الأوكسجين.

2- إذا تحول غاز الأوكسجين إلى غاز الأوزون O_3 عند الضغط ودرجة الحرارة ذاتها.

• احسب عدد مولات غاز الأوزون الناتج.

• حجم غاز الأوزون الناتج.

$$P.V = n.R.T$$

$$n = \frac{P.V}{T.R} = \frac{1 \times 24.6 \times 10^{-3}}{300 \times 82 \times 10^{-3}}$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

ط(2) المطلوب غاز الأوزون ولا يوجد معلومة عنه لذلك سنكتب

المعادلة لإظهاره:



$$n = \frac{1 \times 2}{3} = \frac{2}{3} \text{ mol}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

تناسب سرعة انتشار الغاز عكساً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية لهذا الغاز.

مثال:

لدينا العينات الغازية $CO_2 - CH_4 - NH_3$ رتب هذه الغازات حسب سرعة انتشارها في الماء مبرهناً بالعلاقة الرياضية المناسبة.

$$(C:12 - H:1 N:14)$$

حسب قانون غراهام:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

تناسب السرعة عكساً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية.

$$M_{CO_2} = 12 + 16(2) = 44 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{CH_4} = 12 + 1(4) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{NH_3} = 14 + 1(3) = 17 \text{ g.mol}^{-1}$$

ومنه نرتيب الغازات تصاعدياً حسب سرعتها:



ملاحظات:

1- إذا بقي عدد المولات نفسه يبقى الضغط نفسه حتى وإن تغير نوع الغاز

مثال:

مزيج غازي يحتوي 3 mol من غاز البروبان و 4 mol من غاز الميتان عند الضغط 1 atm فإذا استبدل المزيج بـ 7 mol من

غاز الميدروجين فيكون الضغط:

2.24atm	22.4atm	1 atm	7 atm
---------	---------	-------	-------

2- تذكر أن الكثافة تناسب طرداً مع الكتلة المولية حسب:

أعلى كثافة بين الغازات الآتية:

H ₂	N ₂	O ₂	CH ₄
----------------	----------------	----------------	-----------------

3- يمكن أن يطلب بشكل نظري نسبة سرعة انتشار غاز إلى غاز آخر فنطبق قانون غراهام.

مثال:

مُسألة (8): (لَكَ أَنْتَ عَزِيزُ الطَّالِبِ)

الخليط مكون من 0.06g هيدروجين و 1.4g من غاز النيتروجين و 0.34g من غاز النشادر تحت ضغط كلي 4atm و درجة حرارة (1000°K) والمطلوب:

- عدد مولات كل غاز.
- الكسر المولى لكل غاز.
- الضغط الجزئي لكل غاز.
- الحجم الكلى للمزيج.

$$(R = 0.082 \text{ L. atm. mol}^{-1}. \text{K}^{-1})$$

$$(N = 14, H: 1)$$

الحل موجود على قناة التلفرام



سوريانا
التعليمية

ط(3)

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot n_2}{n_1}$$

$$V_2 = \frac{24.6 \times \frac{2}{3}}{1} = 16.4 \text{ L}$$

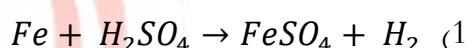
مُسألة (7): نفس المسألة الأولى بالدرس

منطاد مليء بغاز الهيدروجين يستخدمه مشتكشف ليصل به إلى القطب الشمالي وقد حصل على غاز الهيدروجين من تفاعل حمض الكبريت المدد مع برادة الحديد فإذا كان حجم المنطاد في الشرطين النظاميين 600 m^3 ونسبة غاز الهيدروجين المتسرب : 40% :

- اكتب معادلة التفاعل الحاصل.
- احسب كتلة الحديد المستعمل.
- احسب كتلة حمض الكبريت.

$$(Fe: 56 \text{ H: 1 } S: 32 \text{ O: 16})$$

الحل:



2) لا يهم النسبة المتسربة بل نحتاج النسبة المستخدمة فقط لذلك:

للملي 60 m^3 يجب ضخ 100 m^3

للملي $V \text{ m}^3$ يجب ضخ 600 m^3

ومنه:

$$V = \frac{600 \times 100}{60} = 100 \text{ m}^3$$

$$V = 100 \times 10^3 l = 10^5 l$$

Fe	$+ H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$	
56 g	98 g	22.4 l
m_1	m_2	10^5 l

$$m_1 = \frac{56 \times 10^5}{22.4} = 25 \times 10^4 \text{ g}$$

ط(3)

$$m_2 = \frac{98 \times 10^5}{22.4} = 437500 \text{ g}$$

$$\frac{1}{4}V_D = \frac{1}{2}V_A$$

$$V_D = \frac{1}{2} \times 0.12 \times \frac{4}{1} = 0.24 \text{ mol. } l^{-1} \cdot s^{-1}$$

سرعة التفاعل الكيميائي

أولاً: تصنيف التفاعلات الكيميائية من حيث سرعتها:

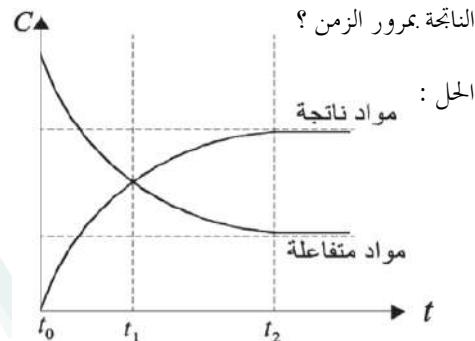
a. تفاعلات سريعة جداً : كاحتراق غاز البوتان

b. تفاعلات بطيئة: كتشكل صدأ الحديد

c. تفاعلات بطيئة جداً: كتشكل النفط والغاز.

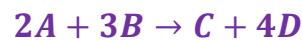
ثانياً: سرعة التفاعلات الكيميائية

ارسم خطأً بيانياً توضح فيه تغيرات تراكيز كل من المواد المتفاعلة والمادة الناتجة بمرور الزمن ؟



عند بداية التفاعل كانت تراكيز المواد المتفاعلة عظمى وتراكيز المواد الناتجة معدومة وبعد فترة زمنية معينة نلاحظ ثبات التراكيز على قيم معينة (t_2) .

مسألة 1: ليكن لدينا التفاعل الآتي :



1- اكتب عبارات السرعة الوسطية لاستهلاك كل مادة متفاعلة والسرعة الوسطية لتكون كل مادة ناتجة.

2- ما العلاقة التي تربط بين السرعات السابقة؟

3- إذا كانت السرعة الوسطية لاستهلاك المادة (A) $0.12 \text{ mol. } l^{-1} \cdot s^{-1}$

فاحسب السرعة الوسطية لتكون كل من المادة C والمادة D .

الحل:

$$\begin{aligned} v_B &= -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} & v_A &= -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} & -1 \\ v_D &= +\frac{\Delta[D]}{\Delta t} & v_C &= +\frac{\Delta[C]}{\Delta t} \\ v_{avg} &= -\frac{1}{2} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{1} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta[D]}{\Delta t} & -2 \end{aligned}$$

أي:

$$\begin{aligned} V_{avg} &= \frac{1}{2}V_A = \frac{1}{3}V_B = V_C = \frac{1}{4}V_D \\ V_C &= \frac{1}{2}V_A = \frac{1}{2} \times 0.12 = 0.06 \text{ mol. } l^{-1} \cdot s^{-1} & -3 \end{aligned}$$

- 1- اكتب عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A وعبارة السرعة الوسطية لتشكل المادة B .
- 2- اكتب عبارة السرعة الوسطية للتفاعل.
- 3- احسب قيمة السرعة الوسطية لتشكل المادة B بين اللحظتين $(0 \rightarrow 10s)$.
- 4- احسب قيمة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة A بين اللحظتين $(20 \rightarrow 30s)$.

الحل:

$$V_{avg(B)} = +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} \quad V_{avg(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad (1)$$

$$V_{avg} = V_{avg(A)} = \frac{1}{2}V_{avg(B)} \quad (2)$$

أو تكتب بالشكل العام:

$$V_{avg} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

$$\begin{aligned} V_{avg(B)} &= +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{(0.6-0.2)}{(10-0)} & (3) \\ &= 0.04 \text{ mol. } l^{-1} \cdot s^{-1} \end{aligned}$$

4) الجدول المعطى للمادة B لذلك سنحسب السرعة الوسطية لها أولاً بين اللحظتين $20s$ و $30s$ ثم سربط بينها وبين المادة A

$$\begin{aligned} V_{avg(B)} &= +\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{(1-0.8)}{(30-20)} \\ &= 0.02 \text{ mol. } l^{-1} \cdot s^{-1} \end{aligned}$$

الآن نربط السرعتين مع بعضهما:

$$V_{avg(A)} = \frac{1}{2}V_{avg(B)}$$

$$V_{avg(A)} = \frac{1}{2} \times 0.02 = 0.01 \text{ mol. } l^{-1} \cdot s^{-1}$$

$$C' = \frac{C}{2}$$

أي أن كل مادة سينقص تركيزها إلى النصف: (نوعض):

$$v_3 = K \left(\frac{[A]}{2} \right) \times \left(\frac{[B]}{2} \right)^2$$

$$v_3 = \frac{1}{8} \times K \times [A] \times [B]^2$$

$$v_3 = \frac{1}{8} v_0$$

(تنقص سرعة التفاعل إلى الثمن)

(4)

(بعد الضغط) n = (قبل الضغط)

$$V \times C = V' \times C'$$

$$V \times C = \frac{V}{4} \times C'$$

$$C' = 4C$$

أي يزداد تركيز كل مادة أربع مرات (نوعض):

$$v_4 = K(4[A])(4[B])^2$$

$$v_4 = 64K[A][B]^2$$

$$v_4 = 64 v_0$$

مسألة (4):

نخرج (200) ml من محلول مادة A تركيزه 1.2 mol. l^{-1} مع (400) ml من محلول مادة B تركيزه 0.6 mol. l^{-1} فيحدث التفاعل

الأولى التالي عند درجة حرارة مناسبة:



- 1 احسب سرعة التفاعل الابتدائية علماً أن ثابت السرعة 10^{-2}
- 2 احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه $[B]$ نصف ما كان عليه.
- 3 احسب تركيز المواد الثلاث عندما يتوقف التفاعل.
- 4 بفرض أن التفاعل يتوقف بعد 10 ثانية من البدء المطلوب:
 - (a) احسب السرعة المتوسطة لاستهلاك المادة B.
 - (b) احسب السرعة الوسطى للتفاعل.

الحل:

نحسب التركيز الجديدة لأننا في حالة مزج بين مادتين

$$\begin{aligned} n_{\text{بعد المزج}} &= n_{\text{قبل المزج}} \\ C \times V &= C' \times V' \end{aligned}$$

رابعاً: قانون سرعة التفاعل اللحظية

ليكن لدينا المعادلة العامة الآتية: نواتج $\rightarrow mA_{(g)} + nB_{(g)}$

تعطي عبارة السرعة اللحظية لهذا التفاعل بالشكل الآتي:

$$v = K[A]^m \cdot [B]^n$$

لاتدخل المواد الصلبة (s) والمواد السائلة (l) في عبارة السرعة

لأن: تركيزها ثابتة مهما اختلفت كميتها.

K الموجود في القانون هو ثابت السرعة ويتعلق بطبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة معاً وتعلق واحدته بالأمثال التفاعلية.

ادرس الجدول صفحة 54 لزيادة تركيز الملاحظة الأولى.

مسألة (3):

ليكن لدينا التفاعل الغازي الآتي: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow 2C_{(g)}$

كيف تتغير سرعة هذا التفاعل في كل مما يلي

- 1 عند زيادة تركيز المادة A مرتين.
- 2 عند زيادة تركيز المادة B ثلاثة مرات.
- 3 عند زيادة الحجم إلىضعف.
- 4 عند زيادة الضغط أربع مرات.

الحل:

$$v_0 = K[A][B]^2 \quad \text{قبل التغيير:}$$

(1) عند زيادة تركيز المادة A مرتين:

$$v_1 = K(2[A])[B]^2$$

$$v_1 = 2K[A][B]^2$$

$$v_1 = 2v_0$$

(ترداد سرعة التفاعل مرتين)

(2) عند زيادة تركيز المادة B ثلاثة مرات:

$$v_2 = K[A]([3B])^2$$

$$v_2 = 9K[A][B]^2$$

$$v_2 = 9v_0$$

(ترداد سرعة التفاعل تسعة مرات)

(3) عند زيادة الحجم إلىضعف:

$$(بعد زيادة الحجم) n = (قبل زيادة الحجم) n$$

$$V \times C = V' \times C'$$

$$V \times C = 2V \times C'$$

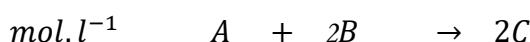
$$0.4 - 2X = 0$$

$$2X = 0.4X = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[A] = 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[C] = 2X = 0.4 \text{ mol. l}^{-1}$$

(الطلب 4)

(أ) السرعة الوسطى لاستهلاك المادة B :

$$V_{avg}(B) = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{(0 - 0.4)}{10} = 0.04 \text{ mol. l}^{-1} \cdot S^{-1}$$

(ب) السرعة الوسطى للتفاعل بالاعتماد على المادة B :

$$V_{avg} = \frac{1}{2} \times V_{avg}(B) = \frac{1}{2} \times 0.04 \\ = 0.02 \text{ mol. l}^{-1} \cdot S^{-1}$$

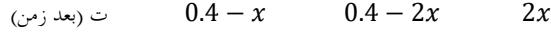
ملاحظات:



$$\dot{C} = \frac{V \times C}{\dot{V}}$$

$$[A]_0 = \frac{200 \times 10^{-3} \times 1.2}{600 \times 10^{-3}} = \frac{1.2}{3} = 0.4 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{400 \times 10^{-3} \times 0.6}{600 \times 10^{-3}} = \frac{2.4}{6} = 0.4 \text{ mol. l}^{-1}$$



$$v_0 = K[A]_0[B]_0^2 \quad (\text{الطلب 1})$$

$$v_0 = 10^{-2}(0.4)(0.4)^2$$

$$v_0 = 6.4 \times 10^{-4} \text{ mol. l}^{-1} \cdot S^{-1}$$

الطلب 2)

$$[\dot{B}] = \frac{1}{2} [B]_0$$

$$0.4 - 2X = \frac{1}{2} \times 0.4$$

$$0.4 - 2X = 0.2$$

$$X = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$$

فالتراكيز المتبقية هي:

$$[\dot{A}] = 0.4 - X \quad [\dot{B}] = 0.4 - 2X$$

$$= 0.4 - 0.1 \quad = 0.4 - 0.2$$

$$= 0.3 \text{ mol. l}^{-1} \quad = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$v_1 = K[\dot{A}][\dot{B}]^2$$

$$v_1 = 10^{-2}(0.3)(0.2)^2$$

$$v_1 = 12 \times 10^{-5} \text{ mol. l}^{-1} \cdot S^{-1}$$

الطلب 3) يتوقف التفاعل عندما ينعدم مركز المادة A أو B أو كلاهما وعندما
 $:V = 0$

 $[A] = 0$: إنما

$$0.4 - X = 0$$

$$X = 0.4 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[B] = 0.4 - 2X$$

$$[B] = 0.4 - 0.8 - 0.4 \text{ mol. l}^{-1}$$

مرفوض لأن التراكيز موجبة دوماً

 $[B] = 0$ أو

$$V = K[A]^2 \cdot [B]$$

$$V = 10^{-2} \times (0.2)^2 \times (0.2)$$

$$V = 8 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(3) عدد المولات يبقى ثابتاً عند زيادة الحجم أي يمكن أن نكتب

(بعد زيادة الحجم) $n =$ (قبل زيادة الحجم)

$$V \times C = V' \times C'$$

$$V \times C = 2V \times C'$$

$$C' = \frac{C}{2}$$

أي أن كل مادة سينقص تركيزها إلى النصف: (نفرض):

$$V' = K \left[\frac{A}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{B}{2} \right]$$

$$V' = \frac{1}{8} V_0 = \frac{1}{8} \times 48 \times 10^{-5}$$

$$V' = 6 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(4) نستخدم الطريقة العامة للحل:

كل 100 mol.l^{-1} من المادة A يتفاعل منها $2x$

كل 100 mol.l^{-1} يتفاعل منها 40%

$$\Rightarrow 2x = \frac{0.4 \times 40}{100} = 0.16$$

$$x = 0.8 \text{ mol.l}^{-1}$$

ومنه بالتعويض في المادة C نجد:

$$[C] = 2x = 0.16 \text{ mol.l}^{-1}$$

يمكنك مشاهدة الفيديو الآتي عن شرح مسائل السرعة



(الجلسات الامتحانية في دمشق - برامكة - معهد آسيا)

مسألة (5) :

وضع 4 mol من الغاز A مع 3 mol من الغاز B في وعاء مغلق سعته 10L

فيحدث التفاعل الأولي عند درجة حرارة معينة وفق المعادلة:



1- احسب سرعة التفاعل الابتدائية اذا كان 10^{-2}

2- احسب سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه $[A] = [B]$

3- بين بالحساب كيف تغير سرعة هذا التفاعل الابتدائية إذا تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه هذا التفاعل مع ثبات درجة الحرارة.

