أسئلة دورات الوحدة الأولى: الكيمياء النووية

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

2009

1- عندما تتحول النّواة المشعّة ${}^{A}_{Z}X$ إلى النّواة ${}^{A}_{Z+1}Y$ تلقائيّاً فإنها تطلق:

a	بروتون.	b	جُسيم ألفا.	c	جُسيم بيتا.	d	نيوترون.

2010

2- نواة مشعّة عددها الذريّ 92 تطلق جُسيم ألفا فتتحوّل إلى نواة عنصر آخر عددها الذريّ يساوي:

a	88	b	89	c	91	d	90

2011 (د2) 2020 (د1)

3- يتوقف عمر النّصف لعنصر مشعّ على:

a	نوعه.	b	حالته الفيزيائية.	c	درجة حرارته.	d	روابطه الكيميائية.

2012

4- إذا أطلقت النّواة المشعّة ${}^{232}_{90}X$ جُسيم ألفا ثمّ أطلقت النّواة النّاتجة عنها جُسيم بيتا تنتجُ النّواة:

a	${}^{226}_{89}Y$	b	${}^{228}_{89}Y$	c	${}^{226}_{88}Y$	d	${}^{229}_{90}Y$

2014 (د1)

5- لكي يتحوّل عنصر اليورانيوم ${}^{238}_{92}U$ إلى عنصر الثّوريوم ${}^{234}_{90}Th$ تلقائياً فإنه:

a	يلتقط بروتون.	b	يُطلق بروتون.	c	يُطلق جُسيم ألفا.	d	يُطلق جسيم بيتا.

2014 (د2)

6- يتحوّل النّحاس ${}^{63}Cu$ وهو نظير غير مشعّ عند قذفه بنيوترون إلى نظير مشع ${}^{64}Cu$ في تفاعل نوويّ من نوع:

a	التقاط.	b	تطافر.	c	انشطار.	d	اندماج.

2015 (د1)

7- قدرة جُسيمات بيتا على تأيين الغازات التي تمر من خلالها:

a	أكبر من قدرة جُسيمات ألفا.	b	أقل من قدرة جُسيمات ألفا.
c	تساوي قدرة أشعّة غاما.	d	أقل من قدرة أشعّة غاما.

2015 (د2)

8- إذا كان عمر النّصف لعنصر مشعّ 6 min فإنّ نسبة ما يتبقى في عيّنة منه بعد 30 min هي:

a	$\frac{1}{64}$	b	$\frac{1}{8}$	c	$\frac{1}{16}$	d	$\frac{1}{32}$

2016 (د2)

9- يطرأ تحوّل من النّوع بيتا على عنصر الثّوريوم ${}^{234}_{90}Th$ فيتكون عنصر:

a	${}^{222}_{88}Ra$	b	${}^{234}_{91}Pa$	c	${}^{228}_{89}Ac$	d	${}^{238}_{92}U$

2017 (د1)

10- قدرة جُسيمات ألفا على النّفوذية:

a	أقل من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	b	أكبر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.
c	تساوي نفوذيّة أشعة غاما.	d	أكبر من نفوذيّة أشعة غاما.

2017 (د2)

11- نفوذية أشعّة غاما:

a	أكبر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	b	أصغر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.
c	أصغر من نفوذيّة جُسيمات ألفا.	d	تساوي نفوذيّة جُسيمات ألفا.

2018 (د1)

12- نفوذية جُسيمات بيتا:

a	أكبر من نفوذيّة جُسيمات ألفا.	b	أكبر من نفوذيّة جُسيمات ألفا.
c	تساوي نفوذيّة أشعّة غاما.	d	أكبر نفوذيّة أشعّة غاما.

2019 (د1)

13- نواة غير مستقرّة تقع تحت حزام الاستقرار النوويّ، للعودة إلى داخل الحزام تُصدر جُسيم:

a	ألفا.	b	بيتا.	c	نيوترون.	d	بوزيترون.

2018 (د2)

14- إذا علمت أنّ الشّمس تشعّ طاقة مقدارها $38\times10^{+27}$ J في كل ثانية، وسرعة انتشار الضّوء في الخلاء $C=3\times10^{+8}\ m.s^{-1}$، فإنّ مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال 3 min مقدراً بـ kg يساوي:

a	-76×10^{12}	b	-38×10^{13}	c	-12.66×10^{11}	d	-228×10^{30}

2019 (د2)	15- يبلغ عدد النّوى المشعّة لعنصر في عيّنة منه 16×10^{5} نواة، وبعد زمن 72 days يصبح ذلك العدد 2×10^{5}، فيكون عمر النّصف لهذا العنصر المشعّ مساوياً: a) 18 days b) 24 days c) 36 days d) 144 days
2020 (د2)	16- تتحوّل نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ إلى نواة الرادون $^{222}_{86}Rn$ عندما: a) تُطلق جُسيم ألفا. b) تُطلق جُسيم بيتا. c) تُطلق بوزيترون. d) تأسر الكترون.
2021 (د1)	17- يبلغ عدد نوى عنصر مشعّ في عيّنة منه 16×10^{20} نواة، وبعد زمن قدره 240 s يصبح عدد النوى في هذه العيّنة 10^{20} نواة، فيكون عمر النّصف لهذا العنصر مساوياً: a) 20 s b) 30 s c) 40 s d) 60 s
2021 (د2)	18- من خاصيات أشعة غاما: a) تتأثّر بالحقل المغناطيسي. b) تتأثّر بالحقل الكهربائي. c) تنتشر بسرعة الضوء c. d) تحمل شحنة سالبة.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكل ممّا يأتي:

2011 (د1)	1- إصدار نواة العنصر المشعّ لجُسيم بيتا.
2015 (د2)	2- كتلة نواة العنصر أصغر من كتلة مكوناتها وهي حرّة.
2015 (د1)	3- يرافق تفاعلات الاندماج النّوويّ انطلاق طاقة هائلة.
2020 (د1)	4- انحراف جُسيمات بيتا نحو اللّبوس الموجب لمكثّفة مشحونة.

ثالثاً: أكمل التحولات النّووية الآتية وسمّ نوع كلّ منها:

2000	$^{235}_{\square}U \longrightarrow {}^{\square}_{90}Th + {}^{4}_{\square}He + \ldots.$
2015 (د1)	$^{234}_{\square}Th \longrightarrow {}^{\square}_{91}Pa + {}^{\square}_{-1}e + \ldots.$
2019 (د2)	$^{238}_{\square}U \longrightarrow {}^{4}_{\square}He + {}^{\square}_{90}Th + \ldots.$

رابعاً: أكمل وازن كلّ من التفاعلات النّووية الآتية، ثمّ حدّد نوع كل تفاعل:

2013 (د2)	$^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{\square}_{36}Kr + {}^{141}_{\square}Ba + 3{}^{\square}_{\square}n + \ldots.$
2017 (د1)	$^{\square}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{\square}C + {}^{1}_{\square}H + \ldots.$
2017 (د2)	$4{}^{1}_{\square}H \longrightarrow {}^{4}_{\square}He + 2{}^{\square}_{+1}e + \ldots.$
2018 (د2)	$^{4}_{\square}He + {}^{\square}_{7}N \longrightarrow {}^{17}_{\square}O + {}^{1}_{1}H + \ldots.$
2021 (د2)	$4{}^{1}_{\square}H \longrightarrow {}^{4}_{\square}He + 2{}^{\square}_{\square}e + \ldots.$

خامساً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2004	1- تُقذف نواة عنصر النّحاس $^{63}_{29}Cu$ بنيوترون فينتج نظير مشع للنحاس. اكتب المعادلة النّووية المعبّرة عن هذا التّفاعل، ثمّ حدّد نوعه.
1997 2001 2006 2011 (د1)	2- يتحوّل عنصر الثّوريوم $^{234}_{90}Th$ إلى عنصر البروتكتنيوم $^{\square}_{\square}Pa$ مطلقاً جُسيم بيتا. المطلوب: اكتب المعادلة النّووية المعبّرة عن ذلك.
2002 2018 (د1)	3- عند قذف نواة النّتروجين $^{14}_{7}N$ بجُسيم ألفا ينتج نظير الأكسجين المشعّ وبروتون. المطلوب: a) اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة التّفاعل الحاصل. b) اكتب نوع هذا التّفاعل النوويّ.
2015 (د2)	4- اكتب المعادلة النّووية المعبّرة عن التحوّل من النّمط ألفا لنواة عنصر اليورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى نواة الثّوريوم $^{\square}_{\square}Th$.

5- تُطلق بعض نوى العناصر المشعّة جُسيمات ألفا α. المطلوب: a) اكتب رمز جسيم ألفا بالطريقة ${}^{A}_{Z}X$. b) اكتب ثلاثاً من خواص جُسيم ألفا.	2013 (د2)
6- عندما تكون النّوى غير المستقرة واقعة تحت حزام الاستقرار. فما الجُسيم الذي تطلقه النّواة للعودة إلى داخل الحزام. وضّح ذلك بكتابة معادلة العمليّة الحاصلة.	2014 (د2)
7- قارن بين جُسيمات ألفا وجُسيمات بيتا من حيث: a) النفوذيّة. b) القدرة على تأيين الغازات. c) جهة انحراف لبوسَي مكثفة مشحونة.	2016 (د1)
8- قارن بين جُسيمات ألفا وجُسيمات بيتا من حيث: a) السرعة. b) النفوذيّة.	2016 (د2)
9- قارن بين جُسيمات ألفا وجُسيمات بيتا من حيث: a) القدرة على تأيين الغازات. b) النفوذيّة.	2019 (د1)
10- قارن بين جُسيمات ألفا وجُسيمات بيتا من حيث: a) الشّحنة. b) الطّبيعة. c) التأثر بالحقل الكهربائيّ.	2020 (د2)
سادساً: حل المسائل الآتية:	
المسألة الأولى: تحدث في الشّمس تفاعلات اندماج نوويّ وتنتج طاقة قدرها $38\times10^{+27}$ J في كل ثانية. المطلوب: 1- احسب مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال ساعة واحدة علماً أنّ سرعة الضّوء في الخلاء $C=3\times10^{+8}\ m.s^{-1}$. 2- احسب الزّمن اللازم ليصبح النّشاط الإشعاعيّ لعيّنة من مادة مشعّة $\frac{1}{8}$ ما كان عليه، حيث أنّ عمر النّصف لها 3 min.	2013 (د1)
المسألة الثانية: يتحوّل اليورانيوم المشعّ ${}^{235}_{92}U$ إلى الرصاص المستقرّ ${}^{207}_{82}Pb$ وفق سلسلة نشاط إشعاعيّ. المطلوب: 1- احسب عدد التحوّلات من النّوع ألفا، وعدد التحوّلات من النّوع بيتا التي يقوم بها اليورانيوم لكي يستقرّ. 2- اكتب المعادلة النوويّة الكليّة.	2020 (د1)
المسألة الثالثة: تتحوّل نواة اليورانيوم المشعّ ${}^{235}_{92}U$ إلى نواة الرصاص المستقرّ ${}^{207}_{82}Pb$ وفق سلسلة نشاط إشعاعيّ ممثّل بالمعادلة الآتية: ${}^{235}_{92}U \longrightarrow x\ {}^{4}_{2}He + y\ {}^{0}_{-1}e + {}^{207}_{82}Pb + Energy$ المطلوب: 1- احسب عدد التحوّلات من النّوع ألفا. 2- احسب عدد التحوّلات من النّوع بيتا. 3- اكتب المعادلة النوويّة الكليّة.	2021 (د1)

ورقة عمل في الكيمياء النووية مع الحل

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- إذا علمت أنّ الشّمس تشعّ طاقة مقدارها $38\times10^{+27}$ J في كل ثانية، وسرعة انتشار الضّوء في الخلاء $C=3\times10^{+8}\ m.s^{-1}$ ، فإنّ مقدار النّقص في كتلة الشّمس خلال 3 min يساوي: دورة 2018 الثانية

a	-76×10^{12} kg	b	-38×10^{13} kg	c	-12.66×10^{11} kg	d	-228×10^{30} kg

توضيح الإجابة:

$$\Delta E=\Delta m\times C^2$$
$$-38\times10^{+27}\times3\times60=\Delta m\times(3\times10^{+8})^2$$
$$\Rightarrow \Delta m=\frac{-38\times10^{+27}\times3\times60}{(3\times10^{+8})^2}$$
$$\Delta m=\frac{-38\times10^{+27}\times\cancel{3}\times\cancel{60}^{20}}{\cancel{9}\times10^{+16}}=-38\times20\times10^{+11}$$
$$\Rightarrow \boxed{\Delta m=-76\times10^{12}\ kg}$$

2- تنقص كتلة نواة الأكسجين ${}^{16}_{8}O$ عن مكوّناتها وهي حرّة بمقدار -0.23×10^{-27} kg ، فإذا علمت أنّ سرعة انتشار الضّوء في الخلاء $C=3\times10^{+8}\ m.s^{-1}$ ، فإنّ طاقة الارتباط لهذه النواة تساوي:

a	-2.07×10^{-11} J	b	$+2.07\times10^{-11}$ J	c	-0.69×10^{-19} J	d	$+0.69\times10^{-19}$ J

توضيح الإجابة:

$$\Delta E=\Delta m\,C^2$$
$$\Delta E=-0.23\times10^{-27}\times(3\times10^{+8})^2$$
$$\Delta E=-2.07\times10^{-11}\ J$$

طاقة الارتباط تساوي بالقيمة الطّاقة المنتشرة وتعاكسها بالإشارة:

$$\text{طاقة الارتباط}=+2.07\times10^{-11}\ J$$

3- نواة عنصر غير مستقرّة تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة إلى حزام الاستقرار، فإنّها تُطلق جُسيم:

a	${}^{0}_{-1}e$	b	${}^{0}_{+1}e$	c	${}^{1}_{0}n$	d	${}^{1}_{1}H$

4- تتحوّل نواة الكربون ${}^{14}_{6}C$ إلى نواة النّتروجين ${}^{14}_{7}N$ عندما تُطلق:

a	نيوترون.	b	بوزيترون.	c	جُسيم بيتا.	d	جُسيم ألفا.

توضيح الإجابة: ${}^{14}_{6}C\longrightarrow{}^{14}_{7}N+{}^{0}_{-1}e+Energy$

5- كي تتحوّل النّواة ${}^{A}_{Z}X$ إلى النّواة ${}^{A}_{Z-1}Y$ تلقائياً يجب أن:

a	تلتقط بروتون.	b	تُطلق بوزيترون.	c	تُطلق جُسيم ألفا.	d	تُطلق جُسيم بيتا.

توضيح الإجابة: ${}^{A}_{Z}X\longrightarrow{}^{A}_{Z-1}Y+{}^{0}_{+1}e+Energy$

6- تأسر نواة عنصر مشعّ ${}^{A}_{Z}X$ الكترون فتتحوّل إلى نواة:

a	${}^{A}_{Z+1}Y$	b	${}^{A}_{-1}Y$	c	${}^{A}_{Z-1}Y$	d	${}^{A+1}_{Z}Y$

توضيح الإجابة: ${}^{A}_{Z}X+{}^{0}_{-1}e\longrightarrow{}^{A}_{Z-1}Y+Energy$

7- يطرأ تحوّل من النّوع ألفا على نواة اليورانيوم ${}^{238}_{92}U$ فتتحوّل إلى نواة:

a	${}^{222}_{88}Ra$	b	${}^{234}_{91}Pa$	c	${}^{228}_{89}Ac$	d	${}^{234}_{90}Th$

توضيح الإجابة: ${}^{238}_{92}U\longrightarrow{}^{234}_{90}Th+{}^{4}_{2}He+Energy$

8- نواة مشعّة عددها الذريّ 92 تُطلق جُسيم ألفا فتتحوّل إلى نواة عنصر آخر عددها الذريّ يساوي: دورة 2010

a	88	b	89	c	91	d	90

توضيح الإجابة: ${}^{\square}_{92}X\longrightarrow{}^{\square}_{90}Y+{}^{4}_{2}He+Energy$

9- إذا أطلقت النّواة المشعّة $^{232}_{90}X$ جُسيم ألفا ثمّ أطلقت النّواة النّاتجة عنها جُسيم بيتا تنتجُ النّواة: دورة 2012

a	b	c	d
$^{226}_{89}Y$	$^{228}_{89}Y$	$^{226}_{88}Y$	$^{229}_{90}Y$

توضيح الإجابة:

$$^{232}_{90}X \longrightarrow {}^{228}_{88}X' + {}^{4}_{2}He + Energy$$

$$^{228}_{88}X' \longrightarrow {}^{228}_{89}Y + {}^{0}_{-1}e + Energy$$

10- قدرة جُسيمات بيتا على تأيّن الغازات التي تمر من خلالها: دورة 2015 الأولى

a	b	c	d
أكبر من قدرة جُسيمات ألفا.	أقل من قدرة جُسيمات ألفا.	تساوي قدرة أشعّة غامّا.	أقل من قدرة أشعة غامّا.

11- قدرة جُسيمات ألفا على النّفوذيّة: دورة 2017 الأولى

a	b	c	d
أقل من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	أكبر من نفوذيّة جُسيمات بيتا.	تساوي نفوذيّة أشعّة غامّا.	أكبر من نفوذيّة أشعّة غامّا.

12- من خاصيّات أشعة غامّا:

a	b	c	d
تتأثّر بالحقل الكهربائيّ.	تتأثّر بالحقل المغناطيسيّ.	تنتشر بسرعة الضّوء.	نفوذيّتها أقل من جُسيمات بيتا.

13- تتفكّك نواة الثّوريوم $^{228}_{90}Th$ بإطلاقها لجُسيمات ألفا متحوّلة إلى نواة البولونيوم $^{216}_{84}Po$ فإنّ عدد جُسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحوّل يساوي:

a	b	c	d
2	3	4	5

توضيح الإجابة:

$$^{228}_{90}Th \longrightarrow {}^{216}_{84}Po + x\ {}^{4}_{2}He + Energy$$

$$228 = 4x + 216$$

$$4x = 12 \Rightarrow x = 3$$

14- يتحوّل النّحاس ^{63}Cu وهو نظير غير مشعّ عند قذفه بنيوترون إلى نظير مشعّ ^{64}Cu في تفاعل نوويّ من نوع: دورة 2014 الثانية

a	b	c	d
التقاط.	تطافر.	انشطار.	اندماج.

15- يتوقّف عمر النّصف للعنصر المشعّ على: دورة 2020 الأولى

a	b	c	d
كتلة العنصر المشعّ.	الرّوابط الكيميائيّة للعنصر المشعّ.	درجة حرارة العنصر المشعّ.	نوع العنصر المشعّ.

16- إذا كان عمر النّصف لعنصر مشعّ 6 min ، فإنّ نسبة ما يتبقى في عيّنة منه بعد 30 min: دورة 2015 الثانية

a	b	c	d
$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$

توضيح الإجابة:

$$t_{1/2} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{30}{6} = 5$$

ومنه عدد مرّات التّكرار n يساوي 5.

$$1 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{16} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{32}$$

أي أنّ النّسبة المتبقيّة من العنصر المُشعّ تساوي $\frac{1}{32}$ ممّا كانت عليه.

17- يبلغ عدد النّوى في عيّنة مشعّة 8×10^{20} ، وبعد زمن قدره 120 s يصبح عدد النّوى 10^{20} فيكون عمر النصف لهذه المادّة:

a	b	c	d
20 s	30 s	40 s	60 s

توضيح الإجابة:

$$t_{1/2} = \frac{t}{n}$$

$$8\times10^{20} \xrightarrow{t_{1/2}} 4\times10^{20} \xrightarrow{t_{1/2}} 2\times10^{20} \xrightarrow{t_{1/2}} 10^{20}$$

ومنه عدد مرّات التّكرار n يساوي 3.

$$t_{1/2} = \frac{120}{3} = 40\ s$$

18- يبلغ عمر النّصف لمادّة مشعّة $t_{1/2} = 24\ days$ وكتلتها $1\ kg$، تكون نسبة ما تبقّى منها بعد $72\ days$ مساويةً:

a	$\frac{1}{8}$	b	$\frac{4}{8}$	c	$\frac{5}{8}$	d	$\frac{7}{8}$

توضيح الإجابة:

$$t_{1/2} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{72}{24} = 3$$

ومنه عدد مرّات التّكرار n يساوي 3.

$$1 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{8}$$

أي أنّ النّسبة المتبقيّة من المادّة المُشعّة تساوي $\frac{1}{8}$ ممّا كانت عليه.

19- تحدث في الشّمس تفاعلات نوويّة من نوع:

a	انشطار.	b	اندماج.	c	التقاط.	d	تطافر.

20- عند تفاعل نواة النّتروجين $^{14}_{7}N$ ينتجُ نواة الكربون المشعّ $^{14}_{6}C$، فإنّ نواة النتروجين:

a	تلتقط نيوترون وتُطلق ألفا.	b	تلتقط بروتون وتُطلق نيوترون.	c	تلتقط بوزيترون وتُطلق نيوترون.	d	تلتقط نيوترون وتُطلق بروتون.

توضيح الإجابة:

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}H + Energy$$

==========

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1- يُعدّ النّيوترون أفضل قذيفة نوويّة.

الجواب: لأنّ النيوترون جُسيمة نوويّة متعادلة كهربائياً فلا يُعاني تنافراً مع النواة.

2- كتلة النّواة أصغر من مجموع كتل مكوّناتها وهي حرّة.

الجواب: نتيجة النقص في الكتلة الذي يتحوّل إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة أينشتاين $\Delta E = \Delta m.C^2$

3- إطلاق النّواة للالكترونات المؤلّفة لجُسيمات بيتا.

الجواب: نتيجة تحوّل نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة وينطلق جُسيم بيتا خارج النواة.

4- إطلاق النّواة للبوزيترون.

الجواب: نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة وينطلق بوزيترون خارج النواة.

5- لا تتأثّر أشعّة غاما بالحقل الكهربائيّ.

الجواب: لأنّ أشعة غاما لا تحمل شحنة كهربائيّة.

6- تأثّر كل من جُسيمات ألفا وجُسيمات بيتا بالحقل الكهربائيّ.

الجواب: لأنّ جُسيمات ألفا وبيتا تحمل شحنة كهربائيّة.

7- يرافق تفاعلات الاندماج النّووي انطلاق طاقة هائلة.

الجواب: نتيجة النقص في الكتلة الذي يتحوّل إلى طاقة.

==========

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- أكمل كلّ من التحوّلات النوويّة الآتية، ثمّ حدّد نوع كلّ منها:

التحوّل	الجواب	نوع التحوّل
$^{212}_{83}Bi \longrightarrow ^{212}_{84}Po + ... + ...$	$^{212}_{83}Bi \longrightarrow ^{212}_{84}Po + ^{0}_{-1}e + Energy$	تحوّل من النوع بيتا.
$^{220}_{86}Rn \longrightarrow ^{216}_{84}Po + ... + ...$	$^{220}_{86}Rn \longrightarrow ^{216}_{84}Po + ^{4}_{2}He + Energy$	تحوّل من النوع ألفا.
$^{40}_{19}K + ... \longrightarrow ^{40}_{18}Ar + ...$	$^{40}_{19}K + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{40}_{18}Ar + Energy$	تحوّل من نوع الأسر الالكتروني.
$^{\square}_{92}U \longrightarrow ^{231}_{\square}Th + ^{4}_{\square}He + ...$	$^{235}_{92}U \longrightarrow ^{231}_{90}Th + ^{4}_{2}He + Energy$	تحوّل من النوع ألفا.

2- تتحوّل نواة الروبيديوم $^{81}_{37}Rb$ إلى نواة الكربتون $^{\square}_{\square}Kr$ عندما تأسر أحد الكترونات السّحابة الالكترونيّة المحيطة بها. المطلوب:

اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل، ثمّ حدّد نوعه.

الجواب:

$$^{81}_{37}Rb + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{81}_{36}Kr + Energy$$

3- أكمل كلّ من التّفاعلات النوويّة الآتية، ثمّ حدّد نوع كلّ منها:

التفاعل	الجواب	نوع التفاعل
$^{23}_{\square}Na + ^{1}_{\square}H \longrightarrow ^{\square}_{12}Mg + ^{\square}_{\square}n + ...$	$^{23}_{11}Na + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{23}_{12}Mg + ^{1}_{0}n + Energy$	تطافر.
$^{236}_{92}U \longrightarrow ^{\square}_{52}Te + ^{97}_{\square}Zr + 2^{\square}_{\square}n + ...$	$^{236}_{92}U \longrightarrow ^{137}_{52}Te + ^{97}_{40}Zr + 2^{1}_{0}n + ...$	انشطار نوويّ.