4- تركيز المادة C إذا تفاعل 40% من المادة A .

الحل:

نحسب التراكيز الابتدائية أولاً:

$$[A]_0 = \frac{n}{V} = \frac{4}{10} = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{n}{V} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.l}^{-1}$$

نفرض في المعادلة بالشكل:

$2A$	$+$	B	\rightarrow	$2C$
0.4		0.3		0
$0.4 - 2x$		$0.3 - x$		$2x$

$$v = K[A]^2 \cdot [B]_0 \quad (1)$$

$$V = 10^{-2} \times (0.4)^2 \times (0.3)$$

$$= 48 \times 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

(2) من الفرض لدينا :

$$[A] = [B]$$

$$0.4 - 2x = 0.3 - x$$

$$x = 0.1 \text{ mol.l}^{-1}$$

نفرض في تراكيز المادتين بعد زمن:

$$[A] = 0.4 - 2x = 0.4 - 0.2 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[B] = 0.3 - x = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$21 \times 10^{-4} = K(0.1)^2$$

$$\Rightarrow K = 21 \times 10^{-2}$$

عززي الطالب توجد مسائل عديدة في كتاب المدرسي تدرب على مسألة إضافية عن هذا النمط من المسائل لـ تكين المعلومة وال فكرة .

لا تنسى أن طريقة حل المسائل مشرورة على اليوتيوب وإن واجهتك أي صعوبة .

توجد شروحات صوتية كذلك مرقمة على قناة التلغرام

(سامح الغلب كيمياء)

<https://t.me/teachersameh>

أو امسح الكود الآتي:



سادساً: مراحل حدوث التفاعل الكيميائي

❖ نظرية التصادمات:

سؤال (1): تقوم نظرية التصادمات على فرضيتين ماهماً؟

- حدوث تفاعل كيميائي يجب أن تتصادم دقائق المواد المتفاعلة مع بعضها.
- التصادم شرط لازم لكنه غير كافٍ لحدوث التفاعل.

سؤال (2): علل التصادم شرط لازم لكنه غير كافٍ لحدوث التفاعل؟

لوجود تصادمات فعالة وآخر غير فعالة.

سؤال (3): حتى يكون التصادم فعالاً لا بد من توافر شرطين ماهماً؟

- أن تأخذ دقائق المواد وضعاً فراغياً مناسباً.

خامساً: رتبة التفاعل

هي مجموع أسس تراكيز المواد المتفاعلة في عبارة سرعة التفاعل.

مسألة (6): يحدث التفاعل الآتي في شروط مناسبة:



و كانت النتائج لقياس سرعة التفاعل الابتدائية في عدة تجارب بتراكيز مختلفة

$v(mol.l^{-1})$	$[A](mol.l^{-1})$	$[B](mol.l^{-1})$	رقم التجربة
21×10^{-4}	0.1	0.1	1
84×10^{-4}	0.2	0.1	2
84×10^{-4}	0.2	0.2	3

1- اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية واستنتج رتبة التفاعل.

2- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل.

$$v = K[A]^x \cdot [B]^y$$

نعرض نتائج التجارب الثلاث:

$$21 \times 10^{-4} = K (0.1)^x (0.1)^y \dots \dots \dots (1)$$

$$84 \times 10^{-4} = K (0.2)^x (0.1)^y \dots \dots \dots (2)$$

$$84 \times 10^{-4} = K (0.2)^x (0.2)^y \dots \dots \dots (3)$$

نقسم المعادلة الأولى على الثانية (أو بإمكانك العكس) فنجد:

$$\frac{21 \times 10^{-4}}{84 \times 10^{-4}} = \frac{K (0.1)^x (0.1)^y}{K (0.2)^x (0.1)^y}$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^x \Rightarrow x = 2$$

نقسم الأن المعادلة الثانية على المعادلة الثالثة (أو بالعكس) :

$$\frac{84 \times 10^{-4}}{84 \times 10^{-4}} = \frac{K (0.2)^x (0.1)^y}{K (0.2)^x (0.2)^y}$$

$$\frac{1}{1} = \left(\frac{1}{2}\right)^y \Rightarrow y = 0$$

وبالتالي تكون عبارة سرعة التفاعل اللحظية بعد تعويض X و Y فيها:

$$v = K[A]^2$$

ط2) من التجربة الأولى:

$$21 \times 10^{-4} = K (0.1)^x (0.1)^y$$

جميع الدروس مشرورة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

سؤال(8): التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط كبيرة تميل إلى أن تكون بطيئة علل ذلك؟

لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون كبيراً.

سؤال(9): التفاعلات التي تحتاج طاقة تنشيط صغيرة تميل إلى أن تكون سريعة علل ذلك؟ لأن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط يكون صغيراً.

سؤال(10): علل المواد الصلبة والسائلة تراكيزها ثابتة مهما اختلفت كميتها؟

لأن تغير عدد الموليات يؤدي إلى تغير الحجم والعكس صحيح، فتبقي نسبة عدد الموليات إلى الحجم (التركيز) ثابتة.

عدد العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

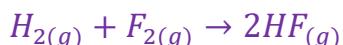
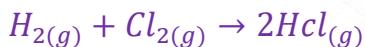
- 1- طبيعة المواد المتفاعلة.
- 2- درجة الحرارة.
- 3- الوسيط.
- 4- التركيز.

أولاً: طبيعة المواد المتفاعلة:

سؤال(11): ليكن لدينا المركبين الآتيين C_2H_6 و C_5H_{12} أي منهما سرعة احتراقه أكبر ولماذا؟

سرعة احتراق C_2H_6 أكبر لأن عدد الروابط $H - C$ و $C - C$ فيه أقل وبالتالي يحتاج طاقة تنشيط أقل فيكون أسرع.

سؤال(12): ليكن لدينا التفاعلين الآتيين:



$$\Delta H_b = (F - F) = 156.9 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_b = (H - H) = 435 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_b = (Cl - Cl) = 243 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

أي التفاعلين أسرع؟ علل ذلك

الحل: بما أن طاقة الرابطة في جزيء الفلور أقل من طاقة الرابطة في جزيء الكلور فعدها يكون تفاعل الفلور مع الهيدروجين أسرع من تفاعل الكلور معه.

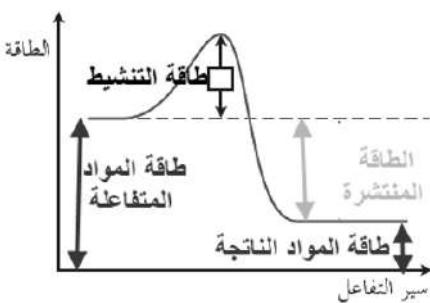
- أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل (طاقة التنشيط).

سؤال(4): عرف طاقة التنشيط وماذا تتعلق؟

هي الحد الأدنى من الطاقة الواجب توافرها لوصول طاقة المواد المتفاعلة إلى الحالة الانتقالية.

وتنبع بطبعية المواد المتفاعلة. (يمكن أن يأتي اختيار إجابة).

سؤال(5): ارسم المخطط الطيفي لتفاعل ناشر للحرارة ثم عدد المراحل التي تمر من خلالها التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة التنشيط.



المرحلة الأولى: إضعاف روابط جزيئات المواد المتفاعلة.

المرحلة الثانية: تشكل الحالة الانتقالية أو ما يسمى المعقد النشط.

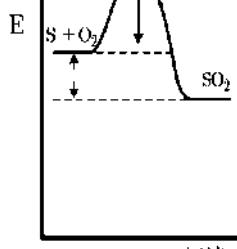
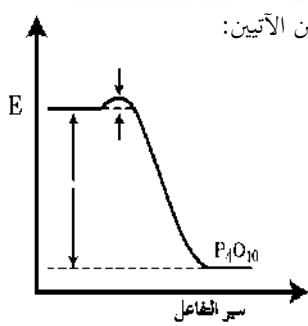
المرحلة الثالثة: تفكك المعقد النشط وتشكل النواتج.

سؤال(6): عرف المعقد النشط وحدد موقعه في المخطط السابق؟

هو مركب مرحلٍ غير ثابت يتشكل آنئذ ولا يمكن فصله من المزيج التفاعلي.

(أعلى نقطة في المنحني عند طاقة التنشيط هي المعقد النشط).

سؤال(7): ليكن لدينا المخططين التاليين الآتيين:



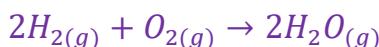
أي التفاعلين يحتاج طاقة تنشيط أكبر؟ وأي التفاعلين أسرع؟ فسر؟

يحتاج التفاعل الأول (على اليمين) إلى طاقة تنشيط أكبر فيكون بطيء

ومنه التفاعل الثاني طاقة تنشيطه أقل فيكون أسرع.

ثانياً: درجة الحرارة

سؤال(18): ليكن لدينا التفاعل الآتي:



1- هل التفاعل متجانس أم لا ولماذا؟

2- اقترح طرفيتين لزيادة سرعة هذا التفاعل

: الحل:

3- التفاعل متجانس لأن جميع المواد من طور واحد (غازات)

4- الطريقة الأولى: زيادة تركيز الهيدروجين.

الطريقة الثانية: زيادة تركيز الأوكسجين.

سؤال(19): ليكن لدينا التفاعل الآتي:



a. هل التفاعل متجانس أم لا ولماذا؟

b. اقترح طرفيتين لزيادة سرعة هذا التفاعل.

: الحل:

a. التفاعل غير متجانس لأن المواد المتفاعلة والنتاجة من أطوار مختلفة.

b. الطريقة الأولى: زيادة تركيز حمض الكبريت

الطريقة الثانية: تحويل قطعة الزنك إلى برادة لزيادة مساحة سطح التماس.

(تذكرة دواماً أن الله هو الموفق)

تعاليل متنوعة

1- احتراق مسحوق الفحم أسرع من احتراق قطعة فحم مماثلة له بالكتلة.

لأن مساحة سطح التماس في مسحوق الفحم أكبر من مساحة سطح التماس لقطعة الفحم المماثلة بالكتلة.

2- تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة.

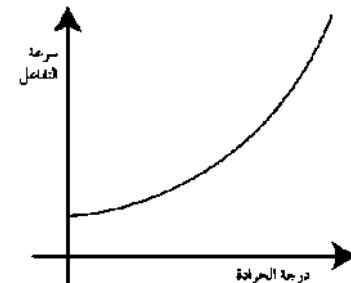
بسبب زيادة عدد التصادمات الفعالة.

3- التحرير يزيد من سرعة التفاعل؟

لأنه يجعل المواد المتفاعلة على تماس مع بعضها أكثر

4- تحفظ الأطعمة في الثلاجة فترة طويلة دون أن تفسد.

لأن درجة الحرارة المنخفضة تبطئ من سرعة تحملها.



ثالثاً: تأثير الوسيط

سؤال(14): عرف الوسيط واذكر نوعاه وبين عملهما في التفاعلات الكيميائية؟

ال وسيط: مادة تغير من سرعة التفاعل الكيميائي القابل للحدوث دون أن يتغير تركيبه الكيميائي في نهاية التفاعل ويقسم إلى مسرع للتفاعل (حفاز) ومبطئ للتفاعل (مثبط).

سؤال(15): علل الحفاز يسرع التفاعل الكيميائي؟

لأنه يعمل على تخفيض طاقة التنشيط.

سؤال(16): علل المثبط يبطئ من سرعة التفاعل الكيميائي؟

لأنه يعمل على رفع طاقة التنشيط

رابعاً: تأثير تغيير التركيز

سؤال(17): ما الفرق بين التفاعلات المتجانسة والتفاعلات الغير متجانسة؟

التفاعلات المتجانسة تكون فيها جميع المواد المتفاعلة والنتاجة من طور واحد.

التفاعلات الغير متجانسة مختلفة في أطوار موادها.

التوازن الكيميائي

أولاً المفهوم الحركي

- ❖ يسمى التوازن في التفاعلات الكيميائية بالتوازن الحركي لأن التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي ولا تكون قيمة السرعة لأي تفاعل معروفة.
- ❖ لا تستهلك المواد المتفاعلة كلياً في تفاعل متوازن لأن المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في نفس الشروط.

سؤال(1):

ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



والمطلوب:

- 1- بين كيف تغير تراكيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة بمرور الزمن.
- 2- ما الذي يحصل عند الوصول لحالة التوازن الكيميائي في التفاعل.
- 3- ارسم مخططًا بيانياً يوضح تغير سرعي التفاعل المباشر والعكسي بدلالة الزمن.
- 4- ارسم مخططًا بيانياً يوضح تغير تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة بمرور الزمن.

الحل:

ط1) في بداية التفاعل: تكون تراكيز المواد المتفاعلة عظمى أي أن سرعة التفاعل المباشر أعظمية، في حين تكون تراكيز المواد الناتجة معروفة أي أن سرعة التفاعل العكسي معروفة.

وبحسب الزمن: تقص تراكيز المواد المتفاعلة لأنها تستهلك فتنقص سرعة التفاعل المباشر وتزداد سرعة التفاعل العكسي لزيادة تراكيز المواد الناتجة حتى يصل لمرحلة تتساوى فيها السرعاتان فنصل لحالة التوازن الكيميائي الذي ندعوه التوازن الحركي.

ط2) عند الوصول لحالة التوازن يتحقق ما يلي:

- تتساوى سرعة التفاعل المباشر مع سرعة التفاعل العكسي.
- ثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.

التفاعلات الغير أولية:

تم على عدة مراحل ولا تتوافق فيها عبارة السرعة اللحظية مع معادلة التفاعل وتعطى عبارة السرعة للمرحلة الأبطئ.

مثال: (هام)

يحدث التفاعل الغازي الآتي في الغلاف الجوي :



على مراحلتين:



اكتب عبارة سرعة التفاعل اللحظية له ثم فسر إجابتك؟

عبارة السرعة له هي: $V = K[O_3]$

لأنه تفاعل غير أولي تم على عدة مراحل .. فتكون عبارة السرعة له هي عبارة السرعة للمرحلة الأبطئ.

ملاحظات:

سورية
التعليمية

تُسمى النسبة $K_c = \frac{K_1}{K_2}$ ثابت التوازن:

$$K_c = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b} \quad (2)$$

ويمكن التعبير عن تراكيز الغازات بدلالة الضغوط الجزئية مقدرة بـ atm فنكتب:

$$K_p = \frac{P_{(C)}^c \times P_{(D)}^d}{P_{(A)}^a \times P_{(B)}^b}$$

ملاحظات:

- إن K_p و K_c مقداران ثابتان ليس لهما واحدة.
- لا تظهر المواد الصلبة والسائلة كمذبيات في عبارة ثابت التوازن لأن تراكيزها ثابتة مهما اختلفت كميتها.
- لا يؤثر تغير التركيز أو تغير الضغط على قيمة K_c و K_p لكن درجة الحرارة تؤثر عليه فتغير من قيمته.
- يمكن الرابط بين الثابتين بالعلاقة العامة:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \Leftrightarrow K_c = K_p (RT)^{-\Delta n}$$

ميز بالعلاقة السابقة مايلي:

Δn هي تغير عدد الموليات بين الطرفين وإذا انعدمت وعوضناها في القانون السابق نجد:

$$K_c = K_p$$

: درجة الحرارة المطلقة دوماً بالكلفن: T°

$$T_K = t^\circ + 273$$

R : هو ثابت الغازات العام وقيمه هنا ثابتة $0.082 \text{ atm.l.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$

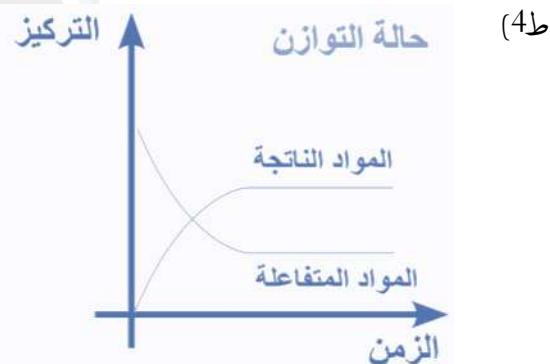
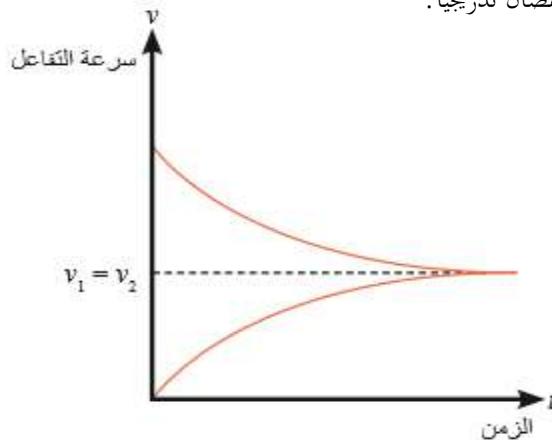
مثال: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



- اكتب عبارة ثابت التوازن K_c و K_p لهذا التفاعل.
- اكتب العلاقة التي تربط بينهما.

ط3) الخط الذي يبدأ من الصفر هو المنحنى المميز لسرعة التفاعل العكسي v_2 التي تبدأ بالزيادة تدريجياً.

الخط الثاني يمثل المنحنى المميز لسرعة التفاعل المباشر v_1 التي تبدأ بالنقصان تدريجياً.



سؤال(2): انطلاقاً من التفاعل المتوازن الآتي:



- استنتج عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز له.
- كيف نعبر عن هذا الثابت بدلالة الضغوط الجزئية.

ط1

$$v_1 = K_1 [A]^a \times [B]^b \quad (1)$$

$$v_2 = K_2 [C]^c \times [D]^d \quad (2)$$

$$v_1 = v_2$$

$$K_1 [A]^a \times [B]^b = K_2 [C]^c \times [D]^d$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$



$$K_c = \frac{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}{[SO_3]^2}$$

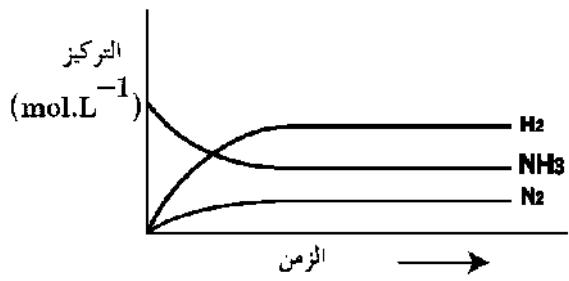
.....

سؤال(4): هام

ليكن لدينا التفاعل الغازي الأولي الآتي:



- 1 ارسم خطأً بيانيًا توضح فيه تغير تراكيز كل مادة من مواد التفاعل.
- 2 اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز له.



ملاحظة: المادة التي لها عدد مولات أكبر يكون خطها هو الأعلى في الرسم.

لذلك رسمنا الهيدروجين في القمة ثم النشادر فالنيتروجين.

$$K_c = \frac{[H_2]^3 \cdot [N_2]}{[NH_3]^2}$$

.....

ثانيةً: أهمية ثابت التوازن

قيمة ثابت التوازن لها حالتان:

الحالة الأولى: $K_c < 1$ أي أن المقام أكبر من البسط.

بالتالي كمية المواد المتفاعلة أكبر بكثير من كمية المواد الناتجة وبالتالي التفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه العكسي.

الحالة الثانية: $K_c > 1$ أي أن البسط أكبر من المقام.

بالتالي كمية المواد الناتجة أكبر بكثير من المواد المتفاعلة وبالتالي التفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه المباشر.

الحل:

$$K_p = \frac{P_{H_2S}}{P_{H_2}} \quad \text{و} \quad K_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]} \quad (1)$$

ط(2)

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 1 - 1 = 0$$

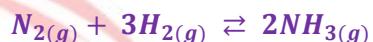
$$K_p = K_c (RT)^0$$

$$K_p = K_c$$

لاحظ أن المادة الصلبة لم ندخلها بحساب عدد المولات بين الطرفين ولا حتى في قانون K_p و K_c في الطلب الأول.

.....

مثال(2): ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



-1 اكتب عبارة ثابت التوازن K_c .

-2 اكتب العلاقة التي تربط بين K_c و K_p له.

ط(1)

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3 \cdot [N_2]}$$

ط(2)

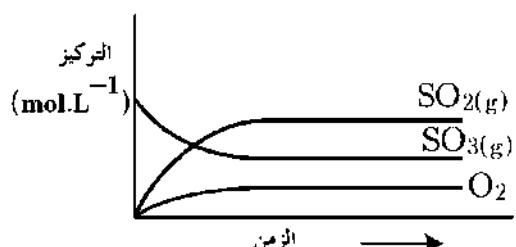
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 4 = -2$$

$$K_p = K_c (RT)^{-2}$$

$$K_p = \frac{K_c}{(RT)^2}$$

سؤال(3): لدينا الشكل المجاور والذي يمثل تفاعلاً متوازناً



-1 اكتب معادلة التفاعل المعبرة عنه.

-2 اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة التراكيز.

الحل:

ط 1)

$$Q = \frac{[C]}{[A] \cdot [B]} = \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{(5 \times 10^{-3}) \cdot (10^{-2})}$$

$$Q = 4$$

ط 2)

التفاعل لم يصل حالة التوازن لأن $K_c \neq Q$ والتفاعل الراوح هو التفاعل العكسي لأن: $Q < K_c$ **رابعاً: حساب ثابت التوازن من خلال المعادلات.**

❖ إذا ضربت معادلة تفاعل بمعامل ما (رقم ما) فإن ثابت التوازن الجديد يُرفع إلى أس يساوي ذلك المعامل.

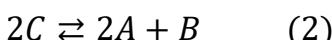
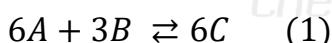
❖ أما إذا عُكس التفاعل فإن قيمة ثابت التوازن الجديد يساوي مقلوب قيمة ثابت التوازن الأول.

(هام كآخر إجابة صحيحة لهذه السنة)

مثال: ليكن لدينا التفاعل المتوازن الآتي:



احسب ثابت التوازن لكل من المعادلات الثلاث الآتية:



الحل:

في المعادلة الأولى لاحظ أنها مماثلة للمعادلة الأصلية وناتجة عن ضربها بـ (3)، فيكون:

$$K'_c = (K_c)^3 = (2)^3 = 8$$

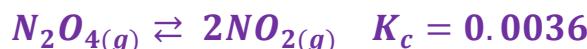
أما المعادلة الثانية فهي تماثل الأصلية لكنها مقلوبة لذلك سنقلب ثابت التوازن فيكون:

$$K'_c = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{2}$$

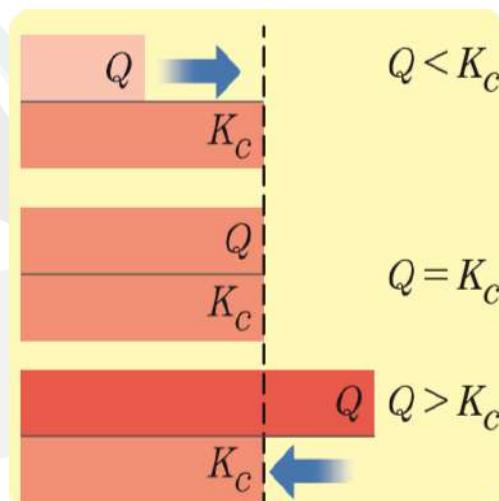
في المعادلة الثالثة نجد أنها مقلوبة أولاً وناتجة عن ضرب الأصلية بـ (2) فيجب تطبيق الحالتين (نقلب ثابت التوازن ونرفعه لأس 2)

مثال عن ذلك:

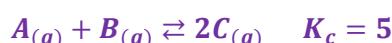
قارن بين كمية المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل الآتي معللاً إجابتك

بما أن $1 \ll K_c$ فكمية المواد المتفاعلة أكبر من كمية المواد الناتجة. التفاعل يحدث لمدى كبير في الاتجاه العكسي.**ثالثاً: حاصل التفاعل**تماثل عبارة حاصل التفاعل Q عبارة ثابت التوازن K_c تماماً لكننا يمكن أن نأخذ التراكيز في لحظة ما دون شرط الوصول لحالة التوازن.

ونميز ثلاثة حالات:

في الحالة الأولى: $Q < K_c$ يرجح التفاعل المباشر على العكسي في هذه الحالة.في الحالة الثانية: $Q = K_c$ التفاعل في حالة توازن.في الحالة الثالثة: $Q > K_c$ يرجح التفاعل العكسي على التفاعل المباشر.

مثال: ليكن لدينا التفاعل الآتي:



فإذا علمت أن التراكيز في لحظة ما كانت

$$[B] = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1} \text{ و } [A] = 5 \times 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

وكانت المادة C المطلوب:

1- احسب حاصل التفاعل.

2- أحدد التفاعل الراوح مع التعليل.

الحل:

ما أن عدد المولات نفسه للماضتين فالتركيز سيكون نفسه:

$$[A]_0 = [B]_0 = \frac{n}{V} = \frac{6}{2} = 3 \text{ mol. l}^{-1}$$

A	$+ B$	$\rightleftharpoons C + D$	
بدء	3	0	0
توازن	$3 - x$	$3 - x$	x

المطلوب التراكيز التوازنية (سطر ثالث) لذلك سنستعمل ثابت التوازن

$$K_c = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]}$$

$$16 = \frac{x^2}{(3-x)^2}$$

بحذر طرف المعادلة نجد:

$$4 = \frac{x}{(3-x)}$$

$$x = 12 - 4x$$

$$5x = 12 \Rightarrow x = 2.4 \text{ mol. l}^{-1}$$

ومنه:

$$[C] = [D] = 2.4 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[A] = [B] = 3 - 2.4 = 0.6 \text{ mol. l}^{-1}$$

ط(2)

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$

$$K_p = K_c (RT)^0$$

$$K_p = K_c = 16$$

$$K'_c = \frac{1}{(K_c)^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4} = 0.25$$

تدرّب على مثال (اختر الإجابة الصحيحة رقم (6) في الصفحة 81)

.....

العامل المؤثر بحالة التوازن الكيميائي: وفق مبدأ لوشا توليه

- التراكيز 1

إضافة: ينزاح بالاتجاه المعاكس لجهة المادة المضافة.

سحب: ينزاح باتجاه المادة المضافة.

- الضغط 2

عند زيادة الضغط ينزاح التوازن في الاتجاه الذي تنقص فيه عدد المولات.

عند انقص الضغط ينزاح التوازن في الاتجاه الذي تزيد فيه عدد المولات.

- درجة الحرارة 3

عند رفع درجة الحرارة ينزاح التوازن في الاتجاه الماصل للحرارة.

عند خفض درجة الحرارة ينزاح التوازن في الاتجاه الناشر للحرارة.

ويجب فهم مايلي :

إذا كانت $\Delta H > 0$ فمنه: $\xrightarrow{\text{ماص}} \xleftarrow{\text{ناشر}}$

إذا كانت $\Delta H < 0$ فمنه: $\xleftarrow{\text{ماص}} \xrightarrow{\text{ناشر}}$

- الوسيط: لا يؤثر على جهة انزياح التوازن وإنما يسرع الوصول إلى حالة التوازن.

.....

• مسألة (1):

مزج 6 mol من المادة A مع 6 mol من المادة B في وعاء مغلق حجمه (2l) ثم سُخن المزيج إلى درجة حرارة 500k فحدث التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية:



والمطلوب:

- احسب تراكيز المواد الأربع عند التوازن علمًا أن: $K_c = 16$.

- احسب ثابت التوازن K_p .

$$K_c = \frac{1}{36}$$

ط(2)

$$K_c = \frac{K_1}{K_2} \Rightarrow K_2 = \frac{K_1}{K_c}$$

$$K_2 = \frac{K_1}{K_c} = \frac{10^{-2}}{\frac{1}{36}} = 36 \times 10^{-2}$$

ط(3)

كمية الماد الناتجة	كمية الماد المتفاعلة	ثابت التوازن	حالة التوازن
تنقص	ترداد	لا يتأثر	ينزاح في الاتجاه العكسي

مسألة(3):

عند بلوغ التوازن في التفاعل التالي:



كانت التراكيز $[N_2]_{eq} = 3 \text{ mol. l}^{-1}$

$$[NH_3]_{eq} = 4 \text{ mol. l}^{-1}, [H_2]_{eq} = 9 \text{ mol. l}^{-1}$$

1) احسب قيمة ثابت التوازن لهذا التفاعل بدلاله الترکیز K_c .

2) احسب التراكيز الابتدائية لكل من الهيدروجين والتروجين

3) اقترح خمس طرق تؤدي إلى زيادة كمية النشادر الناتجة.