4- قارن بين جُسيم بيتا والبوزيترون من حيث: a) موقع النّواة التي تُطلق كل منها بالنّسبة لحزام الاستقرار. b) التأثّر بالحقل الكهربائيّ.

	جسيم بيتا	بوزيترون
(a)	فوق حزام الاستقرار.	تحت حزام الاستقرار.
(b)	ينحرف نحو اللّبوس الموجب لمكثّفة مشحونة.	ينحرف نحو اللّبوس السّالب لمكثّفة مشحونة.

5- تُطلق بعض نوى العناصر المشعّة جُسيمات ألفا α المطلوب: دورة 2013 الثانية

a) اكتب رمز جُسيم ألفا بالطّريقة $^{A}_{Z}X$. b) اكتب ثلاثاً من خواص جُسيم ألفا.

الجواب:

a) رمز جُسيم ألفا: $^{4}_{2}He$ أو $^{4}_{2}\alpha$

b) طبيعتها: تُطابق نوى الهليوم. كتلتها: أربعة أضعاف كتلة الهدروجين العادي. شحنتها: تحمل شحنتين موجبتين.

6- من التّفاعلات التي تجري في الشّمس دمج نواتين من الهدروجين العادي (بروتونين) لتوليد نواة دتيريوم وبوزيترون. المطلوب:

اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن هذا التّفاعل.

الجواب:

$$2\,^{1}_{1}H \longrightarrow ^{2}_{1}H + ^{0}_{+1}e + Energy$$

7- عند قذف نواة الزئبق $^{200}_{80}Hg$ ببروتون ينتجُ نواة الذّهب $^{\square}_{\square}Au$ وينطلق جُسيم ألفا. المطلوب:

اكتب المعادلة النوويّة المعبّرة عن التّفاعل النووي الحاصل، ثمّ حدّد نوعه.

الجواب:

$$^{200}_{80}Hg + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{197}_{79}Au + ^{4}_{2}He + Energy$$

نوعه: تطافر.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: إذا علمت أنّ عمر النّصف لعنصر مشعّ 24 days. المطلوب:

احسب الزّمن اللاّزم كي يصبح النّشاط الإشعاعي لعينة منه ربع ما كان عليه.

الحل:

$$t_{1/2} = \frac{t}{n}$$

$$1 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{4}$$

ومنه عدد مرّات التّكرار n يساوي 2.

$$t = t_{1/2} \times n = 24 \times 2 = 48 \ \ days$$

المسألة الثانية: عيّنة لعنصر مشعّ، إذا علمت أنّ الزّمن اللاّزم ليصبح النشاط الإشعاعيّ في تلك العيّنة $\frac{1}{16}$ ممّا كان عليه يساوي 480 years

المطلوب: احسب عمر النصف لهذا العنصر المشعّ.

الحل:

$$t_{1/2} = \frac{t}{n}$$

$$1 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{16}$$

ومنه عدد مرّات التّكرار n يساوي 4.

$$t_{1/2} = \frac{t}{n} = \frac{480}{4} = 120 \ \ days$$

المسألة الثالثة: إذا كانت كتلة عيّنة من مادّة مشعّة 16 mg وعمر النّصف لهذه المادّة تساوي 10 hours. المطلوب حساب:

1- الكتلة المتبقيّة من هذه العيّنة بعد 20 hours.

2- الكتلة المتفكّكة من هذه العيّنة بعد 40 hours.

الحل:

1-

$$t_{1/2} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{20}{10} = 2$$

ومنه عدد مرّات التّكرار n يساوي 2.

$$16 \xrightarrow{t_{1/2}} 8 \xrightarrow{t_{1/2}} 4$$

ومنه الكتلة المتبقيّة من المادّة المشعّة تساوي: 4 mg

2-

$$t_{1/2} = \frac{t}{n} \Rightarrow n = \frac{t}{t_{1/2}} = \frac{40}{10} = 4$$

ومنه عدد مرّات التّكرار n يساوي 4.

$$16 \xrightarrow{t_{1/2}} 8 \xrightarrow{t_{1/2}} 4 \xrightarrow{t_{1/2}} 2 \xrightarrow{t_{1/2}} 1$$

ومنه الكتلة المتفكّكة من المادّة المشعّة تساوي:

$$16 - 1 = 15 \text{ mg}$$

المسألة الرابعة: يتحوّل نظير الثّوريوم المشعّ $^{232}_{90}Th$ إلى نظير الرصاص غير المشعّ $^{208}_{82}Pb$. المطلوب:

1- احسب عدد التحوّلات من النّوع ألفا x، وعدد التحوّلات من النّوع بيتا y.

2- اكتب المعادلة النوويّة الكليّة.

الحل:

$$^{232}_{90}Th \longrightarrow x\ ^{4}_{2}He + y\ ^{0}_{-1}e + ^{208}_{82}Pb + Energy$$

1- من قانون مصونيّة العدد الكتلي:

$$232 = 4x + y(0) + 208$$

$$4x = 24$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 6}$$

من قانون مصونيّة العدد الذّري:

$$90 = 2x - y + 82$$

$$90 = 2(6) - y + 82$$

$$\boxed{\Rightarrow y = 4}$$

2-

$$^{232}_{90}Th \longrightarrow 6\ ^{4}_{2}He + 4\ ^{0}_{-1}e + ^{208}_{82}Pb + Energy$$

==========

انتهى حل ورقة عمل الكيمياء النوويّة

أ. أسامة الحصري

أسئلة دورات الوحدة الثانية: الغازات

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

2020 (د2)

1- تشغل عيّنة غازيّة حجماً قدره 36 L عند الدرجة 300 K، تُسخّن العيّنة إلى الدرجة 600 K مع بقاء الضغط ثابتاً، فيصبح حجم هذه العيّنة مساوياً:

a	48 L	b	24 L	c	18 L	d	72 L

2020 امتحان نصفي موحّد

2- يبلغ حجم عيّنة من غاز 3 L عند الضغط 5×10^{3} Pa، فيكون حجم هذه العيّنة عندما يصبح الضغط 1.5×10^{5} Pa بثبات درجة الحرارة مساوياً:

a	0.2 L	b	1 L	c	0.1 L	d	2 L

2021 (د1)

3- يحتوي مكبس على غاز حجمه 200 mL عند الضغط 1 atm، إذا زاد الضغط إلى 4 atm مع بقاء درجة الحرارة ثابتة، فيصبح حجم هذا الغاز مساوياً:

a	800 mL	b	50 mL	c	0.05 mL	d	0.02 mL

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكل ممّا يأتي:

2020 (د2)

1- ارتفاع المنطاد فوق سطح الأرض عند تسخين الهواء داخله.

2020 امتحان نصفي موحّد

2- عند رش كميّة صغيرة من العطر في غرفة تنتشر الرائحة في كامل أرجاء الغرفة.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2020 (د2)

1- مزيجٌ غازيّ يتألف من ثلاث غازات مختلفة. المطلوب:

استنتج عبارة الضغط الكلي للمزيج الغازي السابق عند ثبات درجة الحرارة وثبات الحجم.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

2020 امتحان نصفي موحّد

المسألة الأولى: عيّنة من غاز الأكسجين O_2 حجمها 24.6 L عند الضّغط 1 atm ودرجة الحرارة 27 ℃. المطلوب:

1- احسب عدد مولات هذا الغاز في العيّنة.

2- إذا تحوّل غاز الأكسجين O_2 إلى غاز الأوزون O_3 عند الضّغط ودرجة الحرارة ذاتها. المطلوب حساب:

a) عدد مولات غاز الأوزون النّاتج.

b) حجم غاز الأوزون النّاتج.

علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

2020 (د1)

المسألة الثانية: يتفاعل 5.1 g من غاز النشادر NH_3 مع 3.65 g من غاز كلور الهدروجين HCl في وعاء حجمه 3 L عند الدّرجة 27 ℃. المطلوب:

1- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

2- بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل.

3- احسب الضّغط عند نهاية التّفاعل بإهمال حجم المادة الصلبة الناتجة عن التفاعل السابق.

علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$ ، الأوزان الذريّة: Cl:35.5 , N:14 , H:1

2021 (د2)

المسألة الثالثة: يحوي وعاء مغلق حجمه 41 L مزيجاً غازيّاً مكوّن من 48 g من غاز الميتان CH_4 و 60 g من غاز الإيتان C_2H_6 المطلوب حساب:

1- الضغط الكلّي للمزيج الغازيّ عند الدرجة 300 K.

2- الكسر المولي لغاز الميتان عند درجة الحرارة السابقة.

علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$ ، الأوزان الذريّة: H:1 , C:12

ورقة عمل في الغازات مع الحل

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- عيّنة غاز حجمها 200 L عند الضّغط 2 kPa . فإذا نَقُصَ الضّغط إلى ربع ما كان عليه، عندئذٍ يُصبح حجم هذه العيّنة عند ثبات درجة الحرارة مساوياً:

1600 L	d	50 L	c	200 L	b	800 L	a

توضيح الإجابة: حسب قانون بويل:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{2\times 200}{\frac{1}{4}\times 2} = 800\ \text{L}$$

2- تشغُل عيّنة غازيّة حجماً قدره 30 mL عند الدّرجة 27 ℃ وضغط ثابت، إذا سُخّنت العيّنة إلى الدّرجة 50 ℃ يصبح حجمها:

32.3 mL	d	15 mL	c	27.5 mL	b	60 mL	a

توضيح الإجابة: حسب قانون شارل:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1T_2}{T_1} = \frac{30\times 323}{300} = 32.3\ \text{mL}$$

3- يبلغ ضغط عيّنة من غاز 4 atm عند الدّرجة 0 ℃ نسخّن العيّنة حتّى الدّرجة 273 ℃ مع بقاء حجمها ثابت، فيصبح الضّغط الجديد مساوياً:

10 atm	d	8 atm	c	6 atm	b	2 atm	a

توضيح الإجابة: حسب قانون غاي - لوساك:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1T_2}{T_1} = \frac{4\times 546}{273} = 8\ \text{atm}$$

4- إنّ نسبة سرعة انتشار غاز الهدروجين إلى سرعة انتشار غاز الأكسجين تساوي: علماً أنّ: O:16 , H:1

1	d	16	c	$\frac{1}{4}$	b	4	a

توضيح الإجابة: حسب قانون غراهام:

$$\frac{v_{(H_2)}}{v_{(O_2)}} = \sqrt{\frac{M_{(O_2)}}{M_{(H_2)}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4$$

ثانياً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: احسب حجم عيّنة من غاز عدد جزيئاتها 3.011×10^{23} موجودة في حوجلة عند الضّغط 2 atm ودرجة الحرارة 300 K.

علماً أنّ: $R = 0.082\ \text{atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ، عدد أفوغادرو $= 6.022\times10^{23}$

المعطيات:

عدد أفوغادرو $= 6.022\times10^{23}$	$T = 300$ K	$P = 2$ atm	عدد جزيئات الغاز $= 3.011\times10^{23}$	$V = ?$

الحل:

نحسب أولاً عدد مولات هذا الغاز في العينة:

$$n = \frac{\text{عدد جزيئات الغاز}}{\text{عدد أفوغادرو}} = \frac{3.011\times10^{23}}{6.022\times10^{23}} = 0.5\,\text{mol}$$

حساب حجم هذه العينة من الغاز:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.5\times0.082\times300}{2} = 6.15\ \text{atm}$$

المسألة الثانية: عيّنة من غاز A_2 حجمها 12 L وعدد مولاتها 0.6 mol ، إذا تحوّل غاز A_2 إلى غاز A_3 عند ضغط ودرجة حرارة ثابتين.

المطلوب حساب: *1-* عدد مولات الغاز A_3 الناتج. *2-* حجم الغاز A_3 الناتج. علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

المعطيات:

$V_{(A_2)} = 12\ L$	$n_{(A_2)} = 0.6\ mol$	$V_{(A_3)} = ?$	$n_{(A_3)} = ?$

الحل:

1- حساب عدد مولات غاز A_3:

$$\begin{array}{ccc} 3A_{2(g)} & \longrightarrow & 2A_{3(g)} \\ 3\ mol & & 2\ mol \\ 0.6\ mol & & n\ mol \end{array}$$

$$\Rightarrow n_{(A_3)} = \frac{0.6 \times 2}{3} = 0.4\ mol$$

2- حساب حجم غاز A_3:

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

$$\frac{12}{0.6} = \frac{V_2}{0.4}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{12 \times 0.4}{0.6} = 8\ L$$

المسألة الثالثة: يحترق غاز الميتان بأكسجين الهواء وفق المعادلة الآتية: $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ **المطلوب حساب:**

1- حجم غاز CO_2 المنطلق نتيجة احتراق 32 g من غاز الميتان عند درجة الحرارة 500 K والضغط 2 atm.

2- عدد مولات غاز الأكسجين O_2 وضغطه الموافق اللازم لاحتراق 320 g من غاز الميتان إذا كان حجم غاز الأكسجين 800 L ودرجة الحرارة 400 K. علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$ ، الأوزان الذرية: $C:12\ ,\ H:1\ ,\ O:16$

الحل:

1- نحسب أولاً عدد مولات غاز CO_2:

$$\begin{array}{ccc} CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} & \longrightarrow & CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \\ 16\ g & & 1\ mol \\ 32\ g & & n\ mol \end{array}$$

$$\Rightarrow n_{(CO_2)} = \frac{32 \times 1}{16} = 2\ mol$$

حساب حجم غاز CO_2:

$$PV = n.RT$$

$$\Rightarrow V = \frac{n.RT}{P} = \frac{2 \times 0.082 \times 500}{2} = 41\ L$$

2- حساب عدد مولات غاز O_2:

$$\begin{array}{ccc} CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} & \longrightarrow & CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \\ 16\ g \quad 2\ mol & & \\ 320\ g \quad n\ mol & & \end{array}$$

$$\Rightarrow n_{(O_2)} = \frac{320 \times 2}{16} = 40\ mol$$

حساب ضغط غاز O_2:

$$PV = n.RT$$

$$\Rightarrow P = \frac{n.RT}{V} = \frac{40 \times 0.082 \times 400}{800} = 1.64\ atm$$

المسألة الرابعة: يتفاعل $5.1\ g$ من غاز النشادر NH_3 مع $3.65\ g$ من غاز كلور الهدروجين HCl في وعاء حجمه $3\ L$ عند الدّرجة $27\ ℃$.

المطلوب: *1-* اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

2- بيّن حسابيّاً ما هو الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل.

3- احسب الضّغط عند نهاية التّفاعل بإهمال حجم المادة الصلبة الناتجة عن التفاعل السابق.

علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$ ، الأوزان الذريّة: $H:1\ ,\ N:14\ ,\ Cl:35.5$

المعطيات:

$m_{(NH_3)} = 5.1\ g$	$m_{(HCl)} = 3.65\ g$	$V = 3\ L$	$T = 27+273 = 300\ K$

الحل:

1-

$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

2- نحسب عدد مولات كل من غازَي HCl و NH_3:

$$n_{(HCl)} = \frac{m}{M_{(HCl)}} = \frac{3.65}{36.5} = 0.1\ mol$$

$$n_{(NH_3)} = \frac{m}{M_{(NH_3)}} = \frac{5.1}{17} = 0.3\ mol$$

بما أنّ: $n_{(NH_3)} > n_{(HCl)}$ ونسبة التّفاعل $(1:1)$ فإنّ الغاز المتبقّي بعد نهاية التّفاعل هو غاز النّشادر NH_3.

الكميّة المتبقيّة من غاز النّشادر بعد نهاية التّفاعل هي:

n_{NH_3} المتبقيّة $= 0.3 - 0.1 = 0.2\ mol$

2- حساب الضّغط عند نهاية التّفاعل:

$$PV = n.RT$$

$$\Rightarrow P = n.\frac{RT}{V} = 0.2 \times \frac{0.082 \times 300}{3}$$

$$\boxed{\Rightarrow P = 1.64\ atm}$$

المسألة الخامسة: عيّنة من غاز كثافته $10\ g.L^{-1}$ عند الضّغط $8.2\ atm$ ودرجة الحرارة $47\ ℃$. **المطلوب حساب:**

1- الكتلة المولية لهذا الغاز.

2- الضّغط الجزئيّ لهذا الغاز عند مستوى سطح البحر حيث نسبته $21\ \%$ من مجمل الغازات المكوّنة للهواء. علماً أنّ الضّغط الجويّ عند سطح البحر $P_t = 1\ atm$.

المعطيات:

$d = 10\ g.L^{-1}$	$P = 8.2\ atm$	$T = 47+273 = 320\ K$

الحل:

1- حساب الكتلة المولية للغاز:

$$d = \frac{P.M}{RT} \Rightarrow 10 = \frac{8.2 \times M}{0.082 \times 320} \Rightarrow M = \frac{1 \times 0.082 \times 320}{0.82} = 32\ g.mol^{-1}$$

2- حساب الضغط الجزئي للغاز:

$$P_i = X_i.P_t$$

$$P_i = \frac{21}{100} \times 1$$

$$\boxed{\Rightarrow P_i = 0.21\ atm}$$

المسألة السادسة: يحتوي مزيجٌ غازيّ في وعاء حجمه 100 L على 32 g من غاز الميتان CH_4 ، و 140 g من غاز النّتروجين N_2 ، وكميّة من غاز مجهول x ، فإذا علمت أنّ الضّغط الكلّي للمزيج الغازيّ 2.46 atm عند الدّرجة 27 ℃ . **المطلوب حساب:**

1- الضّغط الجزئيّ لكلّ غاز في المزيج. *2-* عدد مولات الغاز المجهول x. *3-* الكسر الموليّ للغاز المجهول x.

علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$ ، الأوزان الذرية: $C:12\ ,\ H:1\ ,\ N:14$

المعطيات:

$m_{(x)} = ?$	$m_{(N_2)} = 140\ g$	$m_{(CH_4)} = 32\ g$
$T = 27 + 273 = 300\ K$	$P_t = 2.46\ atm$	$V = 100\ L$

الحل:

1-

نحسب أولاً عدد مولات كل من غاز الميتان وغاز النتروجين:

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

$$n_{(CH_4)} = \frac{32}{16} = 2\ mol$$

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

$$n_{(N_2)} = \frac{140}{28} = 5\ mol$$

حيث: $M_{(N_2)} = 14(2) = 28\ g.mol^{-1}$

حساب الضغط الجزئيّ لكلّ من غاز الميتان وغاز النتروجين:

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

$$P_{(CH_4)} = \frac{2 \times 0.082 \times 300}{100} = 0.492\ atm$$

$$P_{(N_2)} = \frac{5 \times 0.082 \times 300}{100} = 1.23\ atm$$

حساب الضغط الجزئيّ للغاز المجهول x:

$$P_t = P_{(CH_4)} + P_{(N_2)} + P_x$$

$$2.46 = 1.23 + 0.492 + P_x$$

$$P_x = 2.46 - (1.23 + 0.492) = 0.738\ atm$$

2- حساب عدد مولات الغاز المجهول x:

طريقة أولى:

من قانون الغازات العام:

$$P_x V = n_x RT$$

$$\Rightarrow n_x = \frac{P_x V}{RT}$$

$$n_x = \frac{0.738 \times 100}{0.082 \times 300}$$

$$\boxed{\Rightarrow n_x = 3\ mol}$$

طريقة ثانية:

نحسب عدد المولات الكلّي للمزيج:

$$P_t V = n_t RT$$

$$\Rightarrow n_t = \frac{P_t V}{RT} = \frac{2.46 \times 100}{0.082 \times 300} = 10\ mol$$

نعلم أنّ:

$$n_t = n_{(CH_4)} + n_{(N_2)} + n_x$$

$$10 = 2 + 5 + n_x$$

$$\boxed{\Rightarrow n_x = 3\ mol}$$

3- حساب الكسر الموليّ للغاز المجهول x:

طريقة أولى:

$$X_{(x)} = \frac{P_{(x)}}{P_t} = \frac{0.738}{2.46} = 0.3$$

طريقة ثانية:

$$X_{(x)} = \frac{n_{(x)}}{n_t} = \frac{3}{10} = 0.3$$

انتهت ورقة العمل

أسئلة دورات الوحدة الثالثة: الدرس الأول: سرعة التفاعل الكيميائي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

2013 (د2)

1- يتعلق ثابت سرعة التفاعل الأوليّ بـ:

a	طبيعة المواد المتفاعلة فقط.	b	درجة الحرارة فقط.
c	طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة.	d	طبيعة المواد الناتجة.

2016 (د2)

2- طاقة التّنشيط E_a في التّفاعلات الكيميائية تمثّل الفرق بين:

a	طاقة المعقد النشط وطاقة المواد النّاتجة.	b	مجموع انتالبيات المواد النّاتجة ومجموع انتالبيات المواد المتفاعلة.
c	طاقة المعقد النّشط وطاقة المواد المتفاعلة.	d	طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد النّاتجة.

2014 (د1)

3- من أجل التفاعل الأوليّ: $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$ إذا ازداد تركيز المادّة A مرتين فإنّ سرعة التّفاعل:

a	تزداد مرّتين.	b	تزداد أربع مرّات.	c	تقل مرّتين.	d	تقل أربع مرّات.

2015 (د1)

4- يجري في وعاء مغلق التفاعل الأوليّ الآتي: $2A_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + D_{(g)}$

إذا تضاعف الضغط الكلي فقط فإنّ سرعة هذا التّفاعل:

a	تزداد أربع مرّات.	b	تقل أربع مرّات.	c	تزداد مرّتين.	d	تقل مرّتين.

2011

5- يحترق غاز الميتان وفق المعادلة الآتية: $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$

فإذا كانت السرعة الوسطيّة لتشكّل H_2O تساوي $0.32\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ فإنّ السرعة الوسطيّة لاختفاء الميتان:

a	$0.32\ mol.L^{-1}.s^{-1}$	b	$0.16\ mol.L^{-1}.s^{-1}$	c	$0.08\ mol.L^{-1}.s^{-1}$	d	$0.64\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

2007

1- سرعة تفاعل غاز NO مع غاز O_2 أكبر بكثير من سرعة تفاعل غاز H_2 مع غاز O_2 في الشروط ذاتها.

2013 (د1)

2- يتفاعل حمض كلور الماء مع مسحوق الزنك بسرعة أكبر من تفاعله مع قطعة الزنك المماثلة للمسحوق بالكتلة.

2014 (د1) 2019 (د2)

3- إنّ التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط عالية تميل إلى أن تكون بطيئة.

2015 (د2)

4- تحريك المواد المتفاعلة يزيد من سرعة تفاعلها.

2018 (د1)

5- تصدأ برادة الحديد في الهواء الرّطب بسرعة أكبر من قطعة حديد مماثلة لها الكتلة وبالشّروط ذاتها.

2018 (د2)

6- تزداد سرعة التفاعل الكيميائيّ بازدياد درجة الحرارة.

2020 (د2)

7- يحترق غاز البوتان C_4H_{10} بسرعة أكبر من احتراق غاز الأوكتان C_8H_{18} في الشّروط ذاتها.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2003 2005 2009 2014 (د2)

1- تزداد سرعة تفاعل كيميائيّ بارتفاع درجة الحرارة، علّل ذلك، واكتب بقيّة العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائيّ.

2014 (د1)

2- تمر التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط بثلاث مراحل، اكتب اسم هذه المراحل.

2000

3- اكتب العلاقة المعبّرة عن سرعة التفاعل لكل من التفاعلين الآتيين:

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

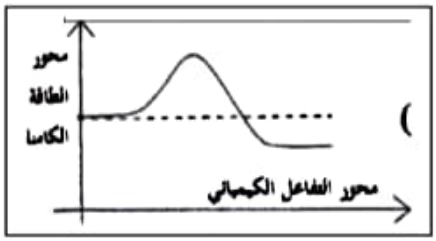
$$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3(s)}$$

2008

4- لدينا التفاعل الآتي في شروط مناسبة: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

a) اكتب العبارة الرياضية لقانون سرعة هذا التفاعل.

b) اكتب العلاقة بين السّرعة الوسطيّة لتشكّل NH_3 والسّرعة الوسطيّة لاختفاء H_2.