الحل:

mol. l^{-1}	$N_{2(g)}$	$+ 3H_{2(g)}$	$\rightarrow 2NH_{3(g)}$
ت (بدء)	C_1	C_2	0
ت (توازنية)	$C_1 - x$	$C_2 - 3x$	$+2x$
عملاء	3	9	4

1) عند التوازن نستخدم السطر الثاني ونعرض في ثابت التوازن:

$$K_c = \frac{[NH_3]_{eq}^2}{[N_2]_{eq} \cdot [H_2]_{eq}^3}$$

$$K_c = \frac{(4)^2}{(3) \cdot (9)^3}$$

$$K_c = \frac{16}{(3) \cdot (729)}$$

مسألة(2):

تفتكك المادة C وفق التفاعل المتوازن الآتي:



إذا علمت أن الترکیز الابتدائي $[C]_0 = 0.4 \text{ mol. l}^{-1}$ وأن النسبة

المتفككة من C حتى بلوغ حالة التوازن تساوي 25% والمطلوب:

- احسب ثابت التوازن K_c لهذا التفاعل.
- اذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل المباشر $K_1 = 10^{-2}$ احسب ثابت سرعة التفاعل العكسي.

- ما أثر زيادة تركيز المادة A على حالة التوازن وثابت التوازن وكمية الماد الناتجة وكمية الماد المتفاعلة.

الحل:

$2C$	\rightleftharpoons	$A_{(g)}$	$+$	$B_{(g)}$
بدء		0		0
توازن		$0.4 - 2x$	x	x

ط(1) المطلوب هو ثابت التوازن لذلك سنحتاج أرقام السطر الثاني

فسنستخدم النسبة المئوية المعطاة لإيجاد قيمة x

(لا يوجد طريقة أخرى)

كل 25 mol. l^{-1} من المادة C يتفكك منها $2x$

كل 0.4 mol. l^{-1} من المادة C يتفكك منها $2x$

$$2x = \frac{0.4 \times 25}{100}$$

$$2x = 0.1 \Rightarrow x = 5 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

نعرض:

$$[A] = [B] = 5 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[C] = 0.4 - 2x = 0.4 - 0.1 = 0.3 \text{ mol. l}^{-1}$$

نحسب ثابت التوازن:

$$K_c = \frac{[A] \cdot [B]}{[C]^2} = \frac{(5 \times 10^{-2}) \cdot (5 \times 10^{-2})}{(0.3)^2}$$

$$K_c = \frac{25 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{-2}} = \frac{25 \times 10^{-2}}{9} = \frac{25}{900}$$

• مسألة (5): تدريبية لك أنت عزيزي الطالب

عند **بلوغ التوازن** في التفاعل الآتي:



$$[C] = 12 \text{ mol. l}^{-1}, [D] = 6 \text{ mol. l}^{-1}$$

كانت التراكيز: $[B] = 3 \text{ mol. l}^{-1}$ والمطلوب:

- 1- احسب التركيز الإبتدائي للمادة B .
 - 2- احسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز لهذا التفاعل.
 - 3- احسب النسبة المئوية المتفككة من المادة B للوصول حالة التوازن.
 - 4- ارسم خطأً بيانيًّا يوضح تغير تركيز المادة B بدلالة الزمن.
 - 5- ما أثر إنقاص الضغط على حالة التوازن وكمية كل من المواد المتفاعلة وثابت التوازن.
-

ملاحظة: حل المسألة موجود على قناة التلفاز (قم بمسح الكود الآتي)



(الجلسات الامتحانية في دمشق - برامكة - معهد آسيا)

(دوما - معهد المجموعة العربية)

(جديدة عرطون - معهد بوابة المستقبل)

(جديدة الفضل مدرسة العلم النافع الخاصة)



$$k_C = \frac{9 \times 10^{-2}}{2} = 4.5 \times 10^{-2}$$

ط2

كل 100 mol. l^{-1} من المادة C يتفكك منها $y \text{ mol. l}^{-1}$

كل 0.4 mol. l^{-1} من المادة C يتفكك منها $x = 0.03$

$$Y = \frac{0.03 \times 100}{0.4} = \frac{3}{4} = 75\%$$

ط3

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$K_p = K_c (RT)^1$$

$$K_p = K_c (0.082 \times 500)$$

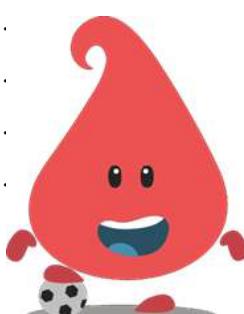
$$K_p = 45 \times 10^{-3} \times 41 = 1845 \times 10^{-3}$$

ط4

ينزاح التوازن في الاتجاه الذي عدد مولاته أقل أي الاتجاه العكسي

أما ثابت التوازن لا يتتأثر بتغيير الضغط.

ملاحظات:



الحموض والأسas

نظريات الحموض والأسas

ثالثاً: نظرية برونشتاد ولويري: اعتمدت على مفهوم بروتوني.

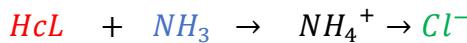
الحمض: كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون (أو أكثر) إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: كل مادة كيميائية قادرة على استقبال بروتون (أو أكثر) من مادة أخرى تتفاعل معها.

كيف نكتب معادلات تأين الحموض؟

الجواب: نضيف لها الماء حتى ينتج الهيدرونيوم H_3O^+ فهو دليل الحمض الملائم له.

مثال:



يعندهما يفقد الحمض بروتونه يتتحول إلى أساس مترافق له والعكس صحيح.

مثلاً في مثالنا السابق يتتحول حمض كلور الماء HCl إلى أيون الكلور Cl^- الذي نعتبره أساس مترافق له.

ويتحول الأساس NH_3 إلى أيون الأمونيوم NH_4^+ الذي يكون حمض مترافق له.

المركبات المذبذبة: وهي المركبات التي تسلك سلوك الحمض أو الأساس حسب المادة التي تتفاعل معها. ومثالها العام هو الماء (H_2O) عنصر مذبذب.

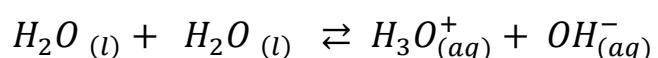
سؤال هام:

يُعد الماء ناقلاً رديعاً للتيار الكهربائي لاحتوائه على أيونات قليلة والمطلوب:

1- اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد عليها الأزواج المترافقية (حمض -أساس) وفق نظرية برونشتاد ولويري.

2- اكتب عبارة ثابت تأين الماء وفي أي درجة حرارة يؤخذ.

الحل:



أساس مترافق (1) حمض مترافق (2) أساس (2) حمض (1)

ويعطى ثابت تأين الماء بالعلاقة:

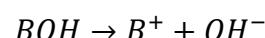
$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

أولاً: نظرية آرميروس: اعتمد في تعريفه على الانحلال في الماء.

الحمض: كل مادة تحرر أيون الهيدروجين عند انحلالها في الماء.



الأساس: كل مادة تحرر أيون الهيدروكسيد عند انحلالها في الماء.



.....

ثانياً: نظرية لويس: اعتمد في تعريفه على المفهوم الالكتروني.

الحمض: كل مادة تكتسب زوج الكتروني (أو أكثر) من مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: كل مادة تمنح زوج الكتروني (أو أكثر) إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

طريقة العمل:

المادة المانحة للزوج الإلكتروني يخرج منها سهم (رابطة تساندية) للذرة المستقبلة كما سيمرر في المعادلة الأولى في الأمثلة.

كل أيون موجب (+2+) قد يكون حمض لويس لأن له القدرة على تقبيل زوج الكتروني كما في المثال الثاني.

مثال (1): (هام)

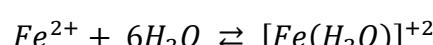
حدد كلاً من الحمض والأساس في المعادلة الآتية تبعاً لنظرية لويس:



NH_3 : أساس لويس لأنه يقدم زوج إلكتروني.

BF_3 : حمض لويس لأنه يستقبل الزوج الإلكتروني.

مثال (1): (هام)



أساس لويس حمض لويس

جميع الدروس مشرورة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كيمياء)

نلاحظ من المعادلة أن تركيز الأساس الضعيف (النشادر) لا يساوي تركيز أيونات الهيدرونيوم في المحلول. أي يمكن أن نكتب:

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b}$$

أو من قانون ثابت تأين الأساس الضعيف مباشرةً:

$$K_b = \frac{\text{تراكيز الماء الناتجة}}{\text{تراكيز الماء المتفاعلة}} = \frac{x^2}{C_b - x}$$

وتحمل قيمة x في المقام ونعرض.

.....

قوية الحمض وقوية الأساس:

أولاً: تُقاس قوة الحمض بسهولة منحه لبروتون أو أكثر ونعبر عنه بدرجة تأينه التي تُكتب:

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$$

وبما أن $[H_3O^+] = C_a$ للحمض القوي فعند التعويض بالقانون سنجد أن درجة التأين للحمض القوي دوماً 100% للحمض القوي فقط.

.....

ثانياً: تُقاس قوة الأساس بسهولة استقباله لبروتون أو أكثر ونعبر عنه بدرجة تأينه:

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$$

وبما أن $[OH^-] = C_b$ للأساس القوي فعند التعويض بالقانون سنجد أن درجة التأين دوماً 100% للأساس القوي فقط

قوانين المسائل:

* في المسائل تحتاج فقط لتركيز المولى $C_{mol.l^{-1}} = \frac{n}{V}$

* والتركيز الغرامي يمكن حسابه من:

* نربط التركيزين بالقانون: $C_{g.l^{-1}} = C_{mol.l^{-1}} \cdot M$

* اذا مدد المحلول بالماء أو مزج مادتين نستخدم القانون:

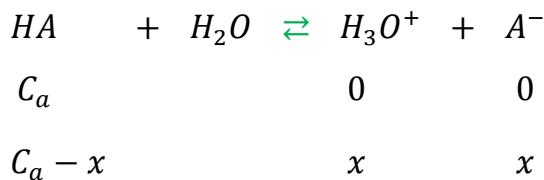
* التمديد بعد $n =$ التمديد قبل

$$C \times V = C' \times V'$$

نلاحظ من المعادلة السابقة أن تركيز الحمض القوي يساوي تركيز أيونات الهيدرونيوم في المحلول. أي يمكن أن نكتب:

الحموض القوية	الميدرونيوم للحمض القوي
HCl	$[H_3O^+] = C_a$
HNO_3	$[H_3O^+] = C_a$
H_2SO_4	$[H_3O^+] = 2C_a$

ثانياً: الحموض الضعيفة (بسهمين) معادلاتها بالشكل:



نلاحظ من المعادلة السابقة أن تركيز الحمض لا يساوي تركيز أيونات الهيدرونيوم لذلك سنستعمل القانون الآتي لحساب الهيدرونيوم:

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \cdot K_a}$$

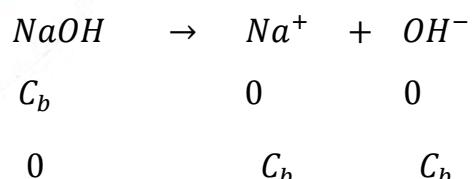
أو من قانون ثابت تأين الحموض الضعيفة مباشرةً:

$$K_a = \frac{x^2}{C_a - x} = \frac{x^2}{C_a - x}$$

وتحمل قيمة x في المقام ونعرض.

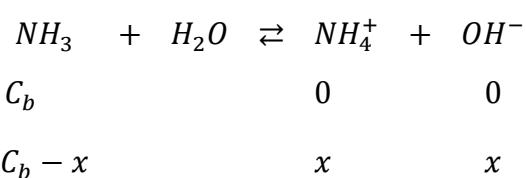
العمل بالأسس:

أولاً: الأساس القوي بسهم واحد ونكتب معادلته بالشكل:



الأساس القوي	الميدروـكسيد للأساس القوي
KOH	$[OH^-] = C_b$
$NaOH$	$[OH^-] = C_b$

ثانياً: الأساس الضعيف بسهمين: (لدينا في الكتاب النشادر فقط)

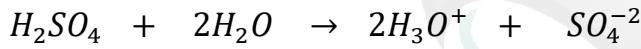


مُسَأْلَة (2) :

محلول لحمض الكبريت القوي ثانوي الوظيفة الحمضية تركيزه المولى 0.05 mol. l^{-1} والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة تأين ذلك الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقه (حمض-أساس) حسب مبدأ برونشتاد.
- 2- احسب POH و PH المحلول.
- 3- نأخذ حجماً معيناً من ذلك المحلول الحمضي ونضيف إليه 4 أمثال حجمه من الماء المقطر ماتركيزه الجديد وما قيمة PH الجديدة له علمياً أن $\log(4) = 0.6$
- 4- اعتماداً على نتيجة الطلب الثاني، ما التغير الذي يجب أن يطرأ على قيمة تركيز أيونات الهيدروجينوم حتى يزداد pH بمقدار (1).

الحل:



حمض	أساس	حمض	أساس
1	2	مرافق (1)	2
()			

ط(2) بما أن الحمض قوي وثانوي الوظيفة الحمضية نكتب:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C_a = 2 \times 5 \times 10^{-2} = 10^{-1} \text{ mol. l}^{-1}$$

ومنه:

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-1}) = 1$$

ولدينا:

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{POH} = 14 - \text{PH} = 14 - 1 = 13$$

ط(3)

$$n_{\text{بعد التمدد}} = n_{\text{قبل التمدد}}$$

$$C \times V = C' \times V'$$

$$10^{-1} \cdot V = C' \cdot (V + 4V)$$

$$10^{-1} \cdot V = C' \cdot (5V)$$

$$C' = \frac{10^{-1}}{5} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

تذكر أنك تتعامل مع حمض الكبريت الثنائي لذلك:

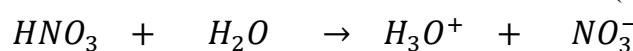
$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = 2C' = 4 \times 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{PH}' = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]' = -\log(4 \times 10^{-2})$$

مُسَأْلَة (1) :

 محلول لحمض الأزوت تركيزه المولى 0.1 mol. l^{-1} والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة تأين ذلك الحمض وحدد الأزواج المترافقه.
- 2- احسب تركيز الهيدروجينوم والهيدروكسيد في المحلول.
- 3- احسب PH لهذا المحلول ثم احسب POH له.
- 4- ن加倍 الحمض السابق بالماء المقطر 10 أمثال ما كان عليه، احسب تركيزه الجديد ثم احسب قيمة PH الجديد له.

الحل:
ط(1)

حمض	أساس(2)	حمض	أساس
(1)	مرافق	مرافق (1)	مرافق (1)
()			

ط(2) الحمض قوي وآحادي الوظيفة الحمضية فيكون:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_a = 0.1 \text{ mol. l}^{-1}$$

ومن ثابت تأين الماء:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

بالتعويض:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-13} \text{ mol. l}^{-1}$$

ط(3)

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-1}) = 1$$

$$\text{POH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(10^{-13}) = 13$$

ط(4)

$$n_{\text{بعد التمدد}} = n_{\text{قبل التمدد}}$$

$$C \times V = C' \times V'$$

$$10^{-1} \cdot V = C' \cdot 10V$$

$$10^{-1} = C' \cdot 10$$

$$C' = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = C' = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\text{PH}' = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]' = -\log(10^{-2}) = 2$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{X}{C_a}$$

$$C_a = \frac{X}{\alpha}$$

$$C_a = \frac{10^{-6}}{10^{-4}} = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

(3ط)

$$K_a = \frac{[CN^-] \times [H_3O^+]}{[H - CN]}$$

$$K_a = \frac{X^2}{C_a - X}$$

$$K_a = \frac{(10^{-6})^2}{10^{-2} - X}$$

$$K_a = \frac{10^{-12}}{10^{-2}} \Rightarrow K_a = 10^{-10}$$

ط4) نكتب معادلة الحمض المضاف ثم معادلة الحمض القديم ونعرض

القيم الجديدة

HCl	$+ H_2O \rightarrow$	H_3O^+	$+ CL^-$
0.01		0	0
0		0.01	0.01
HCN	$+ H_2O \rightleftharpoons$	H_3O^+	$+ CN^-$
0.01		0.01	0
$0.01 - x$		$X + 0.01$	x

نعرض في ثابت التأين بالمعطيات الجديدة فنجد:

$$K_a = \frac{[CN^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCN]}$$

$$10^{-10} = \frac{x(x + 0.01)}{0.01 - x}$$

تم حل x في السبط والمقام لصغرهما ونعرض:

$$10^{-10} = \frac{0.01x}{0.01} \Rightarrow x = 10^{-10} \text{ mol.l}^{-1}$$

بالمقارنة مع المعادلة: $[CN^-] = x = 10^{-10} \text{ mol.l}^{-1}$

ولحساب الـ pH الجديد:

$$[H_3O^+]' = x + 0.01 = 10^{-10} + 0.01$$

$$\approx 0.01 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\Rightarrow pH' = -\log[H_3O^+]'$$

$$pH' = 2 - \log(4) = 2 - 0.6 = 1.4$$

(4ط)

في الطلب الثاني: $pH = 1$

المطلوب: $pH' = 2$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}$$

$$[H_3O^+]' = 10^{-pH'} = 10^{-3}$$

بتقسيم العلاقتين:

$$\frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]'} = \frac{10^{-2}}{10^{-3}} = \frac{1}{10^{-1}}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+]' = \frac{[H_3O^+]}{10}$$

أي يجب أن ينقص تركيز الهيدروجين عشر مرات حتى يزداد pH بمقدار واحد.

مسألة (3) :

محلول لحمض سيانيد الهيدروجين قيمة $pH=6$ ودرجة تأينه $\alpha = 10^{-4}$ والمطلوب:

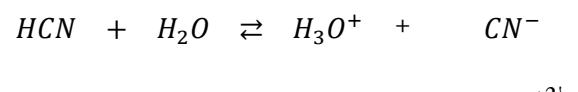
1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد عليهما الأزواج المترافقية.

2) احسب التركيز الابتدائي لحمض سيانيد الهيدروجين C_a .

3) احسب قيمة ثابت التأين له K_a .

4) نضيف إلى ذلك المحلول دون تغير بالحجم حمض كلور الماء ليصبح تركيزه في المحلول 0.01 mol^{-1} احسب التركيز الجديد لأيون السيانيد ثم احسب pH بعد تلك الإضافة.

الحل:



$$pH = 6 \rightarrow X = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-6} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\alpha = 10^{-4}$$

$$\alpha = 2\%$$

ط(4)

$$n_{\text{بعد التمديد}} = n_{\text{قبل التمديد}}$$

$$C \times V = C' \times V'$$

$$5 \times 10^{-2} \cdot V = 10^{-2} \cdot (V + 50)$$

$$5V = (V + 50)$$

$$4V = 50$$

$$V = 12.5 \text{ ml}$$

.....

مسألة (5): تدريب لك عززي الطالب.

محلول مائي لحمض النسل له قيمة $PH = 5$ وثابت تأينه

$$K_a = 2 \times 10^{-10}$$
 والمطلوب:

- 1 اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد الأزواج المترافقية.
- 2 احسب التركيز الابتدائي له.
- 3 احسب النسبة المغوية المتأينة.
- 4 احسب POH

- 5 ما التغير الذي يجب أن يطرأ على تركيز أيونات الهيدرونيوم حتى يزداد PH مقدار (2).



$$\Rightarrow PH' = -\log(10^{-2}) = 2$$

مسألة (4) :

محلول لغاز النشادر بالماء تركيزه المولي 0.05 mol l^{-1} وثابت تأينه

$$K_b = 2 \times 10^{-5}$$

1- اكتب معادلة تأين غاز النشادر بالماء.

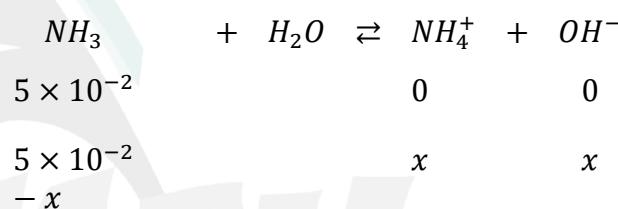
2- احسب التركيز المولية لكل $[NH_4^+]$, $[H_3O^+]$, $[OH^-]$ ثم احسب POH المحلول والـ PH له.

3- احسب درجة التأين α .

4- نأخذ من محلول الحمض السابق حجماً V ونضيف إليه (50ml) ماء مقطر فتصبح تركيز المحلول الناتج (0.01 mol.l^{-1}) احسب

$$\text{الحجم } V$$

الحل:



ط(2)

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b} = \sqrt{5 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-5}}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

ومنه حسب المعادلة:

$$[OH^-] = [NH_4^+] = x = 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$$

وحسب ثابت تأين الماء نجد:

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol.l}^{-1}$$

حساب POH و PH

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(10^{-11}) = 11$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log(10^{-3}) = 3$$

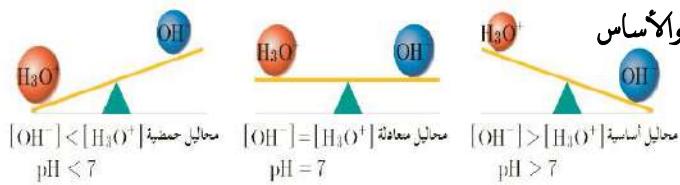
ط(3)

حساب درجة التأين للأساس الضعيف:

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} = \frac{10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-2}$$

3) حمض HCl له قيمة PH أعلى لأنّه هو الأضعف.

ثانياً: لاحظ المخطط الآتي: ثم أكمل ما يلي أنه مبيناً الفرق بين الحمض والأسas



كلما كانت قيمة الـ PH أكبر نلاحظ أن $[H_3O^+]$ أكبر من $[OH^-]$.

إذا كان محلول معندي يعني أن: $OH^- = H_3O^+ = 10^{-7} mol \cdot l^{-1}$

مثال:

اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي:

1- كل ما يأتي ينطبق على محلول الحمضى ما عدا:

$10^{-7} < [OH^-]$	$[H_3O^+] > [OH^-]$
$PH < 7$	$[H_3O^+] > 10^{-7}$

2- كل ما يأتي ينطبق على محلول الكلوي ما عدا:

$PH > 7$	$[H_3O^+] > [OH^-]$
$[H_3O^+] < 10^{-7}$	$10^{-7} < [OH^-]$

انتبه جيداً إن طلب حجم الماء المضاف بدلاً من حجم المادة

مثال:

اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي:

دوره (2018) الأولى:

محلول حمض الآزوت حجمه $50 ml$ وتركيزه $0.2 mol \cdot l^{-1}$ بعد إضافة $0.2 mol \cdot l^{-1}$ المقطر ليصبح تركيزه $0.04 mol \cdot l^{-1}$ فيكون حجم الماء المقطر المضاف:

100ml	250ml	300ml	200ml
-------	-------	-------	-------

الحل:

$$n_{\text{بعد التمدد}} = n_{\text{قبل التمدد}}$$

$$C \times V = C' \times V'$$

$$0.2 \times 50 = 0.04 \times V' \\ V' = 250ml$$

فيكون حجم الماء المضاف:

$$V'' = 250 - 50 = 200 ml$$

بعض أفكار النظري العالقة:

- 1 كلما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف.
- 2 كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف.

مثال(1):

إذا كان Cl^- أضعف من CN^- كأساس، اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما وبين أي من الحمضين أقوى.

الحل:

. HCl هو الحمض المرافق للأساس Cl^-

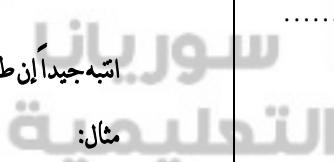
. HCN هو الحمض المرافق للأساس CN^-

و HCl أقوى من HCN كحمض لأن Cl^- أضعف من CN^- .

مثال(2):

إذا كان NO_2^- أقوى كأساس من NO_3^- فاكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما ثم بين أي من الحمضين أقوى.

الحل:



3- كلما كانت قيمة K_a أكبر كان الحمض أقوى.
وكلما كانت قيمة K_b أكبر كان الأساس أقوى.

مثال:

الحمض	CH_3COOH	HCN
ثابتة	2×10^{-4}	5×10^{-10}

1- حدد الحمض الأقوى والحمض الأضعف.

2- حدد الأساس المرافق الأقوى والأساس المرافق الأضعف.

3- حدد من الحمض الذي له أكبر قيمة PH .

الحل:

1) الحمض الأقوى هو CH_3COOH لأن له أكبر قيمة PH .

للثابت، وبالتالي الأضعف هو HCN .

2) HCN هو الأساس المرافق الأقوى لأن حمضه أضعف،

بالتالي CH_3COO^- هو الأساس المرافق الأضعف.

الحاليل المائية للأملاح

ما هو الملح؟ مم يتتألف؟ علل خاصيته القطبية؟

هو مركب أيوني يتتألف من جزأين :

- جزء أساسى موجب، أيون معدنى أو أكثر أو جذر أمونيوم أو أكثر.

- جزء حمضى سالب، أيون لا معدنى أو أكثر أو جذر حمضى أو أكثر.

شرح ماسبق:

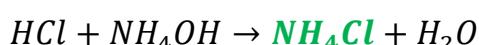
لنأخذ حمضًا معيناً (قوى أو ضعيف) وليكن مثلاً حمض كلور الماء القوي



ولنأخذ أساساً معيناً (قوى أو ضعيف) وليكن مثلاً هيدروكسيد الأمونيوم



ما هو المركب الناتج من تفاعل هذا الحمض والأساس؟



كلوريد الأمونيوم هو الملحوظ الذي نتج له شقان أحدهما قوى Cl^- لأنه أتى من حمض قوى، وشق ضعيف NH_4^+ لأنه أتى من أساس ضعيف.

نتتائج:

- يترتب على تفاعل حمض مع أساس أحدهما قوى أو كلاهما قويان أو كلاهما ضعيفان.

- الملحوظ الناتج يكون تأثيره حمضيًا أو قلويًا تبعًا للشق القوى الذي جاء منه، فضلًا في المثال السابق: الشق القوى هو Cl^- وهو شق حمضي إذا فالملحوظ NH_4Cl سيكون حمضيًا $pH < 7$. إذا كان الشقان قويان فقيمة $pH = 7$.

- إذا كان الشقان ضعيفان نقارن بين K_a و K_b لنحدد طبيعة الوسط:

- $K_a < K_b$ الوسط قلوي وال pH أكبر من 7 بقليل.

- $K_a > K_b$ الوسط حمضي وال pH أصغر من 7 بقليل.

- $K_a = K_b$ الوسط معتدل وال pH مساوٍ لـ 7.

الخلمة:

وهي تفاعل الشق الضعيف للملحوظ مع الماء وهي تفاعل عكوس دوماً.

الفهرس

أولاً: بعد وضع الملحوظ في الماء يفترق شقاه عن بعضهما وتسمى هذه العملية بالإيماهة.

ثانياً: يتفاعل الشق الضعيف المتأين مع الماء ويترتب على ذلك حمض ضعيف أو أساس ضعيف ليحدد لنا طبيعة الملحوظ.

الملاحظة الأخيرة للدرس:

عند تمديد الحموضة القوية (حصرًا) والأسس القوية (حصرًا) تميز مايلي :

الأساس القوي	الحمض القوي
PH ينقص (1)	$V' = 10V$ يزداد (1)
PH ينقص (2)	$V' = 100V$ يزداد (2)

مثال:

حمض الكبريت المدد قيمة PH له (1) نمده بالماء المقطر 100

أمثال حجمه فكم تصبح قيمة PH :

1	2	3	12
---	---	---	----

محلول هيدروكسيد الصوديوم تبلغ قيمة $\text{POH} = 2$ نمده بهذا محلول

بماء المقطر 10 أمثال حجمه فكم تصبح قيمة PH له:

11	13	0	4
----	----	---	---

عند تمديد الحموضة الضعيفة (حصرًا) والأسس الضعيفة (حصرًا) تميز مايلي

الأساس الضعيف	الحمض الضعيف
PH ينخفض (0.5)	$V' = 10V$ يزداد (0.5)
PH ينخفض (1)	$V' = 100V$ يزداد (1)

مثال:

محلول حمض الخل تبلغ قيمة PH له 5 ، نمده 10 أمثال حجمه

بماء المقطر فتصبح قيمة pH له متساوية:

6	4	4.5	5.5
---	---	-----	-----

(ما العيب في أن تسأل عن مالا تعرفه قبل العيب في أن لا تسأل)



مسألة (١) :

محلول لنترات الأمونيوم تركيزه المولي 0.2 mol.l^{-1} فإذا علمت بأن قيمة ثابت تأين غاز النشادر $K_b = 2 \times 10^{-5}$

- 1- احسب قيمة ثابت الحلمة K_h .
- 2- اكتب معادلة حلمة هذا الملح.
- 3- احسب تركيز أيونات المدرونيوم $[H_3O^+]$ ثم تركيز أيونات الهيدروكسيد $[OH^-]$.
- 4- احسب PH للمحلول وما طبيعة المحلول الناتج عن الحلمة.
- 5- احسب النسبة المئوية للحلمة.
- 6- نضيف إلى ذلك المحلول بعض قطرات من حمض الآزوت ليصبح تركيزه في المحلول 0.1 mol.l^{-1} احسب النسبة المئوية المتخلمة بعد تلك الإضافة ثم احسب PH للمحلول بعد تلك الإضافة.

المحلول:

(١)

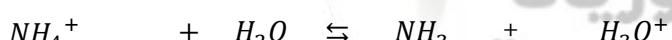
$$k_h \cdot k_b = 10^{-14} \Rightarrow K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$$

ط2) نكتب معادلة الإماهة أولاً لتحديد الشق الضعيف الذي سنعمله مع الماء.



$$0.2 \quad 0 \quad 0$$

$$0 \quad 0.2 \quad 0.2$$



$$0.2 \quad 0 \quad 0$$

$$0.2 - x \quad x \quad x$$

(٣)

$$K_h = \frac{[H_3O^+][NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$5 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.2 - x}$$

$$X^2 = 5 \times 0.2 \times 10^{-10} \Rightarrow X^2 = 10^{-10}$$

$$X = [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-9} \text{ mol.l}^{-1}$$

(٤)

$$\text{PH} = -\log[H_3O^+]$$

- كل ملح يحدث له مرحلتان الأولى هي الإماهة ثم الثانية تدعى الحلمة.
- الشق القوي للملح لا يتفاعل مع الماء (لا يتحله).

الشق الضعيف يتفاعل مع الماء وينتج حمض أو أساس ضعيف.