2013 (د1)	5- لديك التفاعل الأوليّ الآتي: $aA_{(g)} + bB_{(g)} \longrightarrow$ نواتج a) اكتب علاقة سرعة التفاعل. b) بماذا تتعلق قيمة ثابت سرعة التفاعل.
2013 (د2)	6- لديك التفاعل الأوليّ الآتي في درجة حرارة مناسبة: $2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ a) اكتب علاقة سرعة هذا التفاعل بدلالة ثابت السرعة k. b) اعتماداً على نظريّة التّصادمات اكتب الشّرطين اللّذين ينبغي توافرهما لكي يكون التّصادم فعالاً.
2018 (د2)	7- لديك التفاعل الأولي الآتي في درجة حرارة مناسبة: $2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ a) اكتب عبارة السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل. b) اقترح طريقة لزيادة السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل.
2015 (د1)	8- يجري التفاعل الأوليّ وفق المعادلة الآتية: $2HCl_{(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)} + Cl_{2(g)}$ a) اكتب عبارة السرعة الوسطيّة لاستهلاك HCl. b) اكتب العلاقة التي تربط السرعة الوسطيّة لتشكّل HF والسرعة الوسطيّة لاستهلاك F_2.
2016 (د2)	9- لديك التفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$ a) اكتب عبارة السرعة الوسطيّة لاستهلاك O_2. b) اكتب عبارة السرعة الوسطيّة لتكوّن CO_2. c) اكتب العلاقة الرياضيّة التي تربط بين السّرعتين الوسطيتين السّابقتين.
2018 (د1)	10- انقل الشّكل المرسوم جانباً إلى ورقة اجابتك، ثمّ حدّد عليه كل من: a) طاقة التّنشيط. b) الطّاقة المنتشرة. c) المُعقّد النّشط. 
2019 (د2)	11- لديك التفاعل الأوليّ الآتي في درجة حرارة مناسبة: $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ a) اكتب علاقة السّرعة الوسطيّة لاختفاء المادّة A. b) اكتب العلاقة التي تربط بين السّرعة الوسطيّة لتشكّل المادّة C والسّرعة الوسطيّة لاختفاء المادّة B.
2021 (د1)	12- يحدث التفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3(s)}$ المطلوب: a) اكتب عبارة السرعة اللحظيّة لهذا التفاعل باعتبار أنّه تفاعل أوليّ. b) اقترح طريقة لزيادة سرعة التفاعل السّابق.
رابعاً: حل المسائل الآتية:	
2017 (د1)	**المسألة الأولى:** وُضِعَ 5 mol من المادّة A في وعاء مغلق سعته 10 L، ويُسخّن الوعاء إلى درجة حرارة معيّنة، فَحَدَثَ التفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة: $2A_{(g)} \longrightarrow B_{(g)} + 2C_{(g)}$ إذا علمت أنّ السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل $v_0 = 1.5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$. المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل. 2- احسب قيمة سرعة هذا التّفاعل بعد زمن يصبح فيه $[B] = 0.1\ mol.L^{-1}$. 3- بيّن بالحساب كيف تتغيّر السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل إذا تضاعف حجم الوعاء الذي يحدث فيه هذا التّفاعل مع ثبات درجة الحرارة.

المسألة الثانية: يُمثّل التفاعل بين A, B بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)}$ فإذا كانت التراكيز الابتدائية: $[C] = 0\ mol.L^{-1}$, $[B] = 0.5\ mol.L^{-1}$, $[A] = 0.2\ mol.L^{-1}$ وثابت سرعة التّفاعل $k = 0.5$. **المطلوب:** **1-** احسب السرعة الابتدائية للتفاعل. **2-** احسب تركيز المادّة C وسرعة التّفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز المادّة A بمقدار $0.1\ mol.L^{-1}$ **3-** بيّن بالحساب كيف تتغيّر السّرعة الابتدائيّة للتفاعل إذا ضُغِطَ المزيج الغازيّ بحيث يُصبح حجمه ثُلث ما كان عليه مع بقاء درجة الحرارة ثابتة.	*2004* *2010*
المسألة الثالثة: يجري في وعاء مغلق عند درجة حرارة ثابتة التفاعل الأولي الممثل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + 3B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$ فإذا كانت التّراكيز الابتدائيّة: $[B] = 0.6\ mol.L^{-1}$, $[A] = 0.4\ mol.L^{-1}$ وبفرض أنّ السّرعة الابتدائيّة للتّفاعل $v_0 = 4.32\times10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$. المطلوب حساب : **1-** قيمة ثابت سرعة هذا التفاعل. **2-** قيمة سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه [A] بمقدار $0.1\ mol.L^{-1}$ **3-** تركيز المادّة C بعد زمن يصبح فيه [B] نصف تركيزها الابتدائي.	*2016 (د1)*
المسألة الرابعة: يتفكك غاز NO_2 في درجة حرارة معينة وفق التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ فإذا كان تركيزه الابتدائي: $[NO_2]_0 = 0.5\ mol.L^{-1}$ وكانت قيمة ثابت سرعة التّفكك $k = 5.6\times10^{-3}$. **المطلوب:** **1-** اكتب قانون سرعة التّفكك. **2-** احسب سرعة التّفكك الابتدائيّة. **3-** احسب سرعة التفكك عندما يصبح تركيز NO مساوياً $0.3\ mol.L^{-1}$ **4-** قيمة $[O_2]$ عند توقّف التّفاعل.	*2014 (د2)* *2019 (د1)*
المسألة الخامسة: مُزجَ 200 mL من محلول مادّة A تركيزه $5\ mol.L^{-1}$ مع 300 mL من محلول مادّة B تركيزه $2\ mol.L^{-1}$ في درجة حرارة مناسبة. فحَدَثَ التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 3C_{(aq)}$ إذا علمت أنّ قيمة سرعة هذا التّفاعل $k = 2\times10^{-3}$. **المطلوب حساب:** **1-** قيمة سرعة التفاعل الابتدائيّة لهذا التفاعل. **2-** قيمة سرعة التفاعل بعد زمن ينقص فيه [A] بمقدار $0.4\ mol.L^{-1}$ **3-** تركيز المادّة C عند توقّف التفاعل.	*2017 (د2)*
المسألة السادسة: يحدث التفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $3A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$ فإذا كانت التراكيز الابتدائية: $[C] = 0\ mol.L^{-1}$, $[B] = 2\ mol.L^{-1}$, $[A] = 1\ mol.L^{-1}$ وثابت سرعة التفاعل $k = 0.5$. **المطلوب حساب:** **1-** قيمة السرعة الابتدائيّة لهذا التفاعل. **2-** قيمة سرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه $[C] = 0.6\ mol.L^{-1}$ **3-** تركيز المادّة A بعد زمن يصبح فيه $[B] = 1.6\ mol.L^{-1}$	*2015 (د2)*

2011 (د2)	**المسألة السابعة:** يمثل التفاعل الأوليّ بين A B بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)} + D_{(g)}$ فإذا كانت التراكيز الابتدائية: $[A] = 0.4\ mol.L^{-1}$, $[B] = 0.5\ mol.L^{-1}$, $[C] = 0\ mol.L^{-1}$ وثابت سرعة التفاعل $k = 0.5$. المطلوب حساب: 1- قيمة السرعة الابتدائيّة للتّفاعل. 2- تركيز المادّة C وسرعة التفاعل بعد زمن يصبح فيه تركيز المادّة D مساوياً $0.1\ mol.L^{-1}$
1998	**المسألة الثامنة:** مُزجَ 500 mL من محلول للمادّة A تركيزه $0.4\ mol.L^{-1}$ مع 500 mL من محلول للمادة B تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ فحدث التفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة: $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow 2C_{(aq)} + D_{(aq)}$ المطلوب حساب: 1- سرعة التفاعل الابتدائيّة إذا علمت أنّ ثابت سرعة التّفاعل $k = 2\times10^{-2}$. 2- تركيز المادّة D وسرعة التّفاعل بعد زمن يصبح فيه $[C] = 0.06\ mol.L^{-1}$
2020 (د1)	**المسألة التاسعة:** يتفكّك الماء الأكسجيني H_2O_2 عند درجة حرارة معينة وفق التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $H_2O_{2(aq)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ فتبلغ سرعة تفكّكه $8\times10^{-2}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ عندما يكون تركيزه الابتدائيّ $[H_2O_2]_0 = 0.5\ mol.L^{-1}$. المطلوب حساب: 1- قيمة ثابت سرعة التفكّك السّابق. 2- قيمة سرعة التفكّك بعد زمن يصبح فيه $[O_2] = 0.01\ mol.L^{-1}$
2020 (د2)	**المسألة العاشرة:** يحدث التّفاعل الأوليّ بين A و B وفق المعادلة: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$ فإذا كانت التراكيز الابتدائيّة: $[A] = 0.2\ mol.L^{-1}$, $[B] = 0.4\ mol.L^{-1}$ وقيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل $k = 0.3$. المطلوب حساب: 1- قيمة سرعة التّفاعل الابتدائيّة. 2- تركيز المادّة C وسرعة التّفاعل بعد زمن ينقص فيه تركيز المادّة A بمقدار $0.1\ mol.L^{-1}$
2021 (د2)	**المسألة الحادية عشرة:** يحدث التّفاعل الأوليّ في شروط مناسبة: $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$ فإذا علمت أنّ التراكيز الابتدائيّة: $[C]_0 = 0$, $[B]_0 = 0.2\ mol.L^{-1}$, $[A]_0 = 0.4\ mol.L^{-1}$ وقيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل $k = 10^{-2}$. المطلوب حساب: 1- قيمة السرعة الابتدائيّة للتفاعل السّابق، وحدّد رتبته. 2- تركيز المادّة C وسرعة التّفاعل بعد زمن يصبح فيه $[B] = 0.15\ mol.L^{-1}$.

أ. أسامة الحصري

ورقة عمل في سرعة التفاعل الكيميائي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- إذا علمت أنّ قيمة السّرعة الوسطيّة لتكوّن المادّة C تساوي $0.15\ mol.L^{-1}s^{-1}$ فتكون قيمة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادّة A بواحدة $mol.L^{-1}s^{-1}$ في التّفاعل الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$ مساويةً:

0.3	d	0.15	c	0.225	b	0.1	a

توضيح الإجابة:

$$v_{avg(A)} = ? \quad ، \quad v_{avg(C)} = 0.15\ mol.L^{-1}s^{-1}$$

نكتب العلاقة التي تربط بين السرعة الوسطية لاستهلاك A والسرعة الوسطية لتشكل C:

$$-\frac{1}{2}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = +\frac{1}{3}\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

$$\frac{1}{2}v_{avg(A)} = \frac{1}{3}v_{avg(C)}$$

$$\frac{1}{2}v_{avg(A)} = \frac{1}{3}\times 0.15 \Rightarrow v_{avg(A)} = \frac{2}{3}\times 0.15 = 0.1\ mol.L^{-1}s^{-1}$$

2- يتفكّك المركّب NO_2 في الدّرجة 300 °C وفق التّفاعل: $2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

إذا تغيّر $[NO_2]$ من $0.01\ mol.L^{-1}$ إلى $0.0064\ mol.L^{-1}$ خلال 100 s. فتكون قيمة السّرعة الوسطيّة لتشكّل O_2 مقدّرةً بـ $mol.L^{-1}s^{-1}$ تساوي:

1.8×10^{-5}	d	3.4×10^{-3}	c	6.8×10^{-5}	b	3.4×10^{-5}	a

توضيح الإجابة:

$\Delta[NO_2]$:	$0.01 \longrightarrow 0.0064\ mol.L^{-1}$
Δt :	$0 \longrightarrow 100\ s$

نحسب أولاً $v_{avg(NO_2)}$ ثمّ نحسب $v_{avg(O_2)}$:

$$v_{avg(NO_2)} = -\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = -\frac{(0.0064-0.01)}{100-0} = 3.5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}s^{-1}$$

نكتب العلاقة التي تربط بين السرعة الوسطية لاستهلاك $NO_{2(g)}$ والسرعة الوسطية لتشكل $O_{2(g)}$:

$$-\frac{1}{2}\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

$$\frac{1}{2}v_{avg(NO_2)} = v_{avg(O_2)}$$

$$\frac{1}{2}\times 3.6\times10^{-5} = v_{avg(O_2)} \Rightarrow v_{avg(O_2)} = 1.8\times10^{-5}\ mol.L^{-1}s^{-1}$$

3- من أجل التّفاعل الأوليّ: نواتج $\longrightarrow 3A_{(g)} + B_{(g)}$ إذا ازداد تركيز المادّة A إلى مثلَي ما كان عليه فإنّ سرعة التّفاعل:

لا تتأثّر.	d	تزداد ثمان مرّات.	c	تزداد أربع مرّات.	b	تزداد مرّتين.	a

توضيح الإجابة: من الفرض: $[A]' = 2[A] \quad ، \quad [B]' = [B]$

$$\frac{v'}{v} = \frac{k[A]'^3.[B]'}{k[A]^3.[B]}$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{(2[A])^3.[B]}{[A]^3.[B]}$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{8[A]^3}{[A]^3}$$

$$\frac{v'}{v} = 8 \Rightarrow v' = 8v$$

أي تزداد السّرعة ثمان مرّات.

4- يتعلق ثابت سرعة التّفاعل الأوليّ بـ: دورة 2013 الأولى

a	طبيعة المواد المتفاعلة فقط.	b	درجة الحرارة فقط.
c	طبيعة المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة.	d	طبيعة المواد النّاتجة.

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكلّ مما يأتي:

1- بعض التّصادمات ينتج عنها تفاعل كيميائيّ وليس جميعها.

الجواب: لأنّه يوجد تصادمات فعالة وأخرى غير فعالة. ولا يحدث تفاعل كيميائي إلا إذا كان التصادم فعّالاً.

2- المواد الصّلبة (S) لا تظهر في عبارة سرعة التّفاعل الكيميائيّ.

الجواب: لأنّ المواد الصلبة تركيزها يبقى ثابت لا يتغيّر مهما اختلفت كميّتها.

3- تركيز المواد الصّلبة والسّائلة الصّرفة يبقى ثابت.

الجواب: لأنّ تغيّر عدد المولات يؤدي إلى تغيّر الحجم والعكس صحيح، فتبقى نسبة عدد المولات إلى الحجم (التّركيز) ثابتة.

4- تصدأ برادة الحديد في الهواء الرّطب بسرعة أكبر من قطعة حديد مماثلة لها بالكتلة وبالشّروط ذاتها. دورة 2018 الأولى

الجواب: بسبب زيادة مساحة سطح التماس بين المواد المتفاعلة.

5- تزداد سرعة التّفاعل المتجانس بزيادة تركيز المواد المتفاعلة.

الجواب: بسبب ازدياد عدد التصادمات الفعالة بين جزيئات المواد المتفاعلة.

6- إنّ التّفاعلات التي تحتاج إلى طاقة تنشيط عالية تميل إلى أن تكون بطيئة. دورة 2014 الأولى

الجواب: لأنّ عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط يكون صغيراً.

7- يحترق البروبان بسرعة أكبر من البنتان في الشّروط المتماثلة. دورة 2020 الثانية

الجواب: لأنّ عدد الروابط ($C-C$) و ($C-H$) في غاز البروبان أقل منها في غاز البنتان.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- تزداد سرعة تفاعل كيميائي بارتفاع درجة الحرارة، علّل ذلك. واكتب بقيّة العوامل المؤثّرة في سرعة التّفاعل الكيميائيّ.

الجواب: بسبب ازدياد عدد الجزيئات التي تملك طاقة حركيّة أكبر أو تساوي طاقة التّنشيط، فيزداد عدد التّصادمات الفعّالة وبالتّالي تزداد سرعة التّفاعل.

بقيّة العوامل المؤثّرة في سرعة التّفاعل الكيميائيّ هي: طبيعة المواد المتفاعلة، تراكيز المواد المتفاعلة، العوامل المساعدة (الحفاز).

2- a) اكتب العلاقة المعبّرة عن سرعة التّفاعل اللحظيّة لكل من التفاعلات الأوليّة الآتية:

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

$$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3(s)}$$

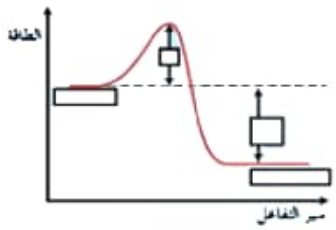
$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

b) اقترح طريقتين تؤدّي إلى زيادة سرعة تفاعل كلّ من التفاعلات السّابقة.

الجواب:

$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$	$v = k[CO]^2.[O_2]$	طريقة ①: زيادة تركيز $CO_{(g)}$. طريقة ②: زيادة تركيز $O_{2(g)}$.
$2Al_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3(s)}$	$v = k[Cl_2]^3$	طريقة ①: زيادة تركيز $Cl_{2(g)}$. طريقة ②: تحويل قطعة الألمنيوم $Al_{(s)}$ إلى مسحوق.
$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$	$v = k[H_2SO_4]$	طريقة ①: زيادة تركيز $H_2SO_{4(aq)}$. طريقة ②: تحويل قطعة الحديد $Fe_{(s)}$ إلى مسحوق.

3- يبيّن المخطّط الآتي تغيّر الطّاقة خلال مراحل حدوث التّفاعل.



المطلوب: دورة 2014 + 2018 الثانية

انقل الشّكل المجاور إلى ورقة إجابتك ثمّ بيّن اسم كل مرحلة، أو الطّاقة المُشار إليها.

الجواب:

4- لديك التّفاعل الأوليّ الآتي في درجة حرارة مناسبة: $2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ **المطلوب:** دورة 2013 الثانية

a) اكتب علاقة سرعة هذا التّفاعل بدلالة ثابت السّرعة k.

b) اعتماداً على نظريّة التّصادمات اكتب الشّرطين اللّذين ينبغي توافرهما لكي يكون التّصادم فعّالاً.

الجواب:

a) $v = k[NO_2]^2$

b) **الشرط الأول:** أن تأخذ دقائق المواد المتفاعلة وضعاً فراغيّاً مناسباً.

الشرط الثاني: أن تمتلك دقائق المواد المتفاعلة الحد الأدنى من الطّاقة اللاّزمة لحدوث التّفاعل (طاقة التّنشيط).

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة: $C_4H_{8(g)} \longrightarrow 2C_2H_{4(g)}$ وقد تمّ تعيين تغيّر تركيز المركّب $C_4H_{8(g)}$ خلال الزّمن وفق الجدول الآتي.

المطلوب:

$[C_4H_8]$	1	0.91	0.83	0.76	0.69	0.63
الزمن t (S)	0	10	20	30	40	50

1- اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك المادة المتفاعلة وعبارة السّرعة الوسطيّة لتشكّل المادّة النّاتجة.

2- اكتب عبارة السّرعة الوسطيّة للتّفاعل.

3- احسب قيمة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك $C_4H_{8(g)}$ بين اللّحظتين $40 \rightarrow 50$ s.

4- احسب قيمة السّرعة الوسطيّة لتشكّل $C_2H_{4(g)}$ بين اللّحظتين $20 \rightarrow 30$ s.

الحل:

1- عبارة السرعة الوسطية لاستهلاك المادة المتفاعلة:

$$v_{avg(C_4H_8)} = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t}$$

عبارة السرعة الوسطية لتشكل المادة الناتجة:

$$v_{avg(C_2H_4)} = +\frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t}$$

2- عبارة السرعة الوسطية للتفاعل:

$$v_{avg} = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t} = +\frac{1}{2}\frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t}$$

أو:

$$v_{avg} = v_{avg(C_4H_8)} = \frac{1}{2}v_{avg(C_2H_4)}$$

3- حساب قيمة السّرعة الوسطيّة لاستهلاك $C_4H_{8(g)}$ بين اللّحظتين $40 \rightarrow 50$ s:

$\Delta[C_4H_8]$:	$0.69 \longrightarrow 0.63$ mol.L^{-1}
Δt :	$40 \longrightarrow 50$ s

$$v_{avg(C_4H_8)} = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t} = -\frac{(0.63-0.69)}{50-40} = +0.006 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

3- $v_{avg(C_2H_4)} = ?$

نحسب أولاً $v_{avg(C_4H_8)}$ ثمّ نحسب $v_{avg(C_2H_4)}$ وذلك لأنّ معطيات الجدول في نص المسألة هي للمادة C_4H_8 وليس للمادة C_2H_4:

$\Delta[C_4H_8]$:	$0.83 \longrightarrow 0.76$ mol.L^{-1}
Δt :	$20 \longrightarrow 30$ s

$$v_{avg(C_4H_8)} = -\frac{\Delta[C_4H_8]}{\Delta t} = -\frac{(0.76-0.83)}{30-20} = +0.007 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$v_{avg(C_4H_8)} = \frac{1}{2}v_{avg(C_2H_4)}$$

$$0.07 = \frac{1}{2}v_{avg(C_2H_4)}$$

$$\Rightarrow v_{avg(C_2H_4)} = 2 \times 0.07 = 0.14 \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

المسألة الثانية:

وُضِعَ 5 mol من غاز A مع 2 mol من غاز B في وعاء مغلق سعته 10 L وسُخِّن الوعاء إلى درجة حرارة مناسبة، فَحَدَثَ التّفاعل الأوليّ الممثّل بالمعادلة الآتية: $2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)} + 2D_{(g)}$ فإذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة هذا التفاعل $k = 0.2$. **المطلوب حساب:**

1- قيمة سرعة التّفاعل الابتدائيّة v_0.

2- قيمة سرعة التّفاعل v بعد زمن ينقص فيه تركيز المادّة A بمقدار $0.3\ mol.L^{-1}$

3- تركيز المادّة C بعد زمن يصبح فيه تركيز المادّة A مساوياً خُمس تركيزه الابتدائي.

4- تركيز المادّة B بعد زمن يتشكّل 3 mol من المادّة C.

5- تركيز المادّة D بعد زمن يتفاعل 80 % من المادّة A.

6- بيّن بالحساب كيف تتغيّر السّرعة الابتدائيّة لهذا التّفاعل إذا أصبح الضغط على الوعاء الذي يحدث فيه التّفاعل نصف ما كان عليه مع بقاء درجة الحرارة ثابتة.

7- تركيز المادّة D عندما يتوقّف التّفاعل.

الحل:

1- نحسب التركيز الابتدائيّ لكل من المادتين A و B:

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$$

$$[A]_0 = \frac{5}{10} = 0.5\ mol.L^{-1}$$

$$[B]_0 = \frac{2}{10} = 0.2\ mol.L^{-1}$$

حساب سرعة التّفاعل الابتدائيّة v_0:

$$v_0 = k[A]_0^2.[B]_0$$

$$v_0 = (0.2)(0.5)^2(0.2)$$

$$\boxed{v_0 = 0.01\ mol.L^{-1}s^{-1}}$$

2-

	$2A_{(g)}$	+ $B_{(g)}$	⟶ $3C_{(g)}$	+ $2D_{(g)}$
بدء	0.5	0.2	0	0
بعد زمن	$0.5-2x$	$0.2-x$	$3x$	$2x$

من الفرض:

$$2x = 0.3\ mol.L^{-1}$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.15\ mol.L^{-1}}$$

نعوّض في A و B:

$$[A] = 0.5 - 2x = 0.5 - 2(0.15) = 0.2\ mol.L^{-1}$$

$$[B] = 0.2 - x = 0.2 - 0.15 = 0.05\ mol.L^{-1}$$

$$v = k\ [A]^2.[B]$$

$$v = (0.2)(0.2)^2(0.05)$$

$$\boxed{\Rightarrow v = 4\times10^{-4}\ mol.L^{-1}s^{-1}}$$

3- من الفرض:

$$[A] = \frac{1}{5}[A]_0$$

$$\Rightarrow 0.5 - 2x = \frac{1}{5}\times 0.5$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.2\ mol.L^{-1}}$$

نعوّض في C: $[C] = 3x = 3(0.2) = 0.6\ mol.L^{-1}$

4-

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V} \Rightarrow [C] = \frac{3}{10} = 0.3\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow 3x = 0.3$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.1\ mol.L^{-1}}$$

نعوّض في B:

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

5-

كل $0.5\ mol.L^{-1}$ من المادّة A يتفاعل منها $2x\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ من المادّة A يتفاعل $80\ mol.L^{-1}$

$$2x = \frac{0.5\times80}{100} = 0.4$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.2\ mol.L^{-1}}$$

نعوّض في D:

$$[D] = 2x = 2(0.2) = 0.4\ mol.L^{-1}$$

6-

$$P' = \frac{1}{2}P \Rightarrow V' = 2V \Rightarrow C' = \frac{1}{2}C$$

$$[A]' = \frac{[A]_0}{2} \quad , \quad [B]' = \frac{[B]_0}{2}$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{k[A]'^2.[B]'}{k[A]_0^2.[B]_0}$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{(\frac{[A]_0}{2})^2.(\frac{[B]_0}{2})}{[A]_0^2.[B]_0} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{v'}{v_0} = \frac{1}{8} \Rightarrow v' = \frac{v_0}{8}$$

أي تقل السّرعة ثمان مرّات.

$$v' = \frac{0.01}{8} = 125\times10^{-5}\ mol.L^{-1}s^{-1}$$

8- عند توقّف التّفاعل يكون: $v = 0$

$k[A]^2.[B] = 0 \quad : \quad k \neq 0$

إمّا:

$[A] = 0 \Rightarrow 0.5 - 2x = 0$

$\boxed{\Rightarrow x = 0.25 \text{ mol.L}^{-1}}$

نعوّض في B:

$[B] = 0.2 - x = 0.2 - 0.25 = -0.05$

مرفوض، لأنّ التّراكيز موجبة دوماً.

أو:

$[B] = 0 \Rightarrow 0.2 - x = 0$

$\boxed{\Rightarrow x = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}}$

نعوّض في A:

$[A] = 0.5 - 2x = 0.5 - 2(0.2) = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$

نعوّض في C:

$[C] = 3x = 3(0.2) = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}$

نعوّض في D:

$[D] = 2x = 2(0.2) = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}$

مقبول.

المسألة الثالثة:

مُزج 100 mL من محلول للمادّة A تركيزه 0.4 mol.L^{-1} مع 900 mL من محلول للمادّة B تركيزه 0.1 mol.L^{-1} فَحَدَثَ التّفاعل الأوليّ الآتي في درجة حرارة مناسبة: $2A_{(aq)} + B_{(aq)} \longrightarrow C_{(aq)} + 2D_{(aq)}$ إذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل $k = \frac{1}{0.16}$.

المطلوب حساب:

1- سرعة التّفاعل الابتدائيّة v_0.

2- تركيز المادّة C بعد زمن يصبح فيه $[D] = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$.

الحل:

1- يُصبح الحجم الجديد بعد المزج:

$V' = 100 + 900 = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$

نحسب التّراكيز الجديدة بعد المزج:

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

$CV = C'V'$

$\boxed{\Rightarrow C' = \frac{CV}{V'}}$

$[A]_0 = \frac{0.4 \times 100 \times 10^{-3}}{1} = 0.04 \text{ mol.L}^{-1}$

$[B]_0 = \frac{0.1 \times 900 \times 10^{-3}}{1} = 0.09 \text{ mol.L}^{-1}$

$v_0 = k\,[A]_0^2.[B]_0$

$v_0 = (\frac{1}{0.16})(0.04)^2(0.09)$

$\boxed{\Rightarrow v_0 = 9 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}}$

2-

	$2A_{(g)}$	+ $B_{(g)}$	$\longrightarrow$ $C_{(g)}$	+ $2D_{(g)}$
بدء	0.04	0.09	0	0
بعد زمن	$0.04 - 2x$	$0.09 - x$	x	$2x$

من الفرض:

$2x = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$

$\boxed{\Rightarrow x = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}}$

نعوّض في C:

$[C] = x = 0.01 \text{ mol.L}^{-1}$

أ. أسامة الحصري

المسألة الرابعة:

يحدث التّفاعل الآتي في شروط مناسبة: $NO_{2(g)} + CO_{(g)} \longrightarrow$ نواتج

وكانت النّتائج لقياس سرعة التّفاعل الابتدائيّة في عدّة تجارب بتراكيز مختلفة على الشّكل:

رقم التجربة	$[CO]$	$[NO_2]$	$v\ (mol.L^{-1}.s^{-1})$
1	0.1	0.1	0.0021
2	0.1	0.2	0.0084
3	0.2	0.2	0.0084

المطلوب:

1- اكتب عبارة سرعة التّفاعل اللّحظيّة، واستنتج رتبته.

2- احسب قيمة ثابت سرعة هذا التّفاعل.

الحل:

1-

$$v = k[NO]^x.[CO]^y$$

$$0.0021 = k(0.1)^x.(0.1)^y \quad .....(1)$$

$$0.0084 = k(0.2)^x.(0.1)^y \quad .....(2)$$

$$0.0084 = k(0.2)^x.(0.2)^y \quad .....(3)$$

نقسّم طرفي المعادلة 2 على طرفي المعادلة 1:

$$\frac{0.0084}{0.0021} = \frac{k(0.2)^x(0.1)^y}{k(0.1)^x(0.1)^y} \Rightarrow 4 = \frac{(0.2)^x}{(0.1)^x}$$

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

$$\boxed{\Rightarrow x = 2}$$

نقسّم طرفي المعادلة 3 على طرفي المعادلة 2:

$$\frac{0.0084}{0.0084} = \frac{k(0.2)^x(0.2)^y}{k(0.2)^x(0.1)^y} \Rightarrow 1 = \frac{(0.2)^y}{(0.1)^y}$$

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

$$\boxed{\Rightarrow y = 0}$$

$$v = k[NO]^x.[CO]^y \Rightarrow v = k[NO]^2.[CO]^0$$

$$\Rightarrow v = k[NO]^2$$

$$x + y = 2 + 0 = 2$$

التفاعل من الرتبة الثانية.

2-

من التّجربة الأولى:

$$0.0021 = k(0.1)^x.(0.1)^y$$

$$\Rightarrow k = \frac{0.0021}{(0.1)^2} = 0.21$$

انتهى حل ورقة العمل

أ. أسامة الحصري

أسئلة دورات الوحدة الثالثة: الدرس الثاني: التوازن الكيميائي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

2013 (د2)

1- لديك التفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)} \quad \Delta H < 0$

إنّ قيمة ثابت التوازن الكيميائي لهذا التفاعل تتغيّر إذا:

a	تغيّرت التّراكيز.	b	تغيّر الضّغط.	c	تغيّرت درجة الحرارة.	d	أُضيف عامل مساعد (حفّاز).

2020 (د1)

2- إذا علمت أنّ $K_c = 0.1$ في التّفاعل المتوازن الآتي: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$

فتكون قيمة K'_c للتّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $4C_{(g)} \rightleftarrows 2A_{(g)} + 4B_{(g)}$

a	10	b	10^{-2}	c	100	d	20

2021 (د2)

3- في التفاعل المتوازن الآتي: $A_{(g)} + x\,B_{(g)} \rightleftarrows 3C_{(g)}$ يكون $K_c = K_p(RT)$ عندما تكون قيمة x مساويةً:

a	1	b	2	c	3	d	4

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

2017 (د1)

1- في التّفاعلات المتوازنة الماصة للحرارة تنقص قيمة ثابت التوازن عند خفض درجة الحرارة.

2014 (د2) 2020 (د1)

2- المواد الصلبة (s) والسائلة (ℓ) كمذيب فقط لا تظهر في عبارة ثابت التّوازن.

2017 (د2)

3- في التّفاعلات المتوازنة الناشرة للحرارة تنقص فيها قيمة ثابت التوازن بارتفاع درجة الحرارة.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2000

1- لديك التفاعل المتوازن والماص للحرارة الآتي: $2HI_{(g)} \rightleftarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$ المطلوب:

ما أثر رفع درجة الحرارة على حالة التوازن. علّل إجابتك.

2010

2- لديك التفاعل المتوازن الآتي: $2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ المطلوب:

a) اكتب عبارة ثابت التّوازن لهذا التّفاعل.

b) ما أثر زيادة الضغط الكلّي فقط على حالة التوازن. علّل إجابتك.

1991

3- يتم التّفاعل العكوس الآتي في الدرجة $500\ ^0C$: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$ المطلوب:

ما أثر زيادة الضغط الكلّي فقط على حالة التوازن. علّل إجابتك.

2015 (د2)

4- لديك التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H < 0$ المطلوب:

a) اكتب علاقة ثابت التوازن الكيميائي بدلالة الضغوط الجزئية لهذا التفاعل.

b) ما أثر زيادة درجة الحرارة على قيمة ثابت التوازن. علّل إجابتك.

2016 (د1)

5- لديك التفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ المطلوب:

a) اكتب عبارة ثابت التوازن الكيميائي بدلالة الضغوط الجزئية لهذا التفاعل.

b) اقترح طريقة واحدة لزيادة كميّة HI .

2016 (د2)

6- لديك التفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)} \rightleftarrows 2Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)}$ المطلوب:

a) اكتب علاقة ثابت التّوازن الكيميائيّ K_p لهذا التّفاعل.

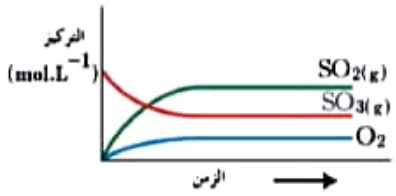
b) ما أثر زيادة كميّة H_2 فقط على حالة التوازن.

2017 (د1)

7- لديك التفاعل المتوازن الآتي في درجة حرارة مناسبة: $2H_2O_{2(g)} \rightleftarrows 2H_2O_{(g)} + O_{2(g)}$ المطلوب:

a) اكتب علاقة ثابت التّوازن K_p لهذا التّفاعل.

b) ما أثر زيادة الضّغط الكلّي فقط على كلّ من: (حالة التوازن، كميّة الأكسجين، قيمة ثابت التوازن).

2017 (د2)	8- لديك التّفاعل المتوازن المعبّر عنه بالمعادلة الآتية: $CaCO_{3(s)} \rightleftarrows CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ المطلوب: a) اكتب عبارة ثابت التوازن K_p لهذا التفاعل. b) ما أثر نقصان كميّة $CO_{2(g)}$ فقط على حالة التوازن. علّل إجابتك.
2019 (د1)	9- يحدث التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2HBr_{(g)}$ في شروط مناسبة. المطلوب: a) ما أثر زيادة كميّة $Br_{2(g)}$ على حالة التوازن. علّل إجابتك. b) اكتب العلاقة التي تربط بين K_c و K_p لهذا التفاعل. c) اكتب علاقة ثابت التّوازن K_p لهذا التفاعل.
2020 (د1)	10- يُمثّل الشّكل المجاور تفاعل متوازن. المطلوب: a) اكتب المعادلة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل ووازنها. b) اكتب عبارة ثابت التّوازن K_c. 
2021 (د2)	10- يحدث التفاعل المتوازن الآتي في شروط مناسبة: $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \overset{1}{\underset{2}{\rightleftarrows}} 2NO_{2(g)}$ المطلوب: a) اكتب علاقة ثابت التوازن K_p لهذا التفاعل المتوازن بدلالة الضغوط الجزئيّة. b) بيّن أثر زيادة درجة الحرارة على كلّ من: (حالة التوازن، قيمة ثابت التوازن K_c).

رابعاً: حل المسائل الآتية:

1989	**المسألة الأولى:** وُضِعَ 0.4 mol من بخار اليود مع 0.4 mol من غاز الهدروجين في وعاء سعته 5 L، وسُخّن حتى الدرجة 450^0C فحَدَثَ التّفاعل الآتي: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$ وكان ثابت التّوازن عند تلك الدرجة $K_c = 36$. المطلوب: 1- احسب تراكيز التوازن لكل من المواد المتفاعلة والنّاتجة. 2- إذا جعلنا ضغط المزيج الغازيّ السّابق ضعفَي ما كان عليه مع بقاء درجة الحرارة ثابتة. المطلوب: ما أثر ذلك على حالة التّوازن. ولماذا.
2002	**المسألة الثانية:** عند بلوغ التّوازن في التّفاعل الآتي: $2B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)} + D_{(g)}$ تكون التراكيز: $[D] = 6\ mol.L^{-1}$ ، $[C] = 12\ mol.L^{-1}$ ، $[B] = 3\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- احسب التركيز الابتدائي للمادّة B. 2- احسب ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز لهذا التّفاعل. 3- احسب النّسبة المئويّة المتفككة من المادّة B في حالة التوازن.
2003	**المسألة الثالثة:** وُضع 4 mol من SO_3 في وعاء سعته 20 L، وسُخّن الوعاء إلى درجة حرارة مناسبة تفكّك فيها 10% من SO_3 حسب المعادلة: $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة التراكيز لهذا التّفاعل. 2- ما أثر زيادة الضغط الكلّي فقط على حالة التوازن. علّل إجابتك.
2009	**المسألة الرابعة:** لدينا التفاعل المتوازن الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)} + D_{(g)}$ فإذا كانت التّراكيز الابتدائية: $[B]_0 = 1.5\ mol.L^{-1}$ ، $[A]_0 = 2\ mol.L^{-1}$ وعند التّوازن كان $[C] = 1\ mol.L^{-1}$. المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة التراكيز لهذا التّفاعل. 2- احسب النّسبة المئويّة المتفكّكة من المادّة A عند التّوازن. 3- ما أثر زيادة الضغط على هذا التّوازن مع بقاء درجة الحرارة ثابتة. ولماذا.

2011 (د1)	**المسألة الخامسة:** عند بلوغ توازن التفاعل الآتي: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$ تكون التراكيز: $[N_2] = 4\ mol.L^{-1}$, $[H_2] = 5\ mol.L^{-1}$, $[NH_3] = 2\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة التراكيز لهذا التّفاعل. 2- احسب التّركيز الابتدائيّ لكل من N_2 , H_2 . 3- اقترح طريقة واحدة تؤدّي إلى زيادة كميّة غاز النّشادر الناتجة.
2013 (د2)	**المسألة السادسة:** عند بلوغ التّوازن في التفاعل الآتي: $A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ في درجة حرارة مناسبة تكون التراكيز: $[A] = 1\ mol.L^{-1}$, $[B] = 2\ mol.L^{-1}$, $[C] = 2\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت التوازن K_c لهذا التفاعل. 2- احسب التراكيز الابتدائيّة لكل من المادتين A , B . 3- بيّن أثر زيادة الضّغط الكلّي على: a) حالة التوازن. b) قيمة ثابت التّوازن.
2014 (د1)	**المسألة السابعة:** وُضِعَ 4 mol من HI في وعاء سعته 10 L . وسُخّن الوعاء إلى الدرجة 1000 K فتفكّك 10 % منه وفق المعادلة: $2HI_{(g)} \rightleftarrows I_{2(g)} + H_{2(g)}$ فإذا علمت أن $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$. المطلوب: 1- احسب قيمة كل من ثابتي التوازن K_c و K_p لهذا التفاعل. 2- بيّن أثر زيادة الضغط الكلي في حالة التوازن. علّل إجابتك.
2015 (د1)	**المسألة الثامنة:** وُضِعَ 5 mol من NO_2 في وعاء سعته 10 L . وسُخّن إلى درجة حرارة مناسبة فحَدَثَ التّفاعل المتوازن الآتي: $2NO_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ وعند بلوغ التوازن كان عدد مولات NO_2 مساوياً 2 mol المطلوب: 1- احسب قيمة ثابت التوازن بدلالة التراكيز لهذا التفاعل الحاصل. 2- احسب النّسبة المئوية المتفكّكة من NO_2 . 3- ما أثر نقصان الضغط الكلّي فقط على حالة التوازن. علّل إجابتك.
2016 (د2)	**المسألة التاسعة:** وُضِعَ 3 mol من SO_2 مع 3 mol من NO_2 في وعاء مغلق سعته 5 L . ويُسخّن المزيج إلى درجة حرارة مناسبة فيحدث التفاعل الآتي: $SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \rightleftarrows SO_{3(g)} + NO_{(g)}$ إذا علمت أنّ قيمة ثابت التّوازن لهذا التّفاعل $K_c = 0.25$. المطلوب: 1- ما قيمة ثابت التوازن K_p لهذا التفاعل. 2- احسب تركيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة عند التّوازن. 3- ما أثر زيادة الضّغط الكلّي فقط على حالة التوازن. علّل إجابتك.
2018 (د1)	**المسألة العاشرة:** يجري في وعاء مغلق التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} + 2D_{(g)}$ عند درجة حرارة مناسبة، فإذا كانت التّراكيز الابتدائية: $[B]_0 = 0.6\ mol.L^{-1}$, $[A]_0 = 0.4\ mol.L^{-1}$ وعند بلوغ التّوازن كان $[D]_{eq} = 0.4\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- احسب ثابت التّوازن K_c لهذا التّفاعل. 2- ما قيمة K_p لهذا التّفاعل. 3- ما أثر زيادة كميّة المادّة B فقط على حالة التّوازن.
2018 (د2)	**المسألة الحادية عشرة:** يجري التّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftarrows 3D_{(g)}$ عند درجة حرارة مناسبة، في وعاء مغلق حجمه 10 L وعند التّوازن كان عدد مولات المادّة A يساوي 5 mol ، عدد مولات المادّة B يساوي 2 mol ، وعدد مولات المادّة D يساوي 3 mol . المطلوب حساب: 1- قيمة ثابت التوازن بدلالة التراكيز لهذا التفاعل. 2- قيمة التّركيز الابتدائيّ لكلّ من المادّتين A و B . 3- النّسبة المئويّة المتفاعلة من المادّة B حتى بلوغ التوازن.

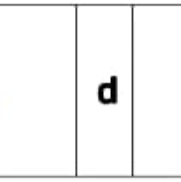
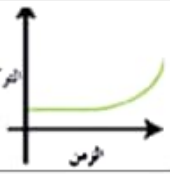
2019 (د2)	**المسألة الثانية عشرة:** يحدث التّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ عند درجة حرارة مناسبة، في وعاء مغلق حجمه 10 L وعند بلوغ التّوازن كان عدد مولات: غاز النتروجين 2 mol ، وغاز الهدروجين 6 mol ، وغاز النّشادر 4 mol . **المطلوب حساب:** **1-** احسب قيمة ثابت التوازن K_c لهذا التفاعل. **2-** احسب التّركيز الابتدائيّ لغاز الهدروجين. **3-** ما أثر زيادة الضّغط الكلّي فقط على كميّة $N_{2(g)}$. علّل إجابتك.
2020 (د2)	**المسألة الثالثة عشرة:** يتفكّك 4 mol من غاز كلور الهدروجين في وعاء مغلق سعته 20 L ، في شروط مناسبة وفق المعادلة: $2HCl_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ إذا علمت أنّ قيمة ثابت التّوازن لهذا التّفاعل $K_c = \frac{1}{36}$. **المطلوب:** **1-** احسب التّركيز الابتدائيّ لغاز $HCl_{(g)}$. **2-** احسب تركيز كل من المواد الثّلاث عند بلوغ التّوازن. **3-** احسب النّسبة المئويّة المتفكّكة من غاز $HCl_{(g)}$. **4-** ما قيمة K_p للتّفاعل السّابق. علّل إجابتك.
2021 (د1)	**المسألة الرابعة عشرة:** نضع 4 mol من SO_2 مع 4 mol من NO_2 في وعاء مغلق سعته 8 L ، ونسخّن المزيج إلى درجة حرارة مناسبة فيحدث التفاعل المتوازن الآتي: $SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)} + NO_{(g)}$ فإذا علمت أنّ قيمة ثابت التّوازن $K_c = \frac{1}{9}$. **المطلوب:** **1-** احسب التركيز الابتدائيّ لكلّ من غاز SO_2 ، وغاز NO_2 . **2-** احسب قيمة تركيز NO_2 عند بلوغ التوازن. **3-** ما قيمة K_p للتفاعل السّابق؟ علّل إجابتك.

أ. أسامة الحصري

ورقة عمل درس التوازن الكيميائي

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل ممّا يأتي:

1- أحد الخطوط البيانيّة الآتية يُمثّل تغيّر تركيز مادّة ناتجة في تفاعل متوازن:

a		b		c		d	

2- أحد العبارات صحيحة عند حدوث التّوازن في التّفاعل الكيميائيّ المتوازن:

a	يتوقّف التّفاعل المباشر فقط.	b	يتوقّف التّفاعل العكسي.
c	تتساوى سرعة التّفاعل المباشر والعكسي.	d	يتساوى قيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر وقيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسي.

3- عند بلوغ حالة التّوازن في التّفاعلات المتوازنة:

a	ينخفض تركيز المواد النّاتجة.	b	تنخفض سرعة التّفاعل المباشر.	c	تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنّاتجة.	d	تنعدم سرعة التّفاعل المباشر.

4- تتغيّر قيمة ثابت التّوازن K_c في التّفاعلات المتوازنة:

a	بتغيّر الضّغط.	b	بإضافة حفّاز.	c	بخفض درجة الحرارة.	d	بزيادة تركيز المواد النّاتجة.

توضيح الإجابة: يتعلّق ثابت التوازن بدرجة الحرارة فقط.

5- بفرض أنّ K_c هو ثابت التّوازن للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftarrows SO_{3(g)}$

فتكون قيمة ثابت التّوازن K_c' للتّفاعل الآتي مساوياً: $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

a	$2K_c$	b	$\frac{1}{2K_c}$	c	$\frac{1}{K_c^2}$	d	K_c^2

6- إذا علمت أنّ قيمة $K_c = 10$ للتّفاعل المتوازن الآتي: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows 2C_{(g)}$ دورة 2020 الأولى

فتكون قيمة K_c' للتّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $4C_{(g)} \rightleftarrows 4A_{(g)} + 2B_{(g)}$

a	0.1	b	20	c	0.01	d	100

توضيح الإجابة:

$$K_c' = \frac{1}{K_c^2} = \frac{1}{(10)^2} = \frac{1}{100} = 0.01$$

7- أي من المتغيّرات الآتية سوف يؤدّي إلى زيادة كميّة النّشادر $NH_{3(g)}$ في التّفاعل المتوازن الآتي:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)} \qquad \Delta H = -92\ kJ$$

a	رفع درجة الحرارة.	b	خفض كميّة النّتروجين.	c	زيادة الضّغط الكلّي.	d	إضافة حفّاز.

8- في التفاعل المتوازن الممثل بالمعادلة الآتية : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)} \quad \Delta H < 0$

إنّ قيمة ثابت التّوازن الكيميائيّ لهذا التّفاعل تتغيّر إذا: دورة 2013 الثانية

a	تغيّرت التّراكيز.	b	تغيّر الضّغط.	c	تغيّرت درجة الحرارة.	d	أُضيفَ عامل مساعد (حفّاز).

9- أي من التّفاعلات المتوازنة سوف يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه العكسي عند نقصان حجم الوعاء الذي يحدث فيه التّفاعل:

a	$2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$	b	$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$
c	$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftarrows 2Fe_2O_{3(s)}$	d	$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2HI_{(g)}$

توضيح الإجابة: عند نقصان حجم الوعاء سوف يزداد الضغط الكلّي، وبالتالي يُرجّح التفاعل بالاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازيّة أقل. ونلاحظ أنّه عند زيادة الضغط في التفاعل a يُرجّح التفاعل بالاتجاه العكسي لأنّه الاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازية أقل.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكل ممّا يأتي:

1- لا تُستهلك المواد المتفاعلة كليّاً في التّفاعلات المتوازنة.

الجواب: لأنّ المواد النّاتجة تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة في الشروط ذاتها.

2- يسمّى التّوازن في حال التّفاعلات الكيميائيّة بالتّوازن الحركيّ.

الجواب: لأنّ التوازن يحدث عندما تتساوى سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسي، ولا تكون قيمة السرعة لأيّ منهما معدومة.

3- لا تظهر المواد الصّلبة (S) في عبارة ثابت التّوازن.

الجواب: لأنّ تراكيزها تبقى ثابتة لا تتغيّر مهما اختلفت كميّتها.

4- في التّفاعل الماصّ للحرارة تنقص قيمة ثابت التّوازن عند خفض درجة الحرارة. دورة 2017 الأولى

الجواب: بسبب نقصان كميّة المواد المتفاعلة وازدياد تراكيز المواد المتفاعلة.

5- في التّفاعل المتوازن الآتي: $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$ يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر بزيادة الضّغط.

الجواب: لأنّه الاتجاه المباشر هو الاتجاه الذي يحوي عدد مولات غازيّة أقل.

6- إضافة حفّاز تسرّع الوصول إلى حالة التّوازن.

الجواب: لأنّ الحفّاز يزيد من سرعة التفاعل المباشر وسرعة التفاعل العكسيّ زيادة متساوية.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- لديك التّفاعل المتوازن الآتي: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)} \quad \Delta H = -92\ kJ$ **المطلوب:**

① ما تأثير زيادة كميّة $H_{2(g)}$ على كلّ من:

a) حالة التّوازن. b) كميّة $NH_{3(g)}$. c) كميّة $N_{2(g)}$. d) قيمة K_c.

② ما تأثير خفض درجة الحرارة على كلّ من:

a) حالة التّوازن. b) كميّة $NH_{3(g)}$. c) كميّة $N_{2(g)}$. d) قيمة K_c.

الجواب:

التغير/ التأثير على	حالة التوازن	كميّة $NH_{3(g)}$	كميّة $N_{2(g)}$	قيمة K_c
زيادة كميّة $H_{2(g)}$	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر.	تزداد.	تقل.	لا تتغيّر.
خفض درجة الحرارة	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر.	تزداد	تقل.	تزداد.