إذا كان الشقان قويان أي لا توحد شقوق ضعيفة فلا تحدث عملية الحلمة.

بعض الاختيارات الممكنة:

1- أحد هذه المحاليل الملحية وسطها قلوى التأثير:

$HCOOK$	Na_2SO_4	KOH	NH_4Cl
---------	------------	-------	----------

2- أحد هذه الأملاح تحدث له عملية حلمة:

$NaCl$	K_2SO_4	NH_4NO_3	KNO_3
--------	-----------	------------	---------

3- أحد هذه الأملاح تكون قيمة $\text{PH} < 7$:

$(NH_4)_2SO_4$	$NaCN$	CH_3COONa	KCl
----------------	--------	-------------	-------

قوانين العمل في مسائل الحلمة:

أولاً: (ميه الملح - حلمه الملح).

ثانياً: نكتب قانون ثابت الملح:

$$K_h = \frac{\text{تراكيز المواد الناتجة}}{\text{تراكيز المواد المتفاعلة}}$$

ثالثاً : نطبق أحد قوانين الربط بين ثابت الحلمة وثابت تأين الأساس أو الحمض الضعيف:

$$k_h \cdot k_a = k_w = 10^{-14}$$

$$k_h \cdot k_b = k_w = 10^{-14}$$

$$k_h \cdot k_a \cdot K_b = k_w = 10^{-14}$$

تقبل هذه القوانين مباشرةً دون استنتاج في المسائل

لفهم الإستنتاجات في الكتاب في حال واجهتك مشاكل شاهد الفيديو الثاني للمحاليل المائية للأملاح على قناة اليوتيوب أو امسح الكود الآتي مباشرةً:



السؤال(2):

أعط تفسيراً علمياً: لا تدخل المواد الصلبة في عبارة ثابت جداء الذوبان؟

لأن تراكيز المواد الصلبة يبقى ثابتاً مهما اختلفت كميتها.

السؤال(3):

عمل بعض الأملاح قليلة الذوبان في الماء؟ واذكر مثالاً للملح منها.

لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح في بلوراتها أكبر من قوى التجاذب التي تنشأ بين هذه الأيونات وجزيئات الماء أثناء الذوبان.

مثال: ملح كلوريد الفضة و كبريتات الفضة:

.....

أنواع الحالات:

محلول مشبع: يحوي أكبر كمية ممكنة من أيونات الملح (لا يوجد راسب).

محلول فوق مشبع: يحوي كمية زائدة من أيونات الملح (يوجد راسب).

محلول تحت مشبع: هو محلول لم يصل لحالة الإشباع بعد.

ثانياً: الجداء الأيوني Q :

قانون هذا الثابت تماماً كقانون K_{sp} لكن :

K_{sp} : يستخدم في حالة الإشباع (محلول مشبع).

Q : يستخدم للمقارنة مع K_{sp} لتحديد طبيعة محلول الملح.

ولدينا ثلاثة حالات:

$K_{sp} > Q$ ينحل الملح والمحلول غير مشبع (لا يوجد راسب)

$K_{sp} < Q$ يتربس الملح والمحلول فوق المشبع (يوجد راسب)

$K_{sp} = Q$ محلول مشبع ولا يوجد راسب.

ملاحظة:

تحسب Q دوماً بعد حساب K_{sp} ونقارن كما السابق وهما الاثنان نفس القانون بالضبط ولنفس المعادلة لكن الجداء الأيوني سيختلف حسب اختلاف التراكيز.

أولاً: ثابت جداء الذوبان K_{sp} : يدرس هذا الثابت الأملاح قليلة الذوبان في الماء.
الأملاح التي تأينها جزئي \leftrightarrow .

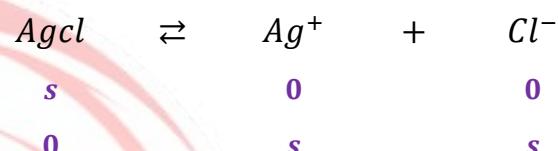
في البداية عليك تمييز بين الملح الذواب الذي يتأين كلياً \rightarrow والملح قليل الذوبان الذي يتأين جزئياً \rightarrow والموضوع صعب بالشرح النظري لذلك أرجو مشاهدة الدقائق ٥-٦ الأخيرة من الفيديو الأول للأملاح على قناة اليوتيوب.

السؤال(1): (هام)

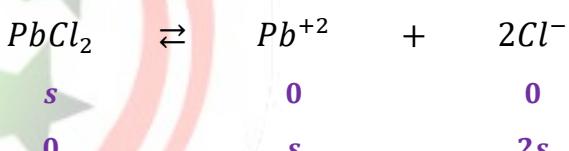
اكتب عبارة التوازن غير المتجانس لكل من الحالات الآتية:

$AgCl - PbCl_2 - Ca_3(PO_4)_2$ ثم اكتب عبارة ثابت جداء الذوبان لكل منها بدلالة التراكيز.

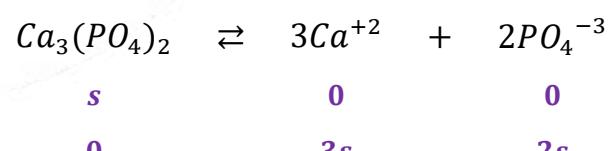
الحل:



$$K_{sp} = [Ag^+].[Cl^-]$$



$$K_{sp} = [Pb^{+2}].[Cl^-]^2$$



$$K_{sp} = [Ca^{+2}]^3.[PO_4^{-3}]^2$$

لاحظ من الأمثلة السابقة كيف تتعامل مع معادلة وكيف نضع سطورها

لكل ملح قليل الذوبان يذكر لنا فيه (جداء الذوبان K_{sp}) .

لاحظ عند كتابة قانون ثابت جداء الذوبان فأنا لا وضع الملح الأصلي لأنه

مادة صلبة لا تدخل في عبارة K_{sp} .

جميع الدروس مشرورة على قناة اليوتيوب (سامح الغلاب كبياء)

نحسب تركيز المادة المشتركة بين الملحين:

$$[Cl^-]' = 2 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$Q = [pb^{2+}] \times [Cl^-]^2$$

$$Q = 1 \times 10^{-2} \times (4 \times 10^{-2})^2$$

$$Q = 16 \times 10^{-6}$$

$$Q > K_{SP}$$

عند إضافة كلوريد الصوديوم التام التأين يزداد تركيز أيونات الكلور فيختل التوازن $PbCl_2$ ويصبح $Q > K_{SP}$ ليصبح محلول مشبع ويتشكل راسب من $PbCl_2$ يعود إلى حالة الإشباع وهذا يتفق مع قاعد لوشاتوليه حيث إن إضافة ملح $NaCl$ يؤدي إلى زيادة تركيز أيونات الكلوريد Cl^- في محلول فينراخ التوازن بالاتجاه العكسي لينقص الزيادة فيؤدي إلى ترسيب ملح $PbCl_2$.

مسألة (2) :

أضيف 500 ml من محلول يحوي على $1 \times 10^{-5} mol$ من كلور الباريوم إلى 500 ml $BaCl_2$ من محلول يحوي على $1 \times 10^{-5} mol$ من كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 فتحصل على محلول مشبع من كبريتات الباريوم والمطلوب:

- 1) احسب قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات البوتاسيوم K_{SP}
- 2) ماذا يحدث لذلك محلول إذا أضيف إليه كمية من حمض الكبريت؟

الحل:

ط(1) حساب التراكيز بعد المزج: بما أن الحجوم متساوية والمولات متساوية نحسب التركيز الجديد مرة واحدة:

$$c = \frac{n}{v} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1000 \times 10^{-3}} = \frac{10^{-5}}{1} = 10^{-5} mol.l^{-1}$$

$$[BaCl_2] = [K_2SO_4] = 10^{-5} mol.l^{-1}$$

نكتب معادلة كل ملح على حداً أولاً:

	$BaCl_2$	\rightarrow	Ba^{2+}	$+$	$2Cl^-$	
ت(بدء)	10^{-5}		0		0	
ت(إشباع)	0		10^{-5}		2×10^{-5}	
	K_2SO_4	\rightarrow	$2K^+$	$+$	SO_4^{2-}	
ت(بدء)	10^{-5}		0		0	
ت(إشباع)	0		2×10^{-5}		10^{-5}	

مسألة (1) :

إذا علمت بأن قيمة ثابت جداء الذوبان لملح كلوريد الرصاص هو

$$K_{SP} = 0.4 \times 10^{-5}$$

- 1- احسب الذوبانية المولية $C_{mol.l-1}$ لأيونات هذا الملح في محلول المشبع.
- 2- احسب الذوبانية الكتليلية $C_{g.l-1}$ لكلوريد الرصاص في ذلك محلول المشبع.
- 3- احسب كتلة كلوريد الرصاص المنشطة 100 ml من ذلك محلول.
- 4- نضيف إلى ذلك محلول دون تغير في الحجم **كلوريد الصوديوم** ليصبح تركيزه في محلول $10^{-2} mol.l^{-1}$ هل يتربس ملح كلوريد الرصاص في محلول أم لا؟ ووضح ذلك حسابياً وهل يتفق مع قاعدة لوشاتوليه؟ علل ذلك.

$$(Cl: 35.5 - Pb: 207)$$

الحل:

$$(1) pbCl_{2(s)} \rightleftharpoons pb^{2+} + 2Cl^-$$

ت(بدء)	X	0	0
ت(إشباع)	0	X	$2X$

$$K_{SP} = [pb^{2+}] \times [Cl^-]^2$$

$$4 \times 10^{-6} = X \cdot (2X)^2$$

$$4 \times 10^{-6} = 4X^3$$

$$X = 10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$[pb^{2+}] = X = 10^{-2} mol.l^{-1}$$

$$[Cl^-] = 2X = 2 \times 10^{-2} mol.l^{-1}$$

(2)

$$C_{g.l-1} = C_{mol.l-1} \times M_{(pbcl2)}$$

$$C_{g.l-1} = 10^{-2} \times 278$$

$$C_{g.l-1} = 278 \times 10^{-2} g.l^{-1}$$

(3)

$$m = C_{g.l-1} \times V$$

$$m = 278 \times 10^{-2} \times 100 \times 10^{-3}$$

$$m = 278 \times 10^{-3} g$$

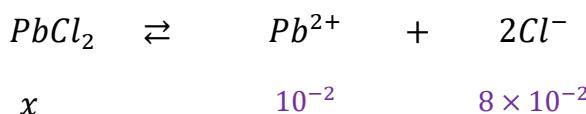
(4)



ت(بدء)	2×10^{-2}	0	0
ت(إشباع)	0	2×10^{-2}	2×10^{-2}

	$Pb(NO_3)_2$	\rightarrow	Pb^{2+}	+	$2NO_3^-$
ت(بدء)	10^{-2}	0	0		
ت(اشتعال)	0	10^{-2}	$\times 10^{-2}$		
	$NaCl$	\rightarrow	Na^+	+	Cl^-
ت(بدء)	8×10^{-2}	0	0		
ت(اشتعال)	0	8×10^{-2}	8×10^{-2}		

الخطوة الثالثة: نكتب معادلة الملح المطلوب من دراسته ونقل المعطيات من المعادلات السابقة دون التغيير عليها ولو برقم واحد:



الخطوة الرابعة: نحسب Q ونقارن:

$$Q = [Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2$$

$$Q = 10^{-2} \times 16 \times 10^{-4} = 16 \times 10^{-6}$$

$$Q > K_{sp}$$

إذاً يتربّس ملح كلوريد الرصاص الناتج من تفاعل الملحين السابقيين.

مسألة (4): (تمرينية لك أنت عزيزي الطالب)

أضيف حجم معين من محلول نترات الرصاص تركيزه المولى

$10^{-2} \text{ mol. l}^{-1} \times 2$ إلى حجم مماثل من حمض كلور الماء تركيزه المولى $10^{-2} \text{ mol. l}^{-1} \times 6$ المطلوب:

1) هل يتشكّل راسب من مركب كلوريد الرصاص بعد المزج أم لاً عملاً بأن ثابت جداء ذوبان كلور الرصاص $K_{sp} = 1.6 \times 10^{-5}$ وضح ذلك حسابياً.

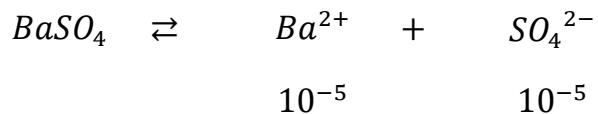
2) نضع التراكيز السابقة هل يتشكّل راسب بعد المزج أم لاً؟

.....

امسح الكود الآتي لتحميل الإجابة بعد أن تُجرب الحل بنفسك



ثانياً: نكتب معادلة الملح المطلوب من تفاعل الملحين:



نحسب ما هو مطلوب في الخطوة الثالثة

$$K_{sp} = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}]^2$$

$$K_{sp} = 10^{-5} \times 10^{-5}$$

$$K_{sp} = 1 \times 10^{-10}$$

(2)

عند إضافة كمية من حمض الكبريت القوي والتام التأمين يزداد تركيز أيونات الكبريتات فيختزل التوازن ويصبح $Q > K_{sp}$ ويصبح المحلول فوق مشبع ويتشكّل راسب من الملح الضعيف $BaSO_4$.

مسألة (3):

نضيف 100 ml من محلول نترات الرصاص ذي التركيز 0.05 mol. l^{-1} إلى 400 ml من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز 0.1 mol. l^{-1}

فإذا كان ثابت جداء الذوبان للملح كلوريد الرصاص

$$K_{sp(PbCl_2)} = 1.6 \times 10^{-6}$$

- بين حسابياً إن كان حزء من ملح كلوريد الرصاص يتربّس أم لاً؟

الحل:

أولاً: نقوم بعملية مزج الملحين ونحسب التراكيز بعد المزج:

$$n_{\text{بعد التمدد}} = n_{\text{قبل التمدد}}$$

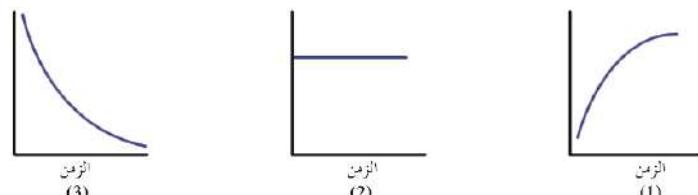
$$C \times V = C' \times V' \Rightarrow C' = \frac{C \times V}{V'}$$

$$[Pb(NO_3)_2] = \frac{0.05 \times 100}{500} = 0.01 \text{ mol. l}^{-1}$$

$$[NaCl] = \frac{0.1 \times 400}{500} = 0.08 \text{ mol. l}^{-1}$$

ثانياً: نكتب معادلة كل ملح على حداً:

مثال شامل و(هام):



تشير المنحنيات السابقة إلى تغير ذوبانية ملح **كبريتات الرصاص** بدلالة الزمن والمطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لملح **كبريتات الرصاص**.

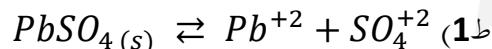
2- اكتب عبارة K_{sp} لهذا الملح.

3- أي من المنحنيات يدل على إضافة كمية من **حمض كلور الماء**.

4- أي من المنحنيات يدل على إضافة **نترات الرصاص**.

5- أي من المنحنيات يدل على إضافة **كربونات البوتاسيوم**.

الحل:



$$K_{sp} = [\text{Pb}^{+2}] \cdot [\text{SO}_4^{+2}]$$

ط3) إضافة حمض كلور الماء يؤدي إلى زيادة ذوبانية الملح والمنحنى الأول يدل على ذلك.

ط4) إضافة نترات الرصاص يؤدي إلى نقصان ذوبانية الملح والمنحنى الثالث يدل على ذلك.

ط5) إضافة كربونات الكالسيوم لا يؤثر على ذوبانية **كبريتات الرصاص** والمنحنى المعيّر عن ذلك هو الثاني.

إذابة ملح في محلوله:

لإذابة ملح في محلوله المشبع نضيف إلى محلول مركب **تام التأين** في الماء يحوي على **أيون قادر** على الاتجاه مع أحد أيونات الملح مشكلاً مركباً ضعيف التأين. (المادة المضافة حمض غالباً)

مثال(1):

فسر ماذا يحدث عند إضافة حمض كلور الماء إلى محلول مشبع من كربونات الباريوم.



تحدد أيونات الهيدروجين H_3O^+ مع أيونات الكربونات فيتشكل حمض الكربون H_2CO_3 ضعيف التأين فينقص تركيز أيونات الكربونات في محلول ويرجح التفاعل المباشر حسب لوشاولييه فتدوب كمية من الملح لإعادة التوازن وتصبح $K_{sp} < Q$ وينحل الملح.

مثال(2):

محلول مائي لملح فوسفات الفضة Ag_3PO_4 اقترح طريقة تؤدي إلى إذابة هذا الملح في محلوله المشبع.

الحل:

نضيف مركباً **تام التأين** (ذواب) يحوي **أيون يماثل** أحد أيونات الملح مثل ملح **نترات الكالسيوم** - **كلوريد الكالسيوم**

- **حالات الكالسيوم الخ** (يكفي مثال واحد)

ترسيب ملح في محلوله:

لترسيب ملح في محلوله المشبع. نضيف إلى محلول مركب **تام التأين** في الماء يحوي على **أيون يماثل** لأحد أيونات الملح المطلوب.

مثال(1):

ليكن لدينا محلولاً مشبعاً من **كلوريد الفضة** والمطلوب:

1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع مفسراً السبب وهل يتحقق ذلك مع قاعدة لوشاولييه.



ط2) نضيف إلى ذلك المحلول كمية من **كلوريد الصوديوم** أو **اليوتاسيوم NaCl** فيزداد تركيز أيونات الكلوريد في المحلول مما يؤدي إلى احتلال التوازن ويرجح التفاعل في الاتجاه العكسي حسب لوشاولييه أي نحو ترسيب ملح **كلوريد الفضة** وتصبح $K_{sp} > Q$.

مثال(2):

ليكن لدينا محلولاً مشبعاً من **فوسفات ثلاثة الكالسيوم** $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله المشبع؟

الحل:

نضيف إلى ذلك المحلول مركب **تام التأين** (ذواب) يحوي **أيون يماثل** أحد أيونات الملح مثل ملح **نترات الكالسيوم** - **كلوريد الكالسيوم**

(يكفي مثال واحد)

حل المسألة الآتية كتدريب لك (هام جداً جداً)

محلول كلوريد الأمونيوم تركيزه المولي 0.2 mol. l^{-1} وقيمة PoH له (9) والمطلوب:

1- اكتب معادلة حلمها هذا الملح.

2- احسب تركيز أيونات الهيدرونيوم والهيدروكسيد في المحلول.

3- احسب قيمة ثابت الحلمة K_h .

4- احسب قيمة ثابت تأين غاز النشادر K_b ثم احسب مقدار النسبة المئوية المتحللة.

5- ما التغير الذي يجب أن يطرأ على قيمة أيونات الهيدرونيوم حتى يزداد PH بقدر (1).

يمكنك تحميل الحل ومشاهدته على قناة التلفرام أو على الكود الآتي:



المعايير الحجمية

وهي عملية تهدف إلى معرفة كمية وحجم مادة ما عن طريق معرفة كمية مادة أخرى تتفاعل معها، شريطة أن تكون المادتين معلومتين التركيز.

للمعايرة ثلاثة أنواع لكن جميع أنواعها تامة أي أن معادلاتها بسهم واحد.

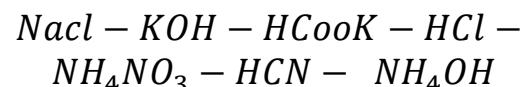
بعض التكشات:

دوماً الملح الحمضي (الذي شقه القوي ناتج عن حمض قوي) تكون قيمة pH له أعلى من قيمة pH لحمض ضعيف المساواة بالتركيز.

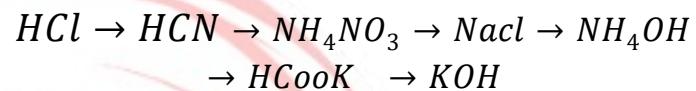
دوماً الملح القلوي (الذي شقه القوي ناتج عن أساس قوي) تكون قيمة pH له أعلى من قيمة pH لأن أساس ضعيف المساواة بالتركيز.

مثال:

رتب المحاليل الآتية حسب تزايد قيم pH لها علماً أنها متساوية التركيز:



الحل:



لاحظ الملح الحمضي له pH أعلى من الحمض الضعيف وكذلك الأمر مع الملح القلوي.

تدرب أكثر على آخر الإجابة الصحيحة في تمارين الوحدة رقم (6).

الحاليل المنظمة (الموقرة):

هو محلول الذي يقى نفسه من التغيرات الكبيرة في PH . إلا بتغيرات بسيطة جداً.

ويتألف محلول الموقرة من حالتين:

1- حمض ضعيف مع أحد أملاحه الذوبة.

2- أساس ضعيف مع أحد أملاحه الذوبة.

ومثال عام محلول منظم هو دم الإنسان فالدم لا يتغير بإضافة المجموع القوي مثلاً ولا يصبح حمضيًّا وبالتالي فقد حمى نفسه من التغيرات الممكنة في قيمة PH .

كيف يأتي السؤال؟

في كتابنا لا يوجد عن هذه الفقرة سوى اختبر الإجابة الصحيحة لذلك تدرب على هذه الأمثلة متذكرة الاختبارات السابقة لنوعاً المحلول الموقرة.

آخر الإجابة الصحيحة لكلٍ مما يأتي:

1- محلول المنظم للحموضة من الحاليل الآتية:

$\text{HCl} - \text{KCl}$	$\text{HCOOH} - \text{HCOOK}$
$\text{NaOH} - \text{NaNO}_3$	$\text{NH}_4\text{OH} - \text{NaCl}$

2- أحد هذه الحاليل هو محلول منظم:

$\text{KOH} - \text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{HNO}_3 - \text{NaNO}_3$
$\text{NaOH} - \text{HCOONa}$	$\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$

توضيح: البحث عن حمض ضعيف أو أساس ضعيف مع أحد أملاحه.

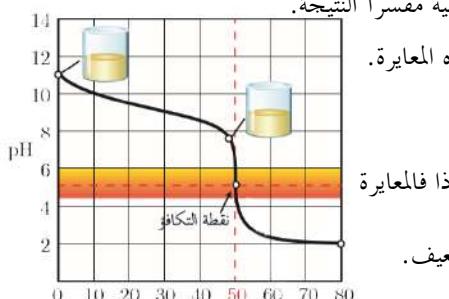
معاييره أساس ضعيف بحمض قوي:

- ❖ تفاعل المعايرة: $H_3O^+ + \text{الأساس الضعيف}$
- ❖ قانون المعايرة: $n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$ أساس الضعيف
- ❖ pH المعايرة هنا أصغر من 7 والملح الناتج حمضي التأثير.
- ❖ المشعر المناسب هو أحمر الميتيل لأن pH نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن مجاله الذي يمتد بين 4.2 → 6.2

مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:

- 1- حدّد نوع عملية المعايرة فيه مفسراً النتيجة.
- 2- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة.
- 3- اشرح نظرياً ماذا يحدث؟



- نقطة التكافؤ أصغر من (7) إذا فالمعايرة تتم بين حمض قوي وأساس ضعيف.
- ط2) المشعر المناسب هو أحمر الميتيل لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة

$$4.2 \rightarrow 6.2$$

ط3) حسب الشكل تنقص قيمة pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز الأساس الضعيف بتفاعلاته مع أيونات الهيدرونيوم المضافة.

(تدرّب أكثر على المحتويات في كتابك)

معاييره حمض ضعيف بأساس قوي:

- ❖ تفاعل المعايرة: $OH^- + \text{الحمض الضعيف}$
- ❖ قانون المعايرة: $n_{(OH^-)} = n_{(H_3O^+)}$ حمض ضعيف
- ❖ pH المعايرة هنا أكبر من 7 والملح الناتج قلوي التأثير.
- ❖ المشعر المناسب هو الفينول فتاليين لأن pH نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن مجاله الذي يمتد بين 8.2 → 10

مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:

- 1- حدّد نوع عملية المعايرة فيه مفسراً النتيجة.
- 2- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة.
- 3- اشرح نظرياً ماذا يحدث؟



- ط2) المشعر المناسب هو الفينول فتاليين لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة

$$10 \rightarrow 8.2$$

- ط3) ترداد قيمة pH تدريجياً نتيجة تناقص تركيز الحمض الضعيف بتفاعلاته مع أيونات الهيدروكسيد المضافة.

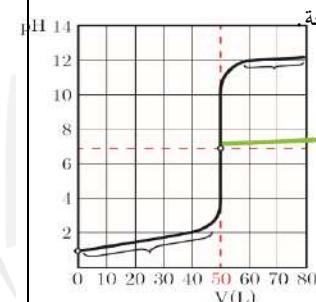
معاييره حمض قوي بأساس قوي:

- ❖ تفاعل المعايرة: $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
- ❖ قانون المعايرة: $n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$
- ❖ $pH = 7$ عند نقطة نهاية المعايرة.
- ❖ المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن pH نقطة نهاية المعايرة تقع ضمن مجاله الذي يمتد بين 7.6 → 6 والملح الناتج عن التعديل متعدل.

مثال:

في الشكل المرفق جانباً خطأً بيانياً لعملية معايرة والمطلوب:

- 1- حدّد نوع عملية المعايرة فيه مفسراً النتيجة.
- 2- ما هو المشعر المناسب لهذه المعايرة.
- 3- اشرح نظرياً ماذا يحدث؟



نقطة التكافؤ هي (7) اذا فالمعايرة هي

معاصر حمض قوي بأساس قوي.

ط2) المشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن مجاله يحوي نقطة نهاية المعايرة.

$$6 \rightarrow 7.6$$

- ط3) ترداد قيمة pH المحلول تدريجياً نتيجة تناقص تراكيز أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ لتفاعلها مع أيونات الهيدروكسيد OH^- وفق المعادلة الأيونية:



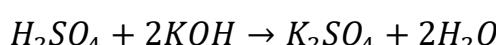
و عند اتحاد جميع أيونات الهيدرونيوم مع جميع أيونات الهيدروكسيد المضافة تصبح قيمة $pH = 7$ وتدعى نقطة نهاية المعايرة.

مسألة (1):

لزム تمام معالجة 40 ml من محلول حمض الكبريت تعدى تماماً إضافة 20 ml من محلول البوتاسيوم الكاوي الذي تركيزه 2 mol.l^{-1} والمطلوب:

- 1- اكتب معادلة التفاعل ومعادلة المعالجة الأيونية الخاصة بهذا النمط منها.
- 2- احسب التركيز المولي والتركيز الغرامي لحمض الكبريت ثم احسب كتلته.
- 3- احسب التركيز المولي للملح الناتج.
- 4- ما قيمة pH محلول الناتج عن المعالجة وما أفضل مشعر لها ولماذا؟

الحل:



ط(2) نستخدم قانون المعالجة: لا تنسى التحويل من

$$n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{(\text{OH}^-)}$$

$$2 \cdot C_1 \cdot V_1 = C_2 V_2$$

$$2 \times C_1 \times 0.04 = 2 \times 0.02$$

$$C_1 = 0.5 \text{ mol.l}^{-1}$$

نحسب التركيز الغرامي:

$$C_{g.l^{-1}} = C_{mol.l^{-1}} \cdot M$$

$$C_{g.l^{-1}} = 0.5 \times 98 = 49 \text{ g.l}^{-1}$$

نحسب كتلة حمض الكبريت المستعملة:

$$m_1 = C_1 V_1 M_1$$

$$m_1 = 0.5 \times 0.04 \times 98 = 196 \times 10^{-2} \text{ g}$$

ط(3) نستخدم أحد الطريقتين:

$$n_{(\text{K}_2\text{SO}_4)} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

$$2 \cdot C_3 V_3 = 2 C_1 V_1$$

$$2 \times C_3 \times 0.06 = 2 \times 0.5 \times 0.04$$

$$C_3 = \frac{1}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$n_{(\text{K}_2\text{SO}_4)} = n_{(\text{OH}^-)}$$

$$2 \cdot C_3 V_3 = C_2 V_2$$

$$2 \times C_3 \times 0.06 = 2 \times 0.02$$

$$C_3 = \frac{1}{3} \text{ mol.l}^{-1}$$

ط(4) لأن المعالجة تم بين حمض قوي وأساسي قوي.

والمشعر المناسب هو أزرق بروم التيمول لأن مداره من 6 → 7.6

يجوئ نقطة نهاية المعالجة.

قوانين ولاحظات العمل في مسائل المعالجة:

عند استخدام قانون المعالجة يجب الاتباع لعدد الوظائف الذي يحسب بالطريقة:

عدد الوظائف في الحمض هو عدد أيونات الهيدروجين فيه وفي كتابنا لا يوجد سوى حمض الكبريت ثانوي الوظيفة.

عدد الوظائف في الأساس هو عدد أيونات الهيدروكسيد وفي كتابنا كل الأساسات حادحة الوظيفة.

عدد الوظائف في الملح هو إشارة (معدنه الموجب × عدد ذراته).

عند التمدد بالماء لا نضرب بعد عدد الوظائف.

قوانين العمل:

في المسائل نحتاج فقط للتركيز المولي $C_{mol.l^{-1}} = \frac{n}{V}$.

والتركيز الغرامي يمكن حسابه من: $C_{g.l^{-1}} = \frac{m}{V}$

ربط التركيزين بالقانون: $C_{g.l^{-1}} = C_{mol.l^{-1}} \cdot M$

إذا مدد محلول بالماء أو مزج مادتين نستخدم القانون:

بعد التمدد $n = n$ قبل التمدد

$$C \times V = C' \times V'$$

إذا طلب حساب كتلة ما في العينة نكتب القانون:

$$m = C \cdot V \cdot M$$

لكن هذه الكتلة التي قد حسبت هي للمادة النية فقط في حال

كانت العينة تحتوي شوائب.

الشوائب تحسب من: $m_{شوائب} = m - m_{نقى}$

إذا طلب النسبة المئوية لأي كتلة في العينة (نقى - شوائب):

$$\text{كل كتلة } m \text{ تحوي شوائب}$$

كل 100 g من العينة تحوي (Y(g))

كما في المسألة الثالثة القادمة (هام)

ملاحظة: لا يهم تحويل الحجم عند استخدام قانون المعالجة وإليك الأمثلة....