2- لديك التّفاعل المتوازن الماص للحرارة الآتي:

$$H_2O_{2(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} H_2O_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$$ **المطلوب:**

a) اكتب عبارة ثابت التّوازن بدلالة الضّغوط الجزئيّة.

b) ما تأثير خفض الضّغط الكلّي على كلّ من: ① حالة التّوازن. ② كميّة $H_2O_{2(g)}$.
③ كميّة $O_{2(g)}$. ④ قيمة K_c.

c) اقترح طريقة لزيادة قيمة ثابت التّوازن مع التّفسير.

الجواب:

a) $$K_P = \frac{P_{(H_2O)} \cdot P^{\frac{1}{2}}_{(O_2)}}{P_{(H_2O_2)}}$$

b)

التغير/ التأثير على	حالة التوازن	كميّة $H_2O_{2(g)}$	كميّة $O_{2(g)}$	قيمة K_c
خفض الضغط الكلي	يُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر.	تقل.	تزداد.	لا تتغيّر.

c) برفع درجة الحرارة، وذلك لأنّه برفع درجة الحرارة سوف يختل التوازن ويُرجّح التفاعل بالاتجاه المباشر، فيزداد تركيز المواد الناتجة ويقل تركيز المواد المتفاعلة ممّا يؤدي إلى زيادة قيمة ثابت التوازن K_c.

رابعاً: حل التطبيق الآتي:

لديك المعادلات التي تمثّل التّفاعلات المتوازنة الآتية عند الدّرجة 298 K:

1) $2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)} \qquad K_{c_1} = 2$

2) $2NO_{(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad K_{c_2} = 2\times10^{+4}$

المطلوب حساب: قيمة ثابت التّوازن K_c للتّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)}$$

الحل:

نبقي المعادلة الأولى كما هي:

1) $2NO_{(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)} \qquad K_{c_1} = 2$

نعكس المعادلة الثّانية:

2)' $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} \qquad K'_{c_2} = \dfrac{1}{K_{c_2}} = \dfrac{1}{2\times10^{+4}}$

بجمع المعادلتين السّابقتين نحصل على:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOBr_{(g)}$$

$$K_c = K_{c_1} \times K'_{c_2} = 2\times\frac{1}{2\times10^{+4}} = \frac{1}{10^{+4}}$$

خامساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: المسألة الأولى صفحة 77 كتاب

يحتوي وعاء حجمه 2 L على 0.08 mol من CH_3-OH و 0.4 mol من H_2 و 0.2 mol من CO. ويتم التّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية:

$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3-OH_{(g)}$ فإذا علمت أنّ قيمة $K_c = 7.3$ لهذا التفاعل. **المطلوب:**

بيّن بالحساب إذا كان التّفاعل بحالة توازن أم لا، وإذا لم يكن بحالة توازن حدّد التّفاعل الرّاجح (المباشر / العكسي) مع التّفسير.

الحل:

$C_{mol.L^{-1}} = \dfrac{n}{V}$

$[CH_3\text{-}OH] = \dfrac{0.08}{2} = 0.04 \ mol.L^{-1}$
$[H_2] = \dfrac{0.4}{2} = 0.2 \ mol.L^{-1}$
$[CO] = \dfrac{0.2}{2} = 0.1 \ mol.L^{-1}$

$$Q = \frac{[CH_3\text{-}OH]}{[CO].[H_2]^2} = \frac{0.04}{(0.1)(0.2)^2} = 10$$

التّفاعل لم يصل إلى حالة التّوازن لأنّ $Q \neq K_c$، والتّفاعل العكسيّ هو التّفاعل الرّاجح لأنّ $Q > K_c$.

أ. أسامة الحصري

المسألة الثانية:

لديك التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + 2D_{(g)}$$

فإذا كان عدد المولات الابتدائيّة 4 mol من المادّة A و 3 mol من المادّة B، وعند التّوازن تشكّل 2 mol من المادّة D وكان حجم الوعاء الذي يحدث فيه هذا التّفاعل 10 L. **المطلوب:** احسب قيمة ثابت التّوازن K_c.

الحل:

نحسب التركيز الابتدائيّ لكلّ من A و B والتركيز عند التوازن لـ D:

$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$	$[A]_0 = \frac{4}{10} = 0.4 \ mol.L^{-1}$
	$[B]_0 = \frac{3}{10} = 0.3 \ mol.L^{-1}$
	$[D]_{eq} = \frac{2}{10} = 0.2 \ mol.L^{-1}$

	$A_{(g)}$	+ $B_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$C_{(g)}$	+ $2D_{(g)}$
بدء	0.4	0.3		0	0
توازن	$0.4-x$	$0.3-x$		x	$2x$ (0.2)

ولكن:

$$[D]_{eq} = 0.2 \ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow 2x = 0.2$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.1 \ mol.L^{-1}}$$

نحسب التّراكيز عند التّوازن:

$$[A]_{eq} = 0.4 - x = 0.4 - 0.1 = 0.3 \ mol.L^{-1}$$

$$[B]_{eq} = 0.3 - x = 0.3 - 0.1 = 0.2 \ mol.L^{-1}$$

$$[C]_{eq} = x = 0.1 \ mol.L^{-1}$$

حساب قيمة ثابت التوازن K_c:

$$K_c = \frac{[C].[D]^2}{[A].[B]} = \frac{(0.1)(0.2)^2}{(0.3)(0.2)} = \frac{2}{3}$$

أ. أسامة الحصري

المسألة الثالثة: دورة 2014 الأولى

وُضِعَ 4 mol من HI في وعاء مغلق سعته 10 L وسُخِّنَ الوعاء إلى الدّرجة 1000 K فتفكّك منه 10 % عند بلوغ التّوازن وفق المعادلة الآتية:

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

المطلوب حساب:

1- قيمة ثابت التّوازن K_c، ثمّ احسب قيمة K_p. علماً أنّ: $R = 0.082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1}$

2- ما تأثير زيادة الضّغط الكلّي على حالة التّوازن. علّل إجابتك.

الحل:

1- نحسب التركيز الابتدائي لـ HI:

$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$	$[HI]_0 = \frac{4}{10} = 0.4\ mol.L^{-1}$

	$2HI_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$H_{2(g)}$	+	$I_{2(g)}$
بدء	0.4		0		0
توازن	$0.4-2x$		x		x

كل $100\ mol.L^{-1}$ من HI يتفكّك منه $10\ mol.L^{-1}$

كل $0.4\ mol.L^{-1}$ من HI يتفكّك منه $2x\ mol.L^{-1}$

$$\Rightarrow 2x = \frac{10 \times 0.4}{100} = 0.04 \Rightarrow x = 0.02\ mol.L^{-1}$$

نحسب تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند التّوازن:

$$[HI]_{eq} = 0.4 - 2x = 0.4 - 2(0.02) = 0.36\ mol.L^{-1}$$

$$[H_2]_{eq} = [I_2]_{eq} = x = 0.02\ mol.L^{-1}$$

حساب قيمة ثابت التوازن K_c:

$$K_c = \frac{[H_2].[I_2]}{[HI]^2} = \frac{(0.02)(0.02)}{(0.36)^2} = \frac{4 \times 10^{-4}}{36 \times 10^{-2} \times 36 \times 10^{-2}}$$

$$\boxed{\Rightarrow K_c = \frac{1}{324}}$$

حساب قيمة ثابت التوازن K_p:

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

$$\Delta n = n_2 - n_1 \Rightarrow \Delta n = 2 - 2 = 0$$

$$\boxed{\Rightarrow K_p = K_c = \frac{1}{324}}$$

2- لا يؤثّر زيادة الضغط في هذه الحالة، لأنّ عدد المولات الغازيّة متساوي في طرفي المعادلة الموزونة.

أ. أسامة الحصري

المسألة الرابعة: دورة 2018 الثانية

يجري التّفاعل المتوازن الآتي: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3D_{(g)}$ في وعاء مغلق حجمه 10 L، وعند بلوغ التّوازن كان عدد مولات المادّة A يساوي 5 mol وعدد مولات المادّة B يساوي 2 mol وعدد مولات المادّة D يساوي 3 mol. **المطلوب حساب:**

1- احسب قيمة ثابت التّوازن بدلالة التّراكيز لهذا التّفاعل.

2- التّراكيز الابتدائيّة لكلّ من المادّتين A و B.

3- النّسبة المئويّة المتفاعلة من المادّة B حتّى بلوغ التّوازن.

الحل:

1- لحساب K_c نحسب أولاً تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند التوازن:

$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V}$	$[A]_{eq} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ mol.L}^{-1}$
	$[B]_{eq} = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$
	$[D]_{eq} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$

حساب قيمة ثابت التوازن K_c:

$$K_c = \frac{[D]^3}{[A].[B]^2} = \frac{(0.3)^3}{(0.5)(0.2)^2} = \frac{27}{20} = 1.35$$

2-

	$A_{(g)}$	+ $2B_{(g)}$	$\rightleftharpoons$ $3D_{(g)}$
بدء	$[A]_0$	$[B]_0$	0
توازن	$\underbrace{[A]_0 - x}_{0.5}$	$\underbrace{[B]_0 - 2x}_{0.2}$	$\underbrace{3x}_{0.3}$

ولكن: $[D]_{eq} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1}$

$$\Rightarrow 3x = 0.3$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}}$$

نحسب التّراكيز الابتدائيّة:

$$[A]_0 - x = 0.5$$

$$[A]_0 = 0.5 + x = 0.5 + 0.1$$

$$\boxed{\Rightarrow [A]_0 = 0.6 \text{ mol.L}^{-1}}$$

$$[B]_0 - 2x = 0.2$$

$$[B]_0 = 0.2 + 2x = 0.2 + 2(0.1)$$

$$\boxed{\Rightarrow [B]_0 = 0.4 \text{ mol.L}^{-1}}$$

2- كل 0.4 mol.L^{-1} من المادّة B يتفاعل منها $2x = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$

كل 100 mol.L^{-1} من المادّة B يتفاعل منها $Z \text{ mol.L}^{-1}$

$$\Rightarrow Z = \frac{0.2 \times 100}{0.4} = 50 \text{ mol.L}^{-1}$$

وتُكتب كنسبة مئويّة: 50 %

المسألة الخامسة: دورة 2016 الثانية

وُضِعَ 2 mol من SO_2 مع 2 mol من NO_2 في وعاء مغلق سعته 4 L ، وسُخِّن المزيج إلى درجة الحرارة 227 °C فحدث التّفاعل المتوازن الممثّل بالمعادلة الآتية: $SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)} + NO_{(g)}$ **المطلوب:**

1- احسب تراكيز الغازات عند التّوازن علماً أنّ: $K_c = 0.25$

2- ما قيمة K_p ولماذا.

الحل:

1- نحسب التراكيز الابتدائيّة لكلّ من SO_2 و NO_2:

$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$	$[SO_2]_0 = \frac{2}{4} = 0.5 \ mol.L^{-1}$
	$[NO_2]_0 = \frac{2}{4} = 0.5 \ mol.L^{-1}$

	$SO_{2(g)}$	+ $NO_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$ $SO_{3(g)}$	+ $NO_{(g)}$
بدء	0.5	0.5	0	0
توازن	$0.5-x$	$0.5-x$	x	x

$$K_c = \frac{[SO_3][NO]}{[SO_2][NO_2]}$$

$$K_c = \frac{x^2}{(0.5-x)^2}$$

$$0.25 = \frac{x^2}{(0.5-x)^2}$$

نجذر الطّرفين:

$$0.5 = \frac{x}{(0.5-x)}$$

$$x = 0.25 - 0.5x$$

$$1.5x = 0.25$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{6} \ mol.L^{-1}$$

وبالتّالي تكون التّراكيز عند التّوازن:

$$[SO_3]_{eq} = [NO]_{eq} = x = \frac{1}{6} \ mol.L^{-1}$$

$$[SO_2]_{eq} = [NO_2]_{eq} = 0.5 - x = 0.5 - \frac{1}{6} = \frac{1}{3} \ mol.L^{-1}$$

2- حساب قيمة ثابت التوازن K_p:

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

$$\Delta n = n_2 - n_1 \Rightarrow \Delta n = 2 - 2 = 0$$

$$K_p = K_c (RT)^0 = K_c = 0.25$$

أو: $K_p = K_c = 0.25$ لأنّ عدد المولات الغازية متساوي في طرفي المعادلة الموزونة.

أ. أسامة الحصري

المسألة السادسة: المسألة الثالثة صفحة 78 كتاب

وُضِعَ 2 mol من مادّة A مع 2 mol من مادّة B في وعاء مغلق سعته 10 L. فحَدَثَ التّفاعل المتوازن وفق المعادلة الآتية:

$$A_{(g)} + B_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2C_{(g)}$$

فإذا علمت أنّ قيمة ثابت سرعة التّفاعل المباشر $k_1 = 8.8\times10^{-2}$، وقيمة ثابت سرعة التّفاعل العكسي $k_2 = 2.2\times10^{-2}$. **المطلوب حساب:**

1- قيمة ثابتَي التّوازن K_c ثمّ K_p.

2- تراكيز كل من المواد الثّلاث عند التّوازن.

الحل:

1- حساب ثابت التوازن K_c:

$$K_c = \frac{k_1}{k_2} = \frac{8.8\times10^{-2}}{2.2\times10^{-2}} = 4$$

نحسب التراكيز الابتدائية لكلّ من A و B:

$C_{\text{mol.L}^{-1}} = \frac{n}{V}$	$[A]_0 = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$
	$[B]_0 = \frac{2}{10} = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$

	$A_{(g)}$	+ $B_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2C_{(g)}$
بدء	0.2	0.2		0
توازن	$0.2-x$	$0.2-x$		$2x$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]}$$

$$K_c = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2}$$

$$4 = \frac{(2x)^2}{(0.2-x)^2}$$

نجذر الطّرفين:

$$2 = \frac{2x}{(0.2-x)}$$

$$2x = 0.4 - 2x$$

$$4x = 0.4$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}}$$

وبالتّالي تكون التّراكيز عند التّوازن:

$$[A]_{eq} = [B]_{eq} = 0.2 - x = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C]_{eq} = 2x = 2(0.1) = 0.2 \text{ mol.L}^{-1}$$

انتهى حل ورقة العمل

أ. أسامة الحصري

أسئلة دورات الوحدة الرابعة: الدرس الأول: الحموض والأسس

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

2010 2020 (د2)

1- المركّب المذبذب وفق نظريّة (برونشتد – لوري) من المركّبات الآتية هو:

a		b		c		d	
PH_3		H_2O		BF_3		HI	

2013 (د1)

2- إذا علمت أنّ ثابت تأيّن الماء $K_w = 10^{-14}$ في الدرجة $25\ ^0C$ فيكون $[H_3O^+]$ من أجل المحلول المعتدل مقدراً بـ $mol.L^{-1}$:

a		b		c		d	
10^{+14}		10^{-14}		10^{-7}		10^{+7}	

2015 (د2)

3- المحلول المائيّ الذي له أصغر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التّركيز:

a		b		c		d	
H_2O		NH_4OH		HNO_3		HCOOH	

2017 (د1)

4- محلولٌ مائيّ لهدروكسيد الصّوديوم تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ ، تكون قيمة pH هذا المحلول مساويةً:

a		b		c		d	
2		13		12		1	

2017 (د2)

5- محلولٌ مائيّ لحمض الأزوت تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ ، عند تمديده 10 مرات، تصبح قيمة pH المحلول:

a		b		c		d	
1		2		3		4	

2018 (د1)

6- محلولٌ مائيّ لحمض الأزوت حجمه 50 mL وتركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ ، يُمدّد بالماء المقطّر ليُصبح تركيزه $0.04\ mol.L^{-1}$. فيكون حجم الماء المقطّر المضاف يساوي:

a		b		c		d	
200 mL		250 mL		300 mL		100 mL	

2019 (د1)

7- محلولٌ مائيّ لحمض كلور الماء تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ ، تكون قيمة pOH هذا المحلول مساويةً:

a		b		c		d	
12		1		2		11	

2020 (د1)

8- المحلول المائيّ الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التّركيز:

a		b		c		d	
NaOH		NH_4OH		HNO_3		CH_3COOH	

2021 (د1)

9- محلول مائيّ لملح KNO_3 تركيزه $3.6\ mol.L^{-1}$ ، نمدّده بإضافة كميّة من الماء المقطّر إليه حتى يُصبح حجمه أربعة أمثال ما كان عليه فيكون التركيز الجديد للمحلول مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ مساوياً:

a		b		c		d	
1.8		1.2		0.9		0.6	

2021 (د2)

10- كل مادة كيميائيّة قادرة على منح زوج الكتروني أو أكثر لمادّة أخرى تتفاعل معها هي:

a		b		c		d	
حمض برونشتد-لوري.		حمض لويس.		أساس برونشتد-لوري.		أساس لويس.	

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

2016 (د2)

1- يعتبر النّشادر أساس حسب نظريّة لويس.

2011 (د1) 2016 (د1)

2- يُعتبر الماء من المركبات المذبذبة. علّل ذلك.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1993

1- إذا كان NO_2^- أقوى من NO_3^- كأساس، اكتب صيغة الحمض المرافق لكلّ منهما وبيّن أي الحمضين أقوى.

2013 (د1) 2018 (د1)

2- لديك التّفاعل الممثّل بالمعادلة الآتية: $NH_3 + BF_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BF_3)$

حدّد كلاً من حمض لويس وأساس لويس في هذا التّفاعل. ثمّ علّل إجابتك.

2014 (د1)

3- لديك محلولٌ مائيٌّ للنّشادر تركيزه الابتدائيّ $C_b\ mol.L^{-1}$ ، اكتب معادلة تأيّنه، ثم اكتب علاقة درجة تأينه.

2014 (د2)

4- حدّد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة (برونشتد – لوري) في التّفاعل الآتي:

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

2017 (د1)

5- اكتب معادلة تأيّن حمض الأزوت في الماء، ثمّ حدّد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد- لوري.

2019 (د2)

6- محلولٌ مائيّ لحمض سيانيد الهدروجين. المطلوب:

a) اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. b) اكتب العلاقة المعبّرة عن درجة تأيّن هذا الحمض.

2020 (د1)	7- محلولٌ مائيّ لأساس ضعيف B . المطلوب كتابة: a) معادلة تأيّن هذا الأساس. b) علاقة ثابت تأيّن هذا الأساس K_b . c) علاقة درجة تأيّنه.
2020 (د2)	8- إذا علمت أنّ النّشادر NH_3 أساس أقوى من أيون الخلات CH_3COO^- المطلوب: اكتب صيغة الحمض المرافق لكلّ منهما ثمّ بيّن أيّ الحمضين أقوى. علّل إجابتك.
2021 (د1)	9- محلول مائيّ لحمض سيانيد الهدروجين. المطلوب: a) اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد - لوري. b) اكتب علاقة ثابت تأيّن هذا الحمض K_a بدلالة التراكيز.
2021 (د1)	10- لديك المحاليل المتساوية التراكيز الآتية: NH_4OH , KOH , $HCOOH$. المطلوب: رتّب هذه المحاليل تنازليّاً حسب تناقص قيمة الـ pH.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

2014 (د1)	**المسألة الأولى:** محلولٌ مائيّ لحمض الخل إذا علمت أنّ $pH = 4$ ، وأنّ قيمة ثابت تأيّن هذا الحمض $K_a = 2\times10^{-5}$. المطلوب: 1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري. 2- احسب التّركيز الابتدائيّ لمحلول هذا الحمض. 3- احسب قيمة pOH هذا المحلول. 4- احسب قيمة درجة تأين هذا الحمض.
1998 2013 (د2)	**المسألة الثانية:** محلولٌ مائيّ لحمض سيانيد الهدروجين تركيزه الابتدائيّ $0.2\ mol.L^{-1}$ ، وبفرض أن ثابت تأيّن هذا الحمض $K_a = 5\times10^{-10}$. المطلوب: 1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري. 2- احسب تركيز أيونات الهدرونيوم في المحلول. 3- احسب تركيز أيونات الهدروكسيد في المحلول. 4- احسب قيمة pH المحلول. 5- احسب النّسبة المئويّة لتأيّن هذا الحمض.
2003	**المسألة الثالثة:** محلولٌ مائيّ لحمض الخل تركيزه الابتدائيّ $0.05\ mol.L^{-1}$ ، وثابت تأيّنه 2×10^{-5} . المطلوب: 1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري. 2- احسب تركيز أيونات الهدرونيوم في المحلول. 3- احسب قيمة pH المحلول. 4- احسب قيمة درجة تأيّن هذا الحمض. 5- نأخذ من محلول الحمض السّابق حجماً V ونضيف إليه 50 mL من الماء المقطر فيصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ المطلوب: احسب الحجم V.
1999	**المسألة الرابعة:** محلولٌ مائيّ لحمض كلور الماء تركيزه الابتدائيّ $0.01\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري. 2- احسب قيمة pH المحلول. 3- احسب تركيز أيونات الهدروكسيد في المحلول.

2008	**المسألة الخامسة:** محلولٌ مائيّ للنّشادر تركيزه الابتدائيّ $0.05\ mol.L^{-1}$ ، وبفرض أن ثابت تأيّن هذا الأساس $K_b = 2\times10^{-5}$ **المطلوب:** **1-** اكتب معادلة تأيّن النّشادر، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري. **2-** احسب تركيز أيونات الهدروكسيد في المحلول. **3-** احسب قيمة pH المحلول. **4-** احسب تركيز أيونات الأمونيوم في المحلول السّابق إذا احتوى على هدروكسيد البوتاسيوم بتركيز $0.1\ mol.L^{-1}$
2018 (د2)	**المسألة السادسة:** محلولٌ مائيّ لحمض ضعيف HA تركيزه الابتدائيّ $0.5\ mol.L^{-1}$ ، ودرجة تأيّن هذا الحمض % 2 . **المطلوب:** **1-** اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري. **2-** احسب قيمة pH هذا المحلول. **3-** احسب قيمة ثابت تأيّن هذه الحمض. **4-** احسب حجم الماء المقطّر الواجب إضافته إلى 80 mL من محلول الحمض السّابق ليُصبح تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$
2021 (د2)	**المسألة السابعة:** تُذاب عيّنة غير نقيّة من هدروكسيد الوتاسيوم كتلتها 5.6 g في الماء المقطّر، ويُكمل حجم المحلول إلى 800 mL ، فإذا كان تركيز محلول هدروكسيد البوتاسيوم السّابق $0.1\ mol.L^{-1}$ **المطلوب حساب:** **1-** قيمة pH محلول هدروكسيد البوتاسيوم المستعمل. **2-** كتلة هدروكسيد البوتاسيوم النقي في العيّنة. **3-** النسبة المئوية للشوائب في العيّنة السّابقة. علماً أنّ: $K:39\ ,\ O:16\ ,\ H:1$

أ. أسامة الحصري

ورقة عمل في الحموض والأسس

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- أحد الأزواج الآتية لا يُشكّل زوج (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد - لوري:

HCN/CN^-	d	HNO_3/HNO_2	c	H_2O/OH^-	b	NH_4^+/NH_3	a

2- المركّب المذبذب من بين المركّبات الآتية هو: دورة 2020 + 2010 الأولى

HCN	d	BF_3	c	NH_3	b	H_2O	a

3- إذا علمت أنّ قيمة $pH=3$ للمشروب الغازي، فإنّ تركيز أيون الهدروكسيد فيه مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$:

10^{+3}	d	10^{-11}	c	10^{-3}	b	11	a

توضيح الإجابة:

$$pH=3 \Rightarrow [H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

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

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

4- محلولٌ مائيّ لهدروكسيد الصوديوم تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ فتكون قيمة pH هذا المحلول: دورة 2017 الأولى

1	d	12	c	13	b	2	a

توضيح الإجابة: بما أنّ هدروكسيد الصوديوم أساس قوي أحادي الوظيفة وتام التأين يكون:

$$[OH^-]=C_b=0.01\ mol.L^{-1}$$

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

$$[H_3O^+]=\frac{10^{-14}}{[OH^-]}=\frac{10^{-14}}{10^{-2}}=10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\ell og[H_3O^+]=-\ell og(10^{-12}) \Rightarrow \boxed{pH=12}$$

5- المحلول المائيّ الذي له أصغر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز: دورة 2015 الثانية

HCOOH	d	HNO_3	c	NH_4OH	b	H_2O	a

6- المحلول المائيّ الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز:

HCOOH	d	HNO_3	c	NH_4OH	b	NaOH	a

7- إذا علمت أنّ ثابت تأيّن الماء $K_w=10^{-14}$ في الدّرجة $25\ ^oC$ فيكون $[H_3O^+]$ من أجل المحلول المعتدل مقدراً بـ $mol.L^{-1}$:

10^{+7}	d	10^{-7}	c	10^{-14}	b	10^{+14}	a

8- نأخذ حجم V من محلول حمض كلور الماء ذي التّركيز $0.1\ mol.L^{-1}$ ونضيف إليه $180\ mL$ من الماء المقطّر ليصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ فيكون الحجم V مساوياً:

18 mL	d	60 mL	c	40 mL	b	20 mL	a

توضيح الإجابة:

$$n_{(\text{قبل التمديد})}=n'_{(\text{بعد التمديد})}$$

$$CV=C'V'$$

$$0.1\times V=0.01\times(180+V)$$

$$\Rightarrow \boxed{V=20\ mL}$$

9- نأخذ 20 mL من محلول حمض كلور الماء ذي التّركيز $0.1\ mol.L^{-1}$ ونمدده بالماء المقطّر ليصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ فيكون حجم الماء المضاف مساوياً:

220 mL	d	200 mL	c	180 mL	b	20 mL	a

توضيح الإجابة:

$$n_{(\text{قبل التمديد})} = n'_{(\text{بعد التمديد})}$$
$$CV = C'V'$$
$$0.1\times 20 = 0.01\times V'$$
$$\Rightarrow V' = 200\ mL$$
$$\text{حجم الماء المقطّر المضاف} = V' - V$$
$$\text{حجم الماء المقطّر المضاف} = 200 - 20$$
$$\text{حجم الماء المقطّر المضاف} = 180\ mL$$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ مما يأتي:

1- يعتبر النّشادر أساس حسب نظريّة لويس. دورة 2016 الثانية

الجواب: لأنّ النّشادر يمنح زوج الكتروني.