مسألة (3) :

تدبب g من كربونات الصوديوم غير الندية في الماء المقطر ونكمم حجم المحلول إلى 100 ml فإذا علمت أنه يلزم 20 ml من هذا المحلول لتعديل 40 ml من حمض الكبريت الذي تركيزه 0.1 mol. l^{-1} والمطلوب:

1- اكتب معادلة تفاعل التعديل الحاصلة.

2- احسب تركيز محلول ملح كربونات الصوديوم اللامائية مقداراً mol. l^{-1} .

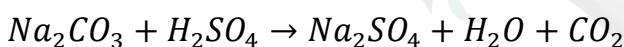
3- احسب كتلة الملح كربونات الصوديوم الندية.

4- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة (الملح المستعمل).

$$O:16 \quad Na:23 \quad C:12$$

الحل:

(1)



(2)

$$n(Na_2SO_4) = n(H_3O^+)$$

$$2 \cdot C_1 \cdot V_1 = 2 \cdot C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times C_1 \times 20 = 2 \times 0.1 \times 40$$

$$C_1 = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

(3)

$$m_1 = C_1 \cdot V \cdot M_1$$

$$m_1 = 0.2 \times 100 \times 10^{-3} \times 106$$

$$m_1 = 2.12 \text{ g}$$

(4)

$$\text{نحسب كتلة الشوائب: } m_{\text{شوائب}} = m_{\text{كلي}} - m_{\text{نقى}}$$

$$m_{\text{شوائب}} = 2.5 - 2.12 = 0.38 \approx 0.40 \text{ g}$$

كل 2.5 g من العينة تحوي 0.40 g شوائب

كل 100 g من العينة تحوي (g)

$$Y = \frac{0.4 \times 100}{2.5} = 16 \%$$

ومنه النسبة المئوية للعينة الندية هي 84%

مسألة (2) :

لزم لتعديل 25 ml من محلول حمض الكبريت تعديلاً تماماً إضافة 15 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $(0.5 \text{ mol. l}^{-1})$ و 10 ml من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $(0.25 \text{ mol. l}^{-1})$

1- احسب التركيز المولى ثم الغرامي لحمض الكبريت ثم احسب كتلته.

2- نأخذ حجم معين من ذلك المحلول الحمضي ونمده بالماء المقطر ليصبح حجمه خمس أمثال ما كان عليه احسب تركيزه الجديد.

3- نأخذ حجم معين من المحلول الأصلي لحمض الكبريت والذي تركيزه 0.2 mol. l^{-1} ونضيف إليه خمسة أمثال حجمه من الماء المقطر فما تركيزه الجديد.

$$n_{(H_3O^+)} = n_{(OH^-)_1} + n_{(OH^-)_2}$$

$$2C \cdot V = C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2$$

$$2 \times C \times 25 = 0.5 \times 15 + 0.25 \times 10$$

$$50C = 7.5 + 2.5 = 10$$

$$C = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ mol. l}^{-1}$$

والتركيز الغرامي:

$$C_{g.l^{-1}} = C_{\text{mol.l}^{-1}} \cdot M$$

$$C_{g.l^{-1}} = 0.2 \times 98 = 19.6 \text{ g.l}^{-1}$$

$$m = C \cdot V \cdot M$$

$$m = 0.2 \times 25 \times 10^{-3} \times 98 = 49 \times 10^{-3} \text{ g}$$

(3)

بعد التمدد $n = n$ قبل التمدد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$C \times V = C' \times 5V$$

$$C' = \frac{C}{5} = \frac{0.2}{5} = \frac{2}{50} = \frac{1}{25} \text{ mol. l}^{-1}$$

ط (4) حاول التمييز بينه وبين الطلب السابق جيداً.

بعد التمدد $n = n$ قبل التمدد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$C \times V = C' \times (V + 5V)$$

$$C \times V = C' \times 6V$$

$$C' = \frac{C}{6} = \frac{0.2}{6} = \frac{2}{60} = \frac{1}{30} \text{ mol. l}^{-1}$$

New idea : مسألة (5) *

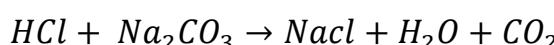
حل (3) من مزيج ملح **كلوريد الصوديوم** و**كربونات الصوديوم** اللامائية بالماء المقطر ليصبح حجم محلول (250 ml) ثم نأخذ منها (25 ml) فيلزم تعديليها 20ml من حمض كلور الماء ذي التركيز 0.1 mol.l^{-1} والمطلوب:

1- كتابة معادلة التفاعل الحاصل.

2- حساب تركيز محلول كربونات الصوديوم.

3- حساب النسبة المئوية لمكونات المزيج.

ط1) كلوريد الصوديوم لا يتفاعل مع حمض الكلور الماء فتكون معادلة التفاعل:



ط(2)

Na_2CO_3	HCl
$C_1 = ?$	$C_2 = 0.1 \text{ mol/l}$
$V_1 = 25 \text{ ml}$	$V_2 = 20 \text{ ml}$

$$n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = n_{(\text{HCl})}$$

$$2C_1V_1 = C_2V_2$$

$$2 \times C_1 \times 25 = 0.1 \times 20$$

$$C_1 = 0.04 \text{ mol.l}^{-1}$$

ط(3)

النسبة المئوية لمكونات تحتاج كتلة المادة المدرosaة أولاً:

لذلك نحسب كتلة كربونات الصوديوم ثم نحسب نسبتها لكن ننتبه إلى الحجم لأننا سنضع **الحجم الكلي** لأن المطلوب هو النسبة في العينة كلها.

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = C_1 \cdot V \cdot M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$m = 0.04 \times 250 \times 10^{-3} \times 106$$

$$m = 1.06 \text{ g}$$

نحسب النسبة المئوية لها في المزيج :

كل (3g) من العينة تحوي **1.06g** من كربونات الصوديوم اللامائية

كل 100g من العينة تحوي (Yg)

$$Y = \frac{100 \times 1.06}{3} \approx 35\%$$

ومنه تكون النسبة المئوية للملح **كلوريد الصوديوم** 65%

لرم لتمام معالجة 50 ml من حمض الخل إضافة 20 ml من محلول **هيدروكسيد الصوديوم** تركيزه المولي (0.5) والمطلوب:

1- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعالجة الحاصل.

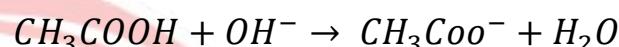
2- احسب التركيز الغرامي لمحلول حمض الخل.

3- احسب التركيز المولي للملح الناتج بعد تمام المعالجة.

4- يضاف 120ml من الماء المقطر إلى حجم مناسب من محلول **هيدروكسيد الصوديوم** السابق فيصبح تركيزه 0.1 mol.l^{-1} احسب الحجم V.

5- ما هو المشعر المناسب لهذه المعالجة وما طبيعة محلول النهاية.

المحلول:



ط(2)

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = n_{(\text{OH}^-)}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 V_2$$

$$C_1 \times 50 = 0.5 \times 20$$

$$C_1 = 0.2 \text{ mol.l}^{-1}$$

$$C_{g.l^{-1}} = C_{mol.l^{-1}} \cdot M$$

$$C_{g.l^{-1}} = 0.2 \times 60 = 12 \text{ g.l}^{-1}$$

ط(3)

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = n_{(\text{CH}_3\text{COONa})}$$

$$C_3 V_3 = C_1 V_1$$

$$C_3 \times 70 = 0.2 \times 50 \Rightarrow C_3 = \frac{1}{7} \text{ mol.l}^{-1}$$

ط(4)

بعد التمدد $n = n$ قبل التمدد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$0.2 \times V = 0.1(V + 120)$$

$$2V = V + 120 \Rightarrow V = 120 \text{ ml}$$

ط5) المعالجة تتم بين حمض ضعيف وأساس قوي فالمشعر المناسب هو الفينول فتاليين لأن مجاله يحيى نقطة نهاية المعالجة هو 8.2 \rightarrow 10

مسألة (7): مسألة دمج

نلقى بعض حبات من هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء المقطر ونكمم حجم المحلول إلى 800 ml فيصبح تركيز المحلول $0.025 \text{ mol. l}^{-1}$ والمطلوب:

- احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم في العينة.
- نأخذ من المحلول الناتج 100 ml ونضيف إليها 150 ml احسب pH المحلول الناتج.

3- نأخذ حجماً معيناً V من ذلك المحلول والذي تركيزه 0.1 mol. l^{-1} فرضياً ثم نعايره بمحلول حمض الكبريت الذي تركيزه 0.5 mol. l^{-1} وحجمه 50 ml وأيضاً من محلول حمض كلور الماء ذي التركيز 1.5 mol. l^{-1} حتى تمام المعايرة احسب الحجم V .

الحل:

$$m = C \cdot V \cdot M = 0.025 \times 800 \times 10^{-3} \times 56$$

$$m = 11.2 \text{ g}$$

(2)

بعد التمييد $n = n$ قبل التمييد

$$C \times V = C' \times V'$$

$$0.025 \times 100 = C' \times (250)$$

$$C' = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

وبما أننا نتعامل مع أساس قوي فإن:

$$[KOH] = [OH^-] = 10^{-2} \text{ mol. l}^{-1}$$

$$\Rightarrow pOH = -\log[OH^-] = 2$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 12$$

(3)

KOH	H_2SO_4	HCl
$C = 0.1$	$C_1 = 0.5$	$C_2 = 1.5$
$V = ??$	$V_1 = 50$	$V_2 = 50$

$$n_{(OH^-)} = n_{(H_3O^+)_1} + n_{(H_3O^+)_2}$$

$$C \cdot V = 2C_1V_1 + C_2V_2$$

$$10^{-1} \times V = 2 \times 0.5 \times 50 + 1.5 \times 50$$

$$10^{-1} \times V = 50 + 75$$

$$V = \frac{125}{10^{-1}} = 1250 \text{ ml}$$

مسالة (6): مسألة دمج

محلول لغاز النشادر بالماء تركيزه 0.02 mol. l^{-1} ودرجة تأينه 5%

1- احسب pH المحلول ثم احسب ثابت التأين لهذا الأساس.

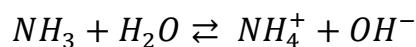
2- يُعاير 20 ml من المحلول السابق بمحلول لحمض الأزوت فيلزم منه

4 ml حتى تمام المعايرة والمطلوب:

a. اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل.

b. احسب تركيز محلول حمض الأزوت المستخدم.

c. ما طبيعة الوسط الناتج عن المعايرة وما المشعر المناسب فسر ذلك؟



وبما أن درجة التأين معطاة :

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b} \Rightarrow \frac{5}{100} = \frac{[OH^-]}{0.02}$$

$$[OH^-] = 10^{-3} \text{ mol. l}^{-1}$$

وبحسب ثابت الجداء الأيوني للماء:

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11} \text{ mol. l}^{-1}$$

(2)

$$PH = -\log[H_3O^+] = -\log(10^{-11})$$

$$PH = 11$$

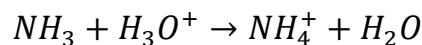
ونعلم أن:

$$[OH^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b}$$

$$10^{-3} = \sqrt{2 \times 10^{-2} \times K_b}$$

$$10^{-6} = 2 \times 10^{-2} \times K_b$$

$$K_b = 5 \times 10^{-5}$$



$$n_{(NH_3)} = n_{(H_3O^+)}$$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$0.02 \times 20 = C_2 \times 4 \Rightarrow C_2 = 10^{-1} \text{ mol. l}^{-1}$$

طبيعة الوسط الناتج عن المعايرة حمضي بسبب تشكيل أيونات الأمونيوم التي تسلك سلوك حمض ضعيف.

والمشعر المناسب هو أحمر الميتيل مجده يحيى نقطة نهاية المعايرة $4.2 \rightarrow 6.2$

بعض الأسئلة النظرية العالقة

أعط نفسياً عملياً لكلِّ ما يأتي:

1- المشعر المناسب لمعايرة حمض ضعيف بأساس قوي هو الفينول فتاليين؟
لأن $pH > 7$ عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يحوي نقطة نهاية

المعايرة لأن مدها $10 \rightarrow 8.2$

2- المشعر المناسب لمعايرة حمض قوي بأساس ضعيف هو أحمر الميتيل؟
لأن $pH < 7$ عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يحوي نقطة نهاية
المعايرة لأن مدها $6.2 \rightarrow 4.2$

3- المشعر المناسب لمعايرة حمض قوي بأساس قوي هو أزرق بروم التيمول
؟

لأن $pH = 7$ عند نقطة نهاية المعايرة وهذا المشعر يحوي نقطة نهاية
المعايرة لأن مدها $6 \rightarrow 7.6$

4- استخدام أحد مشعرات (حمض - أساس) في معايرة التعديل?
لتحديد نقطة نهاية تفاعل المعايرة.

5- عند معايرة حمض الخل هيدروكسيد البوتاسيوم يكون الوسط عند نهاية
التفاعل أساسياً؟

لأن أيونات الخلات الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك أساس ضعيف.

6- عند معايرة حمض الكربيرت هيدروكسيد الأمونيوم يكون الوسط عند
نهاية التفاعل حمضي؟

لأن أيونات الأمونيوم الناتجة عن المعايرة تسلك سلوك حمض ضعيف.

لا تيأس فالله هو الموفق

تحمّل بعونه تعالى نهاية المكثفة لعام 2020 – 2019

مع تمنياتي لكم أجياني بالتفوق والنجاح

**سوريانا
التعليمية**

مسألة (8): (تدريبية لك أنت عزيزي الطالب)

عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم الصلب كتلتها g تذاب في الماء
المقطر، ويكمم حجم محلول إلى $100ml$ ثم يعاير المحلول الناتج. محلول
حمض الكربيرت (بفرض أنه تام التأين) تركيزه $0.5 mol.l^{-1}$ فيلزم منه
 $40 ml$ لإتمام المعايرة والمطلوب:

- اكتب المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.
- احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل مقدراً $mol.l^{-1}$
- احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم النقي في العينة.
- احسب النسبة المئوية للشوائب في العينة.

مسألة (9): (تدريبية لك أنت عزيزي الطالب)

محلول لحمض سيانيد الهيدروجين تركيزه المولي ($0.2 mol.l^{-1}$) نأخذ منه
حجم معين فيلزم ل تمام المعايرة إضافة ($20 ml$) من محلول هيدروكسيد
الصوديوم تركيزه المولي ($0.1 mol.l^{-1}$) :

- اكتب المعادلة الأيونية لتفاعل المعايرة الحاصل.
- احسب حجم محلول سيانيد الهيدروجين المستعمل.
- احسب التركيز المولي للملح الناتج.
- احسب كتلة سيانيد الهيدروجين المستعمل في المعايرة.

$$C: 12 \quad N: 14 \quad H: 1$$

مسألة (10): (تدريبية لك أنت عزيزي الطالب)

محلول مائي لحمض كلور الماء له قيمة $pH = 1$ والمطلوب:

- احسب التركيز الابتدائي لهذا الحمض.
- يلزم لتعديل $25 ml$ من محلول كربونات الصوديوم تعديلاً تاماً
إضافة $50ml$ من محلول الحمض السابق والمطلوب:
 - a) اكتب معادلة تفاعل المعايرة السابق.
 - b) احسب التركيز المولي لمحلول كربونات الصوديوم ثم التركيز الغرامي
له.
- c) ما هي طبيعة المحلول الناتج عن المعايرة وما هو أفضل مشعر لها ولماذا؟
تحميل حل المسائل الثالث قسم بمسح الكود الآتي