2- يُعدّ الماء مركّب مذبذب. دورة 2016 الأولى

الجواب: لأنّ الماء يسلك سلوك حمض أحياناً وسلوك أساس أحياناً حسب المادّة المتفاعلة معه.

3- يُعدّ هدروكسيد البوتاسيوم أساساً قوياً.

الجواب: لأنّ تأيّنه تام في المحاليل المائيّة.

4- يُعدّ حمض سيانيد الهدروجين حمضاً ضعيفاً.

الجواب: لأنّ تأيّنه جزئيّ في المحاليل المائيّة.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- حدّد كلاً من حمض لويس وأساس لويس في التّفاعلات الممثّلة بالمعادلات الآتية: دورة 2013 + 2018 الأولى

$$NH_3 + BCl_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BCl_3)$$

حمض لويس أساس لويس

$$Cu^{2+} + 4H_2O \longrightarrow [Cu(H_2O)_4]^{2+}$$

أساس لويس حمض لويس

$$H_2O + H^+ \longrightarrow H_3O^+$$

حمض لويس أساس لويس

2- حدّد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري في التّفاعلين الآتيين: دورة 2014 الثانية

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

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

أو:

$$NH_4^+ / NH_3 \quad . \quad H_2O / OH^-$$

$$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + SO_4^{2-}$$

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

أو:

$$HSO_4^- / SO_4^{2-} \quad . \quad H_3O^+ / H_2O$$

3- إذا علمت أن النشادر NH_3 أقوى من أيون الخلات CH_3COO^- كأساس. المطلوب:

اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما. ثمّ بيّن أيّ الحمضين أقوى.

الجواب: NH_4^+ هو الحمض المرافق للأساس NH_3.

CH_3COOH هو الحمض المرافق للأساس CH_3COO^-.

CH_3COOH أقوى من NH_4^+ كحمض، لأنّ NH_3 أقوى من CH_3COO^- كأساس.

4- يبيّن الجدول الآتي قيم ثوابت التأيّن لبعض محاليل الحموض الضّعيفة متساوية التّراكيز عند الدّرجة 25 °C:

الحمض	الصيغة	ثابت التأين K_a
حمض سيانيد الهدروجين	HCN	5×10^{-10}
حمض الأزوتي	HNO_2	4.5×10^{-4}
حمض فلوريد الهدروجين	HF	7.2×10^{-4}

المطلوب:

a) أي من هذه الحموض هو الأقوى، علّل إجابتك.

b) ما هو الأساس المرافق الأقوى.

c) في أيّ محلول يكون $[H_3O^+]$ أقل.

d) في أيّ محلول تكون قيمة pH أقل.

الجواب:

a) HF لأنّ له أكبر قيمة K_a من بين هذه الحموض.

b) CN^- هو الأساس المرافق الأقوى، لأنّه يُرافق الحمض الأضعف.

c) في محلول HCN يكون $[H_3O^+]$ أقل.

d) في محلول HF يكون pH أقل.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: نُذيب 8 g من هدروكسيد الصوديوم في الماء المقطّر ويُكمل حجم المحلول إلى 2 L. المطلوب حساب:

1- قيمة $[H_3O^+]$، $[OH^-]$ في المحلول.

2- قيمة pH و pOH المحلول.

3- حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى 50 mL من المحلول السّابق لتصبح قيمة الـ $pH' = 12$.

الأوزان الذريّة: $Na:23$, $O:16$, $H:1$

الحل:

1-

$$C_{g.L^{-1}} = \frac{m}{V} = \frac{8}{2} = 4\ g.L^{-1}$$

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{C_{g.L^{-1}}}{M} = \frac{4}{40} = 0.1\ mol.L^{-1}$$

بما أنّ هدروكسيد الصوديوم أساس قوي أحادي الوظيفة تام التأيّن

يكون:

$$[OH^-] = C_b = 0.1 = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

وحسب عبارة ثابت تأيّن الماء:

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

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

2-

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(10^{-13}) = 13$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(10^{-1}) = 1$$

3-

$$n_{\text{قبل التمديد}} = n'_{\text{بعد التمديد}}$$

$$CV = C'V'$$

$$0.1\times50 = 0.01\times V'$$

$$\Rightarrow V' = 500\ mL$$

$$\text{حجم الماء المقطّر المضاف} = V' - V$$

$$\text{حجم الماء المقطّر المضاف} = 500 - 50$$

$$\text{حجم الماء المقطّر المضاف} = 450\ mL$$

ملاحظة لحساب C' في هذا الطلب:

$$pH' = 12 \Rightarrow [H_3O^+]' = 10^{-pH'} = 10^{-12}\ mol.L^{-1}$$

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

$$[OH^-]' = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]'} = \frac{10^{-14}}{10^{-12}} = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

$$[OH^-]' = C'_b$$

$$\boxed{\Rightarrow C'_b = 10^{-2}\ mol.L^{-1}}$$

المسألة الثانية: محلولٌ مائيّ لحمض الأزوت تركيزه الابتدائيّ $2\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري.

2- احسب قيمة pH المحلول.

3- يُضاف بالتّدريج 10 mL من محلول الحمض السّابق إلى 90 mL من الماء المقطّر. **المطلوب:** احسب قيمة pH' المحلول النّاتج عن التّمديد.

علماً أنّ: $\ell og(2)=0.3$

الحل:

-1

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow NO_3^- + H_3O^+$$

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

-2

بما أنّ حمض الأزوت حمض قوي أحادي الوظيفة الحمضيّة وتام التأيّن يكون:

$$[H_3O^+]=C_a=2\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$pH=-\ell og[H_3O^+]=-\ell og(2\times10^{-3})$$

$$pH=-\ell og(2)-\ell og(10^{-3})$$

$$pH=-0.3+3=2.7$$

-3

$$n_{\text{قبل التمديد}}=n'_{\text{بعد التمديد}}$$

$$CV=C'V'$$

$$2\times10^{-3}\times10=C'\times100$$

$$\Rightarrow C'=2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

بما أنّ حمض الأزوت حمض قوي أحادي الوظيفة الحمضيّة وتام التأيّن يكون:

$$[H_3O^+]'=C'_a=2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$$

$$pH'=-\ell og[H_3O^+]'=-\ell og(2\times10^{-4})$$

$$pH=-\ell og(2)-\ell og(10^{-4})$$

$$pH=-0.3+4=3.7$$

المسألة الثالثة:

محلولٌ مائيّ لأساس ضعيف B له قيمة $pH=11$ وثابت تأيّنه 2×10^{-5}. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة تأيّن هذا الأساس. وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد- لوري.

2- احسب التّركيز الابتدائيّ لهذا الأساس.

3- احسب النّسبة المئويّة لتأيّن هذا الأساس.

الحل:

$$\begin{pmatrix}[OH^-]=\alpha.C_b\\ [OH^-]=\sqrt{K_b.C_b}\end{pmatrix}\quad B\quad \begin{pmatrix}pH=11\\ K_b=2\times10^{-5}\end{pmatrix}$$

-1

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

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

-2

$$pH=11\Rightarrow[H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-11}\ mol.L^{-1}$$

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

$$[OH^-]=\frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}=\frac{10^{-14}}{10^{-11}}$$

$$\boxed{\Rightarrow[OH^-]=10^{-3}\ mol.L^{-1}}$$

بما أنّ الأساس ضعيف يكون:

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

نربع الطّرفين ونعزل:

$$[OH^-]^2=K_b.C_b\Rightarrow C_b=\frac{[OH^-]^2}{K_b}=\frac{(10^{-3})^2}{2\times10^{-5}}$$

$$\boxed{\Rightarrow C_b=0.05\ mol.L^{-1}}$$

-3

$$\alpha=\frac{[OH^-]}{C_b}=\frac{10^{-3}}{0.05}=0.02$$

وتكتب كنسبة منويّة:

$$\alpha\%=0.02\times100\%=2\%$$

المسألة الرابعة: محلولٌ مائيّ لحمض ضعيف HA تركيزه الابتدائيّ $0.05\ mol.L^{-1}$ وقيمة ثابت تأيّنه 2×10^{-5}. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد- لوري.

2- احسب كلاً من: $[H_3O^+], [OH^-], [A^-]$ في المحلول.

3- احسب درجة تأيّن هذا الحمض.

4- احسب قيمة pH المحلول.

5- وضّح حسابياً ما التغيّر الذي يجب أن يطرأ على $[H_3O^+]$ كي تصبح قيمة $pH' = 5$.

الحل:

$$\begin{pmatrix} [H_3O^+] = \alpha.C_a \\ [H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} \end{pmatrix} \quad HA \quad \begin{pmatrix} C_a = 0.05\ mol.L^{-1} \\ K_a = 2\times10^{-5} \end{pmatrix}$$

-1

$$HA + H_2O \longrightarrow A^- + H_3O^+$$

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

-2

بما أنّ الحمض ضعيف يكون:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} = \sqrt{2\times10^{-5}\times0.05} = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$[A^-] = [H_3O^+] = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

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

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$$

$$\boxed{\Rightarrow [OH^-] = 10^{-11}\ mol.L^{-1}}$$

-3

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 0.02$$

وتكتب كنسبة منوية:

$$\alpha\% = 0.02\times100\% = 2\%$$

-4

$$pH = -\ell og[H_3O^+] = -\ell og(10^{-3}) = 3$$

-5

$$pH' = 5 \Rightarrow [H_3O^+]' = 10^{-pH'} = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$\frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-5}}{10^{-3}} = 10^{-2}$$

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

$$\Rightarrow [H_3O^+]' = \frac{[H_3O^+]}{100}$$

يقلّ تركيز أيونات الهدرونيوم 100 مرّة.

المسألة الخامسة: محلولٌ مائيّ لحمض النّمل تركيزه الابتدائيّ $0.01\ mol.L^{-1}$ ودرجة تأيّنه 10 %. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. 2- احسب كلاً من: $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$ ثمّ pH المحلول.

3- احسب قيمة ثابت تأيّن هذا الحمض.

4- احسب $[HCOO^-]$ في المحلول السّابق إذا احتوى على حمض كلور الماء بتركيز ابتدائيّ $0.1\ mol.L^{-1}$

الحل:

$$\begin{pmatrix} [H_3O^+] = \alpha.C_a \\ [H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} \end{pmatrix} \quad HCOOH \quad \begin{pmatrix} C_a = 0.01\ mol.L^{-1} \\ \alpha\% = 2\% \end{pmatrix}$$

-1

$$HCOOH + H_2O \longrightarrow HCOO^- + H_3O^+$$

-2

$$[H_3O^+] = \alpha.C_a = \frac{10}{100}\times0.01$$

$$\boxed{\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3}\ mol.L^{-1}}$$

$$pH = -\ell og[H_3O^+] = -\ell og(10^{-3}) = 3$$

3- بما أنّ الحمض ضعيف يكون:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} \Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_a} = \frac{(10^{-3})^2}{0.01}$$

$$\boxed{\Rightarrow K_a = 10^{-4}}$$

-4

$$HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$$

$$0.1 \qquad 0 \qquad 0$$

$$0 \qquad 0.1 \qquad 0.1$$

$$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$$

$$0.01 \qquad 0 \qquad 0.1$$

$$0.01 - x' \qquad x' \qquad 0.1 + x'$$

$$K_a = \frac{[HCOO^-].[H_3O^+]}{[HCOOH]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x'(0.1+x')}{0.01-x'}$$

نُهمل x' المضافة في البسط والمطروحة في المقام لصغرها.

$$10^{-4} = \frac{0.1x'}{0.01}$$

$$\Rightarrow x' = \frac{0.01\times10^{-4}}{0.1} = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$\boxed{\Rightarrow [HCOO^-]' = x' = 10^{-5}\ mol.L^{-1}}$$

انتهت ورقة العمل

أسئلة دورات الوحدة الرابعة: الدرس الثاني: المحاليل المائية للأملاح

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

2011 (د1)

1- نحل ملح في الماء المقطر فيكون وسط المحلول النّاتج حمضيّاً إذا كان الملح المنحل هو:

a	NH_4Cl	b	CH_3COONa	c	NaCl	d	KCN

2014 (د2)

2- المحلول المنظّم (الموقّي) هو محلول مائيّ لمزيج حمض ضعيف مع:

a	حمض قويّ.	b	أساس ضعيف ذوّاب.	c	أساس قويّ.	d	أحد أملاحه الذوّابة.

2019 (د2)

3- الملح الذوّاب الذي يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

a	NaCl	b	KNO_3	c	AgCl	d	NH_4Cl

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكل مما يأتي:

2013 (د1)

1- بعض الأملاح قليلة الذّوبان في الماء.

1995 2007 2009

2- ذوبان قسم من ملح فوسفات ثلاثيّ الكالسيوم في محلوله المشبع المتوازن عند إضافة حمض كلور الماء إلى المحلول.

2003 2019 (د1)

3- لا يُعدّ ذوبان ملح كلوريد الصوديوم في الماء تفاعل حلمهة.

2018 (د2)

4- جميع الأملاح تتمتّع بالخاصيّة القطبية.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2015 (د1)

1- اشرح آلية إذابة ملح $Ca_3(PO_4)_2$ قليل الذّوبان في محلوله المشبع عند إضافة حمض كلور الماء إليه.

2015 (د1)

2- اكتب معادلة حلمهة ملح سيانيد البوتاسيوم في الماء. ثمّ حدّد طبيعة المحلول الناتج عن الحلمهة.

2015 (د2)

3- اكتب معادلة حلمهة ملح نملات البوتاسيوم في الماء. ثمّ حدّد طبيعة المحلول النّاتج.

2015 (د2)

4- محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ من ملح كلوريد الرصاص قليل الذّوبان. المطلوب:

a) اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح في محلوله.

b) اكتب عبارة ثابت جداء الذّوبان لهذا الملح.

c) اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله.

2013 (د1)

5- نضع كميّة من ملح خلات الصّوديوم في الماء. المطلوب:

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. ثمّ اكتب انطلاقاً منها عبارة ثابت الحلمهة K_h.

b) بيّن نوع وسط الحلمهة النّاتج.

2004 2013 (د2)

6- نضع كميّة من ملح كلوريد الأمونيوم في الماء. المطلوب:

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

b) بيّن نوع وسط الحلمهة.

2002 2014 (د1) 2014 (د2) 2016 (د1)

7- نضع كميّة من ملح خلات البوتاسيوم في الماء. المطلوب:

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. ثمّ اكتب انطلاقاً منها عبارة ثابت الحلمهة له.

b) اكتب العلاقة المعبّرة عن ثابت الحلمهة K_h بدلالة K_w.

c) بيّن نوع وسط الحلمهة النّاتج.

2017 (د1)

8- محلولٌ مائيّ لملح نملات البوتاسيوم. المطلوب:

a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

b) اكتب علاقة ثابت الحلمهة لهذا الملح بدلالة التراكيز.

2017 (د2)	9- محلولٌ مائيّ لملح نملات الصّوديوم. المطلوب: a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. b) اكتب علاقة ثابت الحلمهة لهذا الملح بدلالة التراكيز. c) ما طبيعة الوسط النّاتج عن الحلمهة.
2021 (د2)	10- محلولٌ مائيّ لملح نترات الأمونيوم. المطلوب: a) اكتب معادلة إماهة هذا الملح. b) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. c) اكتب علاقة ثابت حلمهة هذا الملح K_h بدلالة التراكيز.
2018 (د1)	11- محلولٌ مائيّ مشبعٌ لملح فوسفات الفضة قليل الذّوبان. المطلوب: a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. b) اقترح طريقة لإذابة كميّة إضافية من الملح السّابق في محلوله.
2018 (د2)	12- محلولٌ مائيّ مشبعٌ لملح كلوريد الرصاص قليل الذّوبان. المطلوب: a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. b) اكتب علاقة جداء الذّوبان لهذا الملح.
2018 (د2)	13- محلولٌ مائيّ لملح نترات الأمونيوم. المطلوب: a) اكتب معادلة إماهة هذا الملح. b) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. c) اكتب علاقة ثابت حلمهة هذا الملح بدلالة ثابت تأيّن الماء.
2019 (د1)	14- محلولٌ مشبعٌ لملح $PbCrO_4$ قليل الذّوبان. المطلوب: a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. b) اكتب طريقة لترسيب قسم من هذا الملح في محلوله المشبع.
2020 (د1)	15- محلولٌ مائيّ لملح نملات الصّوديوم. المطلوب: a) اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. b) ما طبيعة الوسط النّاتج عن الحلمهة. علّل إجابتك. c) اكتب علاقة ثابت الحلمهة بدلالة ثابت تأيّن حمض النّمل.
2020 (د2)	16- محلول مشبعٌ لملح كبريتات الكالسيوم قليل الذّوبان. المطلوب: a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. b) اكتب علاقة ثابت جداء الذّوبان لهذا الملح. c) ماذا تتوقّع أن يحدث عند إضافة كميّة من حمض الكبريت إلى المحلول السّابق.
2021 (د1)	17- محلول مشبعٌ لملح $BaSO_4$ قليل الذّوبان. المطلوب: a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. b) اكتب علاقة ثابت جداء الذّوبان للملح السّابق K_{sp}. c) ماذا يحدث عند إضافة كميّة من مسحوق ملح نترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$ إلى المحلول السّابق.
رابعاً: حل المسائل الآتية:	
2006	**المسألة الأولى:** محلولٌ مائيٌّ لملح خلات الصوديوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ وله $pH = 9$. المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب ثابت تأين حمض الخل.

2007	**المسألة الثانية:** محلولٌ مائيّ لحمض سيانيد الهدروجين تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ وثابت تأيّنه 5×10^{-10}. المطلوب: 1- اكتب معادلة تأين هذا الحمض في الماء وحدّد عليها الأزواج المترافقة حسب برونشتد - لوري. 2- احسب قيمة pH المحلول. 3- نضيف إلى محلول الحمض السابق محلولاً من هدروكسيد البوتاسيوم فنحصل على محلول سيانيد البوتاسيوم KCN تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ المطلوب: اكتب معادلة حلمهة هذا الملح واحسب تركيز أيونات الهدروكسيد في محلول هذا الملح.
2010	**المسألة الثالثة:** محلولٌ مائيٌ لملح نترات الأمونيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ ، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت تأيّن هدروكسيد الأمونيوم $K_b = 2\times10^{-5}$. المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ في المحلول. 4- احسب pH محلول هذا الملح. 5- احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من الملح.
2011 (د2)	**المسألة الرابعة:** محلولٌ مائيٌ لملح سيانيد البوتاسيوم تركيزه $5\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$ إذا علمت أنّ قيمة ثابت تأيّن حمض سيانيد الهدروجين تساوي 5×10^{-10}. المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب $[OH^-]$ في المحلول. 3- احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة.
2016 (د2)	**المسألة الخامسة:** محلولٌ مائيٌ لملح نترات الأمونيوم تركيزه $1.8\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$ ، إذا كان ثابت تأيّن النّشادر في محلوله المائيّ يساوي 1.8×10^{-5} المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة pH هذا المحلول. 4- يُضاف إلى محلول الملح السّابق قطرات من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ المطلوب: احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح نترات الأمونيوم في هذه الحالة.
2018 (د1)	**المسألة السادسة:** محلولٌ مائيٌ لملح سيانيد الصّوديوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ ، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت تأيّن حمض سيانيد الهدروجين 5×10^{-10}. المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة pH هذا المحلول. 4- يُضاف إلى محلول الملح السّابق قطرات من محلول هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ المطلوب: احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح سيانيد الصّوديوم في هذه الحالة.
2019 (د1)	**المسألة السابعة:** محلولٌ مائيٌ لملح خلات البوتاسيوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ وله $pH = 9$. المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة $[OH^-]$ في هذا المحلول. 3- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 4- احسب قيمة ثابت تأيّن حمض الخل.

2020 (د2)	**المسألة الثامنة:** محلولٌ مائيٌّ لملح سيانيد البوتاسيوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ ، وقيمة ثابت تأيّن حمض سيانيد الهدروجين 5×10^{-10} عند الدّرجة 25 ℃ . المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة pOH المحلول السّابق. 4- يُضاف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول هدروكسيد البوتاسيوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol.L^{-1}$ المطلوب: احسب تركيز HCN النّاتج عن الحلمهة.
2021 (د1)	**المسألة التاسعة:** محلولٌ مائيٌّ لملح كلوريد الأمونيوم تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ ، وقيمة ثابت تأيّن النشادر $K_b = 2\times10^{-5}$ عند الدّرجة 25 ℃ . المطلوب: 1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح. 3- احسب قيمة pH هذا المحلول. 4- يُضاف إلى المحلول السّابق قطرات من محلول HNO_3 بحيث يصبح تركيزه في المحلول $0.01\ mol.L^{-1}$ المطلوب: احسب النسبة المئويّة المتحلمهة من ملح كلوريد الأمونيوم في هذه الحالة.
1992	**المسألة العاشرة:** محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ من كبريتات الباريوم إذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء الذوبان لهذا الملح $K_{sp} = 1\times10^{-10}$ المطلوب: 1- احسب تركيز أيونات الباريوم وأيونات الكبريتات في المحلول. 2- إذا أضفنا إلى المحلول السّابق ملح كبريتات الصّوديوم. هل يترسّب ملح كبريتات الباريوم أم لا. علّل إجابتك.
1997	**المسألة الحادية عشرة:** نضيف 100 mL من محلول نترات الرصاص تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ إلى 400 mL من محلول كلوريد الصوديوم الذي تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ ، فإذا علمت أنّ $K_{sp(PbCl_2)} = 1.7\times10^{-5}$. المطلوب: هل يتشكّل راسب من ملح كلوريد الرصاص. وضّح ذلك بالحساب.
2008	**المسألة الثانية عشرة:** محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ من كبريتات الفضّة تركيزه $1.5\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- احسب ثابت جداء الذوبان لهذا الملح. 2- نضيف إلى المحلول السّابق ملح كبريتات الصّوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $1\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$ المطلوب: a) وضّح بالحساب لماذا يترسب قسم من ملح كبريتات الفضّة. b) فسّر ذلك بالاعتماد على قاعدة لوشاتولييه.
2017 (د2)	**المسألة الثالثة عشرة:** محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ لملح كلوريد الفضّة، إذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء ذوبانه $K_{sp} = 6.25\times10^{-10}$. المطلوب: 1- احسب التّركيز الابتدائيّ لهذا الملح في محلوله. 2- يُضاف إلى المحلول السّابق ملح كلوريد البوتاسيوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-5}\ mol.L^{-1}$ المطلوب: وضّح بالحساب هل يترسب ملح كلوريد الفضة أم لا.
2016 (د1)	**المسألة الرابعة عشرة:** محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ لملح كلوريد الرصاص، إذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء ذوبانه $K_{sp} = 0.4\times10^{-5}$. المطلوب: 1- اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح. 2- احسب تركيز كل من أيونات الرصاص وأيونات الكلوريد في المحلول. 3- يُضاف إلى محلول الملح السّابق مسحوق كلوريد الصّوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2}\ mol.L^{-1}$. المطلوب: بيّن بالحساب إن كان ملح كلوريد الرصاص يترسب أم لا.

2013 (د2)	**المسألة الخامسة عشرة:** محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ من كبريتات الباريوم تركيزه في المحلول $10^{-5}\ mol.L^{-1}$. المطلوب: 1- احسب قيمة جداء الذوبان لهذا الملح. 2- نضيف إلى المحلول السّابق ملح كلوريد الباريوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $2\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$. المطلوب: بيّن حسابياً إن كان ملح كبريتات الباريوم يترسب أم لا.
2014 (د2)	**المسألة السادسة عشرة:** نضيف 500 mL من محلول كلوريد الباريوم ذي التّركيز $2\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$ إلى 500 mL من محلول كبريتات البوتاسيوم ذي التّركيز $4\times10^{-4}\ mol.L^{-1}$، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات الباريوم تساوي 10^{-8}. المطلوب: بيّن بالحساب هل يترسب ملح كبريتات الباريوم أم لا.
2013 (د1) 2005 2012 2017 (د1)	**المسألة السابعة عشرة:** محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ لكلوريد الفضة فإذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء الذوبان له $K_{sp}=6.25\times10^{-10}$. المطلوب: 1- احسب تركيز أيونات الفضة في محلولها المشبع. 2- نضيف إلى هذا المحلول ملح نترات الفضة بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-5}\ mol.L^{-1}$. المطلوب: وضّح بالحساب هل يترسب ملح كلوريد الفضة أم لا.
2019 (د2)	**المسألة الثامنة عشرة:** محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ لملح كلوريد الرصاص قليل الذوبان تركيزه $2\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$. المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح. 2- احسب قيمة جداء الذوبان لهذا الملح. 3- يُضاف إلى محلول الملح السّابق ملح نترات الرصاص الذوّاب بحيث يصبح تركيزه في المحلول $10^{-2}\ mol.L^{-1}$. المطلوب: بيّن بالحساب إن كان قسم من ملح كلوريد الرصاص يترسّب أم لا.
2020 (د1)	**المسألة التاسعة عشرة:** نضيف 200 mL من محلول نترات الرصاص ذي التّركيز $0.1\ mol.L^{-1}$ إلى 800 mL من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز $0.2\ mol.L^{-1}$، فإذا علمت أنّ $K_{sp(PbCl_2)}=1.6\times10^{-6}$ في شروط التّجربة. المطلوب: 1- اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لملح كلوريد الرصاص. 2- بيّن حسابياً إن كان قسم من ملح كلوريد الرصاص يترسّب أم لا.
2021 (د2)	**المسألة العشرون:** محلولٌ مائي مشبع لملح كلوريد الفضة AgCl ذوبانيّته $S=2.5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$. المطلوب: 1- اكتب معادلة التوازن غير المتجانس لهذا الملح. 2- احسب قيمة ثابت جداء الذوبان K_{sp} لهذا الملح. 3- يُضاف إلى محلول الملح السّابق مسحوق من ملح كلوريد البوتاسيوم KCl بحيث يصبح تركيز هذا الملح في المحلول $0.5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ بيّن بالحساب إن كان قسم من ملح كلوريد الفضة يترسّب أم لا.

ورقة عمل في المحاليل المائية للأملاح

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكل ممّا يأتي:

1- الملح الذوّاب الذي يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

a	KNO_3	b	Na_2SO_4	c	NH_4Cl	d	$AgCl$

توضيح الإجابة:

الملح	ذوّاب	يتحلمه
KNO_3	✓	×
Na_2SO_4	✓	×
NH_4Cl	✓	✓
$AgCl$	×	×

2- الملح الذوّاب الذي لا يتحلمه في الماء من بين الأملاح الآتية هو:

a	$CaSO_4$	b	$NaNO_3$	c	NH_4Cl	d	$HCOONH_4$

توضيح الإجابة:

الملح	ذوّاب	لا يتحلمه
$CaSO_4$	×	✓
$NaNO_3$	✓	✓
NH_4Cl	✓	×
$HCOONH_4$	✓	✓

3- الأيون الحياديّ الذي لا يتحلمه من الأيونات الآتية هو:

a	CH_3COO^-	b	SO_4^{2-}	c	CN^-	d	NH_4^+

4- الملح الذّواب الذي قيمة pH < 7 لمحلوله المائيّ من بين الأملاح الآتية المتساوية التّراكيز هو:

a	KCl	b	KCN	c	NH_4NO_3	d	Na_2SO_4

5- المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التّراكيز هو:

a	$NaCl$	b	CH_3COONH_4	c	NH_4NO_3	d	CH_3COONa

6- نحل ملح في الماء المقطّر فيكون وسط المحلول النّاتج حمضيّاً إذا كان الملح المنحل هو: دورة 2011 الأولى

a	NH_4Cl	b	CH_3COONa	c	$NaCl$	d	KCN

7- المحلول المنظّم (الموقي) هو محلول مائي لمزيج حمض ضعيف مع: دورة 2016 الثانية

a	حمض قوي.	b	أساس ضعيف ذوّاب.	c	أساس قوي.	d	أحد أملاحه الذوّابة.

8- يحصل توازن غير متجانس بين الطّور الصّلب والطّور المذاب في محلول لملح قليل الذّوبان هو:

a	$(NH_4)_3PO_4$	b	$Pb(NO_3)_2$	c	Na_2SO_4	d	$PbCrO_4$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكل ممّا يأتي:

1- تتمتّع الأملاح بخاصيّة قطبيّة. دورة 2018 الأولى

الجواب: لأنّ الأملاح مركّبات أيونيّة تتألف من جزأين: جزء أساسيّ موجب، وجزء حمضيّ سالب.

2- يُعدّ ملح نترات الأمونيوم جيّد الذّوبان بالماء.

الجواب: لأنّ قوى التجاذب بين أيونات هذا الملح أقل من قوى التجاذب التي تنشأ بين هذه الأيونات وجزيئات الماء أثناء الذوبان.

3- يُعدّ ملح كرومات الرّصاص قليل الذّوبان بالماء.

الجواب: لأنّ قوى التجاذب بين أيونات هذا الملح أكبر من قوى التجاذب التي تنشأ بين هذه الأيونات وجزيئات الماء أثناء الذوبان.

4- لا يُعدُّ ذوبان ملح نترات البوتاسيوم في الماء تفاعل حلمهة. دورة 2019 الأولى

الجواب: لأنّ أيونات هذا الملح حياديّة لا تتحلمه (لا تتفاعل مع الماء).

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس، ثمّ اكتب عبارة ثابت جداء الذّوبان لكلّ من الأملاح الآتية:

كبريت الرصاص، كربونات الباريوم، كربونات المغنزيوم، كرومات الفضة.

الجواب:

كبريت الرصاص	$PbS_{(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$	$K_{sp} = [Pb^{2+}].[S^{2-}]$
كربونات الباريوم	$BaCO_{3(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$	$K_{sp} = [Ba^{2+}].[CO_3^{2-}]$
كربونات المغنزيوم	$MgCO_{3(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$	$K_{sp} = [Mg^{2+}].[CO_3^{2-}]$
كرومات الفضة	$Ag_2CrO_{4(s)} \rightleftharpoons 2Ag^{+}_{(aq)} + CrO^{2-}_{4(aq)}$	$K_{sp} = [Ag^{+}]^2.[CrO_4^{2-}]$

2- يحوي بيشر محلول مشبع لملح كرومات الرّصاص قليل الذّوبان بالماء، يُضاف إليه قطرات من محلول نترات الرّصاص عديم اللّون. فيتشكّل راسب من كرومات الرّصاص. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لملح كرومات الرّصاص.

b) اشرح آلية التّرسيب التي حدثت لقسم من هذا الملح.

c) اقترح طريقة ثانية لترسيب قسم من هذا الملح.

d) اقترح طريقة لفصل المحلول عن الرّاسب.

الجواب:

(a

$$PbCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CrO^{2-}_{4(aq)}$$

(b

$$Pb(NO_3)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Pb^{2+}_{(aq)} + 2NO^{-}_{3(aq)}$$

$$PbCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CrO^{2-}_{4(aq)}$$

يزداد تركيز الأيون المشترك $[Pb^{2+}]$ في المحلول ⇐ يختل التوازن ويُرجّح التفاعل بالاتجاه العكسيّ (حسب قاعدة لوشاتولييه) ⇐ يترسّب قسم من ملح $PbCrO_4$ لإعادة التوازن من جديد.

c) نضيف مركّب:

- تام التأيّن (ذوّاب).
- يحوي أيّون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذّوبان.

مثال: Na_2CrO_4 أو: K_2CrO_4

d) بالترشيح.

3- محلولٌ مائيٌّ مشبعٌ لملح فوسفات الفضّة قليل الذّوبان في الماء. **المطلوب:**

a) اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح.

b) اكتب عبارة ثابت جداء الذّوبان.

c) اقترح طريقة لترسيب هذا الملح في محلوله.

d) اشرح آلية إذابة هذا الملح في محلوله المشبعّ بإضافة حمض كلور الماء إليه.

الجواب:

(a

$$Ag_3PO_{4(s)} \rightleftharpoons 3Ag^{+}_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)}$$

(b

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

c) نضيف مركّب:

- تام التأيّن (ذوّاب).
- يحوي أيّون يماثل أحد أيونات الملح قليل الذّوبان.

مثال: $AgNO_3$ أو: Na_3PO_4

(d

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \longrightarrow Cl^{-}_{(aq)} + H_3O^{+}_{(aq)}$$

$$Ag_3PO_{4(s)} \rightleftharpoons 3Ag^{+}_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)}$$

تتّحد أيونات الهدرونيوم H_3O^+ مع أيونات الفوسفات PO_4^{3-} ⇐ يتشكّل حمض الفوسفور H_3PO_4 ضعيف التّأين ⇐ ينقص $[PO_4^{3-}]$ ويُرجّح التّفاعل بالاتّجاه المباشر (حسب قاعدة لوشاتولييه) ⇐ يذوب قسم من ملح Ag_3PO_4 لإعادة التّوازن من جديد.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: دورة 2018 الأولى

محلول مائيّ لملح سيانيد الصوديوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ ، فإذا علمت أنّ قيمة ثابت تأيّن حمض سيانيد الهيدروجين 5×10^{-10}. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

2- احسب قيمة ثابت حلمهة هذا الملح.

3- احسب قيمة pH المحلول.

4- يُضاف إلى محلول الملح السّابق قطرات من هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ **المطلوب:**

احسب النّسبة المئويّة المتحلمهة من ملح سيانيد الصوديوم في هذه الحالة.

الحل:

سيانيد الصوديوم

$K_a = 5\times10^{-10}$ — $NaCN$ — $0.05\ mol.L^{-1}$

Na^+	CN^-
أيون ناتج عن أساس قوي (جزء قوي)	أيون ناتج عن حمض ضعيف (جزء ضعيف)
أيون حياديّ (لا يتحلمه)	يتحلمه
الوسط أساسي $pH > 7$	K_a

1- إماهة:

$$NaCN \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CN^-$$

حلمهة:

$$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$$

2- حساب قيمة ثابت الحلمهة $K_h = ?$:

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{5\times10^{-10}}$$

$$\boxed{\Rightarrow K_h = 0.2\times10^{-4}}$$

3- حساب قيمة pH = ? المحلول:

	$CN^- + H_2O \rightleftharpoons$	HCN	$+ OH^-$
		0	0
		x	x
		$0.05-x$	

$$K_h = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]} = \frac{x^2}{0.05-x}$$

تُهمل x في المقام لصغرها

$$K_h = \frac{x^2}{0.05} \Rightarrow 2\times10^{-5} = \frac{x^2}{0.05}$$

$$\boxed{\Rightarrow x = 10^{-3}\ mol.L^{-1}}$$

$$[OH^-] = x = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

وحسب عبارة ثابت تأيّن الماء:

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

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$$

$$\boxed{\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-11}\ mol.L^{-1}}$$

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

4- حساب النسبة المئويّة المتحلمهة من الملح:

	$NaOH \longrightarrow$	Na^+	$+ OH^-$
		0	0
		0.1	0.1

	$CN^- + H_2O \rightleftharpoons$	HCN	$+ OH^-$
		0	0.1
		x'	$0.1+x'$
		$0.05-x'$	

$$K_h = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]} = \frac{x'(0.1+x')}{0.05-x'}$$

تُهمل x' المطروحة في المقام والمُضافة في البسط لصغرها:

$$\Rightarrow K_h = \frac{0.1x'}{0.05}$$

$$0.2\times10^{-4} = \frac{0.1x'}{0.05}$$

$$\boxed{\Rightarrow x' = 10^{-5}\ mol.L^{-1}}$$

كل $0.05\ mol.L^{-1}$ من الملح يتحلمه منه $x = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ من الملح يتحلمه منه $Z\ mol.L^{-1}$

$$\Rightarrow Z = \frac{10^{-5}\times100}{0.05} = 0.02\ mol.L^{-1}$$

وكنسبة مئويّة:

$0.02\ \%$

المسألة الثانية: دورة 2019 الأولى

محلول مائيّ لملح خلات البوتاسيوم تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ له قيمة $pH = 9$. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة حلمهة هذا الملح.

2- احسب قيمة $[OH^-]$.

3- احسب ثابت الحلمهة K_h.

4- احسب ثابت تأيّن حمض الخل.

الحل:

خلات البوتاسيوم

$pH = 9$ — CH_3COOK — $0.05\ mol.L^{-1}$

CH_3COO^-	K^+
أيون ناتج عن حمض قوي (جزء قوي)	أيون ناتج عن أساس قوي (جزء قوي)
يتفاعل مع الماء (يتحلمه)	أيون حيادي (لا يتحلمه)
K_a	الوسط أساسي $pH > 7$

1 و 2-

إماهة:

$$CH_3COOK \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + K^+$$

حلمهة:

	CH_3COO^-	$+ H_2O \rightleftharpoons$	CH_3COOH	$+ OH^-$
	0.05		0	0
	$0.05 - x$		x	x

$$K_h = \frac{[CH_3COOH].[OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{x^2}{0.05 - x}$$

تُهمل x في المقام لصغرها

$$K_h = \frac{x^2}{0.2}$$

ولكن:

$$pH = 9 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9}\ mol.L^{-1}$$

وحسب عبارة ثابت تأيّن الماء:

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

$$\Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}}$$

$$\boxed{\Rightarrow [OH^-] = 10^{-5}\ mol.L^{-1}}$$

3- حساب قيمة ثابت الحلمهة $K_h = ?$:

$$K_h = \frac{x^2}{0.05 - x} = \frac{(10^{-5})^2}{0.05}$$

$$\boxed{\Rightarrow K_h = 2 \times 10^{-9}}$$

4- حساب النسبة المئويّة المتحلمهة من الملح:

كل $0.05\ mol.L^{-1}$ من الملح يتحلمه منه $x = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$

كل $100\ mol.L^{-1}$ من الملح يتحلمه منه $Z\ mol.L^{-1}$

$$\Rightarrow Z = \frac{10^{-5} \times 100}{0.05} = 0.02\ mol.L^{-1}$$

وكنسبة مئويّة:

$0.02\ \%$

أسامة الحصري

المسألة الثالثة: إذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء الذّوبان لملح كبريتات الباريوم تساوي 10^{-10}. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة التّوازن غير المتجانس لهذا الملح.

2- احسب تركيز كلّ من أيونات الكبريتات وأيونات الباريوم في المحلول.

3- احسب الذّوبانيّة الكتليّة لمحلول هذا الملح.

4- نضيف إلى المحلول السّابق مسحوق كبريتات الصوديوم بحيث يصبح تركيزه في المحلول $4\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$ **المطلوب:**

هل يترسّب ملح كبريتات الباريوم أم لا. وضّح ذلك حسابيّاً وهل يتّفق ذلك مع قاعدة لوشاتولييه. علّل إجابتك.

الحل:

1- معادلة التوازن غير المتجانس:

$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$S \qquad S \qquad S$$

2- حساب قيمة $[Ba^{2+}] = ?$ و $[SO_4^{2-}] = ?$ **في المحلول:**

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

$$K_{sp} = S \times S$$

$$K_{sp} = S^2$$

$$10^{-10} = S^2$$

$$\Rightarrow S = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

$$[Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

3- حساب قيمة $S_{g.L^{-1}} = ?$:

$$S_{g.L^{-1}} = S_{mol.L^{-1}} \times M_{(AgCl)}$$

$$S_{g.L^{-1}} = 10^{-5} \times 233$$

$$\Rightarrow S_{g.L^{-1}} = 233\times10^{-5}\ g.L^{-1}$$

حيث:

$$M_{(BaSO_4)} = 137 + 32 + 16(4) = 233\ g.mol^{-1}$$

(a

$$Na_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

بدء	4×10^{-5}	0	0
نهاية	0	8×10^{-5}	4×10^{-5}

$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$S \qquad S \qquad 4\times10^{-5}+S$$

لمعرفة إن كان الملح $BaSO_4$ يترسب أو لا: نحسب الجداء الأيونيّ Q ونقارنه مع ثابت جداء الذوبان K_{sp}:

نحسب أولاً تركيز الأيّون المشترك $[SO_4^{2-}]'$:

$$[SO_4^{2-}]' = 4\times10^{-5} + S$$

$$[SO_4^{2-}]' = 4\times10^{-5} + 10^{-5}$$

$$\Rightarrow [SO_4^{2-}]' = 5\times10^{-5}\ mol.L^{-1}$$

نحسب الجداء الأيونيّ $Q = ?$:

$$Q = [Ba^{2+}].[SO_4^{2-}]'$$

$$Q = (10^{-5}).(5\times10^{-5})$$

$$\Rightarrow Q = 5\times10^{-10}$$

بالمقارنة نجد أنّ: $Q > K_{sp} \Rightarrow$ يترسّب قسم من ملح $BaSO_4$.

المسألة الرابعة: نضيف $100\ mL$ من محلول نترات الفضة تركيزه $0.04\ mol.L^{-1}$ إلى $400\ mL$ من محلول كبريتات الصوديوم تركيزه $0.02\ mol.L^{-1}$ فإذا علمت أنّ قيمة ثابت جداء ذوبان ملح كبريتات الفضة تساوي 135×10^{-7} **المطلوب:**

بيّن حسابياً هل يترسب ملح كبريتات الفضة أم لا.

الحل:

① $AgNO_3$	② Na_2SO_4
$0.04\ mol.L^{-1}$ $100\ mL$	$0.02\ mol.L^{-1}$ $400\ mL$
③ Ag_2SO_4	
$K_{sp}=135\times10^{-7}$	

يصبح الحجم الجديد بعد الإضافة:

$$V' = 100+400 = 50\ mL = 0.5\ L$$

نحسب التراكيز الجديدة بعد الإضافة:

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

$$CV = C'V'$$

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

$$[AgNO_3] = \frac{0.04\times100\times10^{-3}}{0.5} = 8\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$[Na_2SO_4] = \frac{0.02\times400\times10^{-3}}{0.5} = 16\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$AgNO_3 \xrightarrow{H_2O} Ag^+ + NO_3^-$$

بدء	8×10^{-3}	0	0
نهاية	0	8×10^{-3}	8×10^{-3}

$$\Rightarrow [Ag^+] = 8\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$$Na_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

بدء	16×10^{-3}	0	0
نهاية	0	32×10^{-3}	16×10^{-3}

$$\Rightarrow [SO_4^{2-}] = 16\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

معادلة التوازن غير المتجانس لملح Ag_2SO_4 :

$$Ag_2SO_{4(s)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

نحسب الجداء الأيونيّ Q = ? :

$$Q = [Ag^+]^2.[SO_4^{2-}]$$

$$Q = (8\times10^{-3})^2.(16\times10^{-3})$$

$$Q = 1024\times10^{-9}$$

$$\Rightarrow Q = 10.24\times10^{-7}$$

بالمقارنة نجد أنّ: $Q < K_{sp} \Leftarrow$ لا يترسّب قسم من ملح Ag_2SO_4.

أسئلة دورات الوحدة الرابعة: الدرس الثالث: المعايرة الحجمية

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

2014 (د1)

1- لزم لتعديل 50 mL من محلول لحمض الكبريت تعديلاً تاماً 40 mL من محلول الصّود الكاوي الذي تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ فيكون تركيز حمض الكبريت:

$0.08\ mol.L^{-1}$	d	$0.04\ mol.L^{-1}$	c	$0.2\ mol.L^{-1}$	b	$0.4\ mol.L^{-1}$	a

2013 (د2)

2- نأخذ 20 mL من محلول حمض كلور الماء ذي التركيز $0.1\ mol.L^{-1}$ ونمدّده بالماء المقطر ليصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ فيكون حجم الماء المضاف مقدراً بـ mL هو:

220	d	200	c	180	b	20	a

2010

3- نمدّد عشر مرات محلولاً لهدروكسيد الصّوديوم ذي pH = 12 فنحصل على محلول تبلغ قيمة الـ pH فيه:

13	d	9	c	11	b	11.6	a

2009

4- محلول لحمض كلور الماء حجمه V له قيمة pH = 2 نمدّده بالماء المقطّر حتى تصبح قيمة pH = 3 عندها يصبح الحجم الجديد V' له:

$2V$	d	$3V$	c	$100V$	b	$10V$	a

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

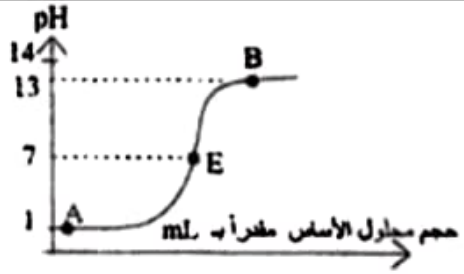
2003 2005

1- المشعر المفضّل لمعايرة (حمض قوي – أساس قوي) هو أزرق بروم التيمول.

ثالثاً: أجب عن الأسئلة الآتية:

2017 (د2)

1- يبيّن الشّكل المجاور منحني معايرة حمض قوي بأساس قوي.



المطلوب:

a) اكتب المعادلة الأيونية المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

b) ماذا تسمّى النّقطة E.

c) حدّد طبيعة الوسط عند كلٍ من النقاط (A , B , E).

2021 (د2)

2- نعاير حمض النمل HCOOH بهدروكسيد الصوديوم NaOH المطلوب:

a) ما طبيعة الوسط عند نهاية المعايرة. ولماذا.

b) ما المشعر المناسب لهذه المعايرة.

رابعاً: حل المسائل الآتية:

2014 (د1)

المسألة الأولى: لتعديل 30 mL من محلول حمض الكبريت تركيزه $0.04\ mol.L^{-1}$ لزمَ 10 mL من محلول البوتاس الكاويّ حتى تمام المعايرة. المطلوب:

1- اكتب المعادلة الأيونيّة لتفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب تركيز محلول البوتاس الكاويّ المستعمل مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ ثمّ $g.L^{-1}$

3- احسب حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى 40 mL من محلول حمض الكبريت السّابق ليصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$

2014 (د2)

المسألة الثانية: نعاير 10 mL من محلول حمض الخل فيلزم 8 mL من محلول هدروكسيد الصّوديوم ذي التركيز $0.01\ mol.L^{-1}$ حتى تمام المعايرة. المطلوب:

1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب تركيز محلول حمض الخل المستعمل.

3- احسب تركيز محلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق مقدّراً بـ $g.L^{-1}$.

4- احسب حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى 20 mL من محلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق ليصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$

2015 (د1)	**المسألة الثالثة:** أذيب 6.36 g من كربونات الصّوديوم اللامائيّة Na_2CO_3 في الماء المقطر. وأكمل حجم المحلول إلى 100 mL. المطلوب: 1- احسب تركيز محلول ملح كربونات الصوديوم اللامائية مقدراً بـ $g.L^{-1}$ و $mol.L^{-1}$ 2- يُعاير حجم V من محلول حمض الكبريت تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ بمحلول الملح السّابق، فيلزم منه 50 mL حتى تمام المعايرة. المطلوب: a) اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن التفاعل الحاصل. b) احسب V حجم محلول حمض الكبريت اللازم حتى تمام المعايرة. c) احسب قيمة pOH محلول حمض الكبريت المستعمل.
2015 (د2)	**المسألة الرابعة:** لتعديل 50 mL من محلول حمض كلور الماء تعديلاً تاماً يلزم 20 mL من محلول هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- اكتب معادلة التّفاعل الحاصل. 2- احسب تركيز حمض كلور الماء المستعمل. 3- احسب تركيز محلول كلوريد البوتاسيوم الناتج عن المعايرة مقدراً بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$ 4- يُضاف 120 mL من الماء المقطر إلى حجم مناسب V من محلول هدروكسيد البوتاسيوم السّابق فيصبح تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ المطلوب: احسب الحجم V.
2016 (د1)	**المسألة الخامسة:** محلول هدروكسيد الصّوديوم تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- احسب $[H_3O^+]$ في هذا المحلول. 2- احسب قيمة pH هذا المحلول. 3- يُعاير 20 mL من محلول حمض النمل بمحلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق فيلزم 30 mL منه حتى تمام المعايرة. المطلوب: a) احسب تركيز محلول حمض النمل المستعمل. b) احسب كتلة حمض النمل في 100 mL من محلوله.
2016 (د2)	**المسألة السادسة:** يُعاير 10 mL من محلول حمض النمل بمحلول هدروكسيد الصّوديوم تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ فيلزم منه 8 mL حتى تمام المعايرة . المطلوب: 1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز حمض النمل المستعمل. 3- احسب كتلة حمض النمل اللازم لتحضير 0.5 L من محلوله السابق. 4- احسب حجم الماء المقطّر المضاف إلى 20 mL من محلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق ليصبح تركيزه $0.04\ mol.L^{-1}$
2017 (د1)	**المسألة السابعة:** عينة غير نقيّة من هدروكسيد الصّوديوم الصلب كتلتها 2 g تُذاب في الماء المقطر، ويكمل حجم المحلول إلى 100 mL، ثمّ يُعاير المحلول النّاتج بمحلول حمض الكبريت (بفرض الحمض تام التأيّن) تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ فلزم منه 40 mL لإتمام المعايرة. المطلوب: 1- اكتب المعادلة الأيونية المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز محلول هدروكسيد الصّوديوم المستعمل مقدراً بـ $mol.L^{-1}$. 3- احسب كتلة هدروكسيد الصّوديوم النّقي في العيّنة. 4- احسب النّسبة المئويّة للشوائب في العيّنة.

2017 (د2)	**المسألة الثامنة:** يُذاب 2 g من هدروكسيد الصوديوم الصلب النقي بالماء المقطّر. ثمّ يُكمل حجم المحلول إلى 0.5 L المطلوب: 1- احسب التّركيز المولي لمحلول هدروكسيد الصّوديوم النّاتج. 2- احسب قيمة pOH المحلول النّاتج. 3- يُعاير 100 mL من محلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق بمحلول حمض الخل تركيزه $5\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ، فيلزم منه V L حتى تمام المعايرة. المطلوب: a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل. b) احسب V حجم حمض الخل المستعمل. c) احسب كتلة الملح النّاتج عن تفاعل المعايرة الحاصل.
2018 (د1)	**المسألة التاسعة:** محلول مائيّ لحمض الخل تركيزه الابتدائيّ $0.05\ mol.L^{-1}$ ، وله pH = 3 . المطلوب: 1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. 2- احسب $[H_3O^+]$ في المحلول. 3- احسب قيمة ثابت تأيّن هذا الحمض. 4- لمعايرة محلول هدروكسيد الصّوديوم ذي التركيز $0.1\ mol.L^{-1}$ يلزم 40 mL من محلول الحمض السّابق. المطلوب حساب: a) حجم محلول هدروكسيد الصّوديوم اللازم لتمام المعايرة. b) كتلة هدروكسيد الصّوديوم اللازم لتحضير 0.8 L من محلوله السّابق.
2018 (د2)	**المسألة العاشرة:** محلولٌ مائيّ هدروكسيد الصوديوم تركيزه الابتدائيّ $0.1\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- احسب كتلة هدروكسيد الصوديوم لتحضير 0.5 L من محلوله السّابق. 2- يُعاير 10 mL من محلول حمض كلور الماء بمحلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق. فيلزم 40 mL منه حتى تمام المعايرة. المطلوب: a) اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. b) احسب تركيز محلول حمض كلور الماء المستعمل. c) احسب تركيز محلول ملح كلوريد الصّوديوم النّاتج عن المعايرة مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$
2019 (د1)	**المسألة الحادية عشرة:** يُعاير 10 mL من محلول حمض النمل فيلزم 20 mL من محلول هدروكسيد الصّوديوم تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ لتمام المعايرة. المطلوب: 1- اكتب المعادلة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز محلول حمض النمل المستعمل مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$ 3- احسب كتلة حمض النمل في 0.04 L من محلوله السّابق. 4- احسب حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى 0.6 L من محلول هدروكسيد الصّوديوم المستعمل ليصبح تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$
2019 (د2)	**المسألة الثانية عشرة:** يُعاير 30 mL من محلول هدروكسيد البوتاسيوم بمحلول حمض كلور الماء تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ فيلزم منه 50 mL لتمام المعايرة. المطلوب: 1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب تركيز محلول هدروكسيد البوتاسيوم المستعمل مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$ 3- احسب قيمة pOH محلول هدروكسيد البوتاسيوم المستعمل. 4- احسب حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى 20 mL من محلول الحمض السّابق ليصبح تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$

2020 (د1)	**المسألة الثالثة عشرة:** يُعاير $40\ mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ بمحلول هدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.8\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب حجم محلول هدروكسيد البوتاسيوم اللازم لإتمام المعايرة. 3- احسب كتلة ملح كلوريد البوتاسيوم النّاتج عن المعايرة. 4- احسب حجم الماء المقطّر اللازم إضافته إلى $100\ mL$ من محلول الحمض السّابق ليصبح تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ 5- اكتب اسم أفضل مشعر واجب استعماله في هذه المعايرة.
2020 (د2)	**المسألة الرابعة عشرة:** محلولٌ مائيّ لحمض الأزوت تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ المطلوب: 1- اكتب معادلة تأيّن هذا الحمض. 2- احسب قيمة pH محلول الحمض السّابق. 3- يُعاير $50\ mL$ من محلول الحمض السّابق بمحلول هدروكسيد الصّوديوم ذي التّركيز $0.2\ mol.L^{-1}$ المطلوب: a) احسب حجم محلول هدروكسيد الصّوديوم اللازم لإتمام المعايرة. b) احسب كتلة هدروكسيد الصّوديوم في $200\ mL$ من محلوله المستعمل. c) ما طبيعة الوسط عند الوصول لنقطة نهاية المعايرة. علّل إجابتك.
2021 (د1)	**المسألة الخامسة عشرة:** يُعاير $20\ mL$ من محلول هدروكسيد الصوديوم باستخدام محلول حمض الكبريت تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$ فيلزم لاتمام المعايرة $5\ mL$ من هذا الحمض. المطلوب: 1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة الحاصل. 2- احسب حجم محلول هدروكسيد الصوديوم المستعمل مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ و $g.L^{-1}$. 3- احسب التركيز المولي لمحلول ملح كبريتات الصوديوم النّاتج عن المعايرة.

ملاحظة: الأوزان الذريّة: (C:12 , H:1 , S:32, O:16 , Na:23 , K:39 , Cl:35.5 , N:14)

أ. أسامة الحصري

ورقة عمل في المعايرة الحجمية

أولاً: اختر الإجابة الصّحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- المُشعر الذي يحدّد بدقّة أكبر، نقطة نهاية معايرة أساس قوي بحمض قوي هو:

a	أزرق بروم التيمول.	b	فينول فتالئين.	c	أحمر المتيل.	d	الهليانتين.

2- عند معايرة حمض النّمل بهدروكسيد البوتاسيوم يكون عند نقطة نهاية المعايرة:

a	$pH > 7$	b	$pH < 7$	c	$pH = 7$	d	$pH \leq 7$

3- قيمة pH المحلول النّاتج عن معايرة حمض قوي بأساس قوي:

a	5	b	7	c	9	d	11

4- لزم لتعديل 50 mL من محلول لحمض الكبريت تعديلاً تاماً 40 mL من محلول الصّود الكاوي الذي تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ فيكون تركيز حمض الكبريت مقدراً بـ $mol.L^{-1}$: دورة 2014 الأولى

a	0.4	b	0.2	c	0.04	d	0.08

توضيح الإجابة: عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(H_3O^+)} = n_{2(OH^-)}$$
$$2 \times n_{1(H_2SO_4)} = 1 \times n_{2(NaOH)}$$
$$2 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$$
$$2 \times C_1 \times 50 = 0.1 \times 40$$
$$\Rightarrow C_1 = 0.04\ mol.L^{-1}$$

ثانياً: أعطِ تفسيراً علميّاً لكلّ ممّا يأتي:

1- عند معايرة حمض الخل بمحلول لهدروكسيد البوتاسيوم يكون المحلول النّاتج قلويّاً.

الجواب: لأنّ الملح النّاتج CH_3COOK يحوي أيون CH_3COO^- الذي يسلك سلوك أساس ضعيف.

2- تكون قيمة $pH < 7$ عند معايرة محلول لهدروكسيد الأمونيوم بمحلول لحمض كلور الماء.

الجواب: لأنّ الملح النّاتج NH_4Cl يحوي أيون NH_4^+ الذي يسلك سلوك حمض ضعيف.

3- عند معايرة حمض حمض ضعيف بأساس قويّ يكون المشعر المناسب فينول فتالئين.

الجواب: لأنّ مداه $8.2 \rightarrow 10$ يحوي قيمة pH نقطة نهاية المعايرة.

4- استخدام أحد مشعرات (حمض – أساس) في معايرة التّعديل.

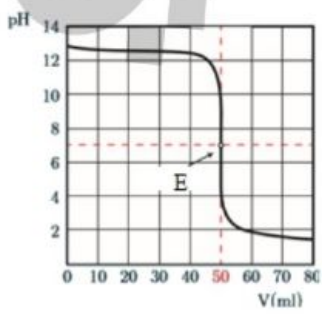
الجواب: لتحديد نقطة نهاية المعايرة.

5- المشعر المفضّل لمعايرة (حمض قوي – أساس قوي) هو أزرق بروم التيمول. دورة 2003، 2005

الجواب: لأنّ مداه $6 \rightarrow 7.6$ يحوي قيمة pH نقطة نهاية المعايرة.

ثالثاً: أجب عن السؤال الآتي:

يُمثّل الخط البيانيّ الآتي منحني معايرة محلول لهدروكسيد الصوديوم بحمض الآزوت. **المطلوب:**



1- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2- ماذا تُسمّى النقطة E.

3- ما قيمة pH المحلول في كل من الحالتين الآتيتين:

a) لحظة بدء المعايرة.

b) عند نقطة نهاية المعايرة. فسّر ذلك.

4- ما هو المشعر المفضّل استعماله في هذه المعايرة. فسّر إجابتك.

أ. أسامة الحصري

الجواب:

1- معادلة التفاعل الحاصل: $HCl + NH_4OH \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$

2- تُسمّى النقطة E نقطة نهاية المعايرة.

a) $pH = 13$ لحظة بدء المعايرة.

b) $pH = 7$ عند نقطة نهاية المعايرة، لأنّ المعايرة تتمّ بين حمض قويّ وأساس قويّ، فتكون أيونات الملح الناتج NaCl حياديّة لا تتفاعل مع الماء (لا تتحلمه).

رابعاً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: دورة 2017 الأولى

عينة غير نقيّة من هدروكسيد الصوديوم الصّلب كتلتها 2 g تُذاب في الماء المقطّر، ويُكمل حجم المحلول إلى 100 mL، ثمّ يُعاير المحلول النّاتج بمحلول حمض الكبريت الذي تركيزه $0.5\ mol.L^{-1}$ فلزم منه 40 mL لإتمام المعايرة. **المطلوب:**

1- اكتب المعادلة الأيونيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

2- احسب تركيز محلول هدروكسيد الصوديوم المستعمل.

3- احسب كتلة هدروكسيد الصوديوم النّقي في العيّنة.

4- احسب النّسبة المئويّة للشّوائب في العيّنة.

الأوزان الذريّة: $Na:23\ ,\ O:16\ ,\ H:1$

المعطيات:

H_2SO_4	NaOH
$C_1 = 0.5\ mol.L^{-1}$ $V_1 = 40\ mL$	$C_2 = ?$ $V_2 = 100\ mL$

الحل:

1- المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

2- حساب تركيز محلول هدروكسيد البوتاسيوم المستعمل $C_2 = ?$:

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(H_3O^+)} = n_{2(OH^-)}$$

$$2 \times n_{1(H_2SO_4)} = 1 \times n_{2(NaOH)}$$

$$2 \times C_1V_1 = 1 \times C_2V_2$$

$$2 \times 0.5 \times 40 = 1 \times C_2 \times 100$$

$$\Rightarrow C_2 = 0.4\ mol.L^{-1}$$

3- حساب كتلة KOH النقيّة $m = ?$:

$$m = C_{mol.L^{-1}}\ V\ .M_{(KOH)}$$

$$m = 0.4 \times 100 \times 10^{-3} \times 40$$

(تحويل إلى L) ، (حجم المحلول كاملاً)

$$\Rightarrow m = 1.6\ g$$

حيث:

$$M_{(NaOH)} = 23 + 16 + 1 = 40\ g.mol^{-1}$$

4- حساب النسبة المئويّة للشّوائب في العيّنة:

كتلة الشوائب = كتلة العيّنة غير النقيّة − كتلة العيّنة النقيّة

كتلة الشّوائب = 2 − 1.6

كتلة الشّوائب = 0.4 g

كل 2 g من العيّنة غير النقيّة تحوي 0.4 g شوائب.

كل 100 g من العيّنة غير النقيّة تحوي Z g شوائب.

$$\Rightarrow Z = \frac{0.4 \times 100}{2} = 20\ g$$

وكنسبة مئويّة: 20 %

أسامة الحصري

المسألة الثانية: دورة 2017 الثانية

يُذاب 2 g من هدروكسيد الصوديوم الصّلب النّقي بالماء المقطّر ثمّ يُكمل حجم المحلول إلى 0.5 L **المطلوب:**

1- احسب التّركيز المولي لمحلول هدروكسيد الصّوديوم النّاتج.

2- احسب قيمة pOH المحلول النّاتج.

3- يُعاير 100 mL من محلول هدروكسيد الصّوديوم السّابق بمحلول حمض الخل تركيزه $5\times10^{-2}\ \text{mol.L}^{-1}$ فيلزم منه V L حتى تمام المعايرة. **المطلوب:**

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة الحاصل.

b) احسب V حجم حمض الخل المُستعمل.

c) احسب كتلة الملح النّاتج عن تفاعل المعايرة الحاصل.

الأوزان الذريّة: $\text{Na}:23\ ,\ \text{O}:16\ ,\ \text{H}:1$

الحل:

1- حساب قيمة $C_{mol.L^{-1}}$:

طريقة أولى:

$$n=\frac{m}{M_{(NaOH)}}=\frac{2}{40}$$

$$\Rightarrow n=0.05\ \text{mol}$$

$$C_{mol.L^{-1}}=\frac{n}{V}=\frac{0.05}{0.5}$$

$$\boxed{\Rightarrow C_{mol.L^{-1}}=0.1\ \text{mol.L}^{-1}}$$

طريقة ثانية:

$$C_{g.L^{-1}}=\frac{m}{V}=\frac{2}{0.5}$$

$$\Rightarrow C_{g.L^{-1}}=4\ \text{g.L}^{-1}$$

$$C_{mol.L^{-1}}=\frac{C_{g.L^{-1}}}{M}=\frac{4}{40}$$

$$\boxed{\Rightarrow C_{mol.L^{-1}}=0.1\ \text{mol.L}^{-1}}$$

حيث: $M_{(NaOH)}=23+16+1=40\ \text{g.mol}^{-1}$

2- حساب قيمة pOH المحلول:

بما أنّ هدروكسيد الصوديوم أساس قوي أحادي الوظيفة الأساسيّة وتام التأيّن يكون:

$$[OH^-]=C_b$$

$$\boxed{\Rightarrow [OH^-]=0.1\ \text{mol.L}^{-1}}$$

$$\text{pOH}=-\log[OH^-]$$

$$\text{pOH}=-\log(10^{-1})$$

$$\boxed{\Rightarrow \text{pOH}=1}$$

2-

a) معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:

$$CH_3COOH+NaOH\longrightarrow CH_3COONa+H_2O$$

b) حساب حجم حمض الخل المستعمل $V_1=?$:

CH_3COOH	$NaOH$
$C_1=5\times10^{-2}\ \text{mol.L}^{-1}$ $V_1=?\ \text{L}$	$C_2=0.1\ \text{mol.L}^{-1}$ $V_2=100\ \text{mL}$

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(CH_3COOH)}=n_{2(OH^-)}$$

$$1\times n_{1(CH_3COOH)}=1\times n_{2(NaOH)}$$

$$1\times C_1V_1=1\times C_2V_2$$

$$1\times5\times10^{-2}\times V_1=1\times0.1\times100$$

$$\boxed{\Rightarrow V_1=200\ \text{mL}=0.2\ \text{L}}$$

c) حساب كتلة الملح النّاتج عن المعايرة $m=?$:

$$CH_3COOH+NaOH\longrightarrow CH_3COONa+H_2O$$

1 mol		1 mol	
n_1 mol		n_3 mol	

$$1\times n_{1(CH_3COOH)}=1\times n_{3(CH_3COONa)}$$

$$1\times C_1V_1=1\times C_3V_3$$

$$1\times5\times10^{-2}\times200=C_3\times(200+100)$$

$$\boxed{\Rightarrow C_3=\frac{1}{30}\ \text{mol.L}^{-1}}$$

$$m=C_{mol.L^{-1}}V.M_{(CH_3COONa)}$$

$$m=\frac{1}{30}\times300\times10^{-3}\times82$$

$$\boxed{\Rightarrow m=0.82\ \text{g}}$$

حيث:

$$M_{(CH_3COONa)}=12+1(3)+12+16(2)+23=82\ \text{g.mol}^{-1}$$

أ. أسامة الحصري

المسألة الثالثة: دورة 2016 الأولى

محلول هدروكسيد الصّوديوم تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$ **المطلوب:**

1- احسب قيمة $[H_3O^+]$ في هذا المحلول.

2- احسب قيمة pH هذا المحلول.

3- يُعاير $20\ mL$ من محلول حمض النّمل بمحلول هدروكسيد الصوديوم السّابق فيلزم $30\ mL$ منه حتى تمام المعايرة. **المطلوب:**

a) احسب تركيز محلول حمض النّمل المستعمل.

b) احسب كتلة حمض النّمل في $100\ mL$ من محلوله.

الأوزان الذريّة: $C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1$

الحل:

1- حساب قيمة $[H_3O^+]$ في المحلول:

بما أنّ هدروكسيد الصوديوم أساس قوي أحادي الوظيفة الأساسيّة وتام التأيّن يكون:

$$[OH^-] = C_b$$

$$\Rightarrow [OH^-] = 0.1\ mol.L^{-1}$$

حسب عبارة ثابت تأيّن الماء:

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

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

2- حساب قيمة pH المحلول:

$$pH = -\ell og[H_3O^+]$$

$$pH = -\ell og(10^{-13})$$

$$\Rightarrow pH = 13$$

3-

HCOOH	NaOH
$C_1 = ?$	$C_2 = 0.1\ mol.L^{-1}$
$V_1 = 20\ mL$	$V_2 = 30\ mL$

a) حساب تركيز محلول حمض النمل المستعمل $V_1 = ?$:

عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(HCOOH)} = n_{2(OH^-)}$$

$$1 \times n_{1(HCOOH)} = 1 \times n_{2(NaOH)}$$

$$1 \times C_1 V_1 = 1 \times C_2 V_2$$

$$1 \times C_1 \times 20 = 1 \times 0.1 \times 30$$

$$\Rightarrow C_1 = 0.15\ mol.L^{-1}$$

b) حساب كتلة حمض النمل في $100\ mL$ **من محلوله** $m = ?$:

$$m = C_{mol.L^{-1}}\ V\ M_{(HCOOH)}$$

$$m = 0.15 \times 100 \times 10^{-3} \times 46$$

$$\Rightarrow m = 0.69\ g$$

حيث:

$$M_{(HCOOH)} = 1+12+16(2)+1 = 46\ g.mol^{-1}$$

أ. أسامة الحصري

المسألة الرابعة: دورة 2004

محلول لحمض كلور الماء له قيمة pH=1 . **المطلوب:**

1- اكتب معادلة تأيّنه، وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد –لوري.

2- احسب تركيز محلول الحمض مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$.

3- لمعايرة 25 mL من محلول كربونات الصوديوم يلزم 50 mL من محلول الحمض السّابق. **المطلوب:**

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل المعايرة.

b) احسب تركيز محلول كربونات الصوديوم اللازم لإتمام المعايرة مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$ ثمّ $g.L^{-1}$

الأوزان الذريّة: $Na:23\ ,\ C:12\ ,\ O:16\ ,\ H:1\ ,\ S:32$

الحل:

1-

$$\underset{\text{حمض (1)}}{HCl} + \underset{\text{أساس (2)}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{أساس مرافق (1)}}{Cl^-} + \underset{\text{حمض مرافق (2)}}{H_3O^+}$$

2- حساب تركيز محلول حمض كلور الماء C_a:

$$pH=1 \Rightarrow [H_3O^+]=10^{-pH}=10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

بما أنّ حمض كلور الماء حمض قوي أحادي الوظيفة الحمضيّة وتام التأيّن يكون:

$$[H_3O^+]=C_a$$

$$\boxed{\Rightarrow C_a=10^{-1}=0.1\ mol.L^{-1}}$$

3-

HCl	Na_2CO_3
$C=0.1\ mol.L^{-1}$	$C^{\setminus}=?$
$V=?$	$V^{\setminus}=25\ mL$

a) معادلة تفاعل المعايرة الحاصل:

$$\underset{2\ mol}{2HCl} + \underset{1\ mol}{Na_2CO_3} \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

$$n_{(HCl)} \qquad n^{\setminus}_{(Na_2CO_3)}$$

b) عند نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$1\times n_{(HCl)}=2\times n^{\setminus}_{(Na_2CO_3)}$$

$$1\times C.V=2\times C^{\setminus}.V^{\setminus}$$

$$0.1\times 50=2\times C^{\setminus}\times 25$$

$$\boxed{\Rightarrow C^{\setminus}=0.1\ mol.L^{-1}}$$

$$C_{g.\ell^{-1}}=C_{mol.\ell^{-1}}.M_{(Na_2CO_3)}$$

$$C_{g.\ell^{-1}}=0.1\times 106$$

$$\boxed{C_{g.\ell^{-1}}=10.6\ g.L^{-1}}$$

حيث:

$$M_{(Na_2CO_3)}=23(2)+12+16(3)=106\ g.mol^{-1}$$

انتهت ورقة العمل

أ. أسامة الحصري

حل أسئلة دورات الكيمياء العضوية

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- عند أكسدة غول ثانوي نحصل على: دورة 2004

a	ألدهيد.	b	إيتر.	c	كيتون.	d	إستر.

2- نزع الهدروجين من غول ثانويّ في شروط مناسبة يعطي: دورة 2011 الأولى

a	ألدهيد.	b	حمض كربوكسيلي.	c	كيتون.	d	ألكِن.

3- المركّب الذي يُرجِع كاشف تولِن: دورة 2018 الثّانية

a	الإيتانول.	b	حمض الإيتانوئيك.	c	الإيتانال.	d	البروبانون.

ثانياً: أعطِ تفسيراً علمياً لكلّ ممّا يأتي:

1- **الحموض الكربوكسيلية السّائلة ذات درجات غليان أعلى من الأغوال الموافقة لها.** دورة 2003

الجواب: بسبب تفوّق الصفة القطبيّة لزمرة الكربوكسيل $-COOH$ (التي تحتوي على زمرتين قطبيتين زمرة الهدروكسيل $-OH$ وزمرة الكربونيل $C=O$) بالإضافة إلى تشكيل روابط هدروجينيّة بين جزيئات الحموض الكربوكسيلية.

2- **المركبات الكربونيلية غير قادرة على تشكيل روابط هدروجينية.** دورة 2007

الجواب: لعدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبيّة مثل: (N, O).

3- **درجة غليان الألدهيد أعلى من درجة غليان الإيتر الموافق له.** دورة 2016 الأولى

الجواب: لأنّ قطبيّة الرابطة $C=O$ في الألدهيدات أقوى من قطبية الرابطة $C-O-C$ في الإيترات.

4- **درجة غليان الأستر أقل من درجة غليان الحمض الكربوكسيلي الموافق له.** دورة 2016 الثّانية

الجواب: لعدم وجود روابط هدروجينية بين جزيئات الأسترات ووجود هذه الروابط بين جزيئات الحموض الكربوكسيليّة.

5- **نقصان مزوجيّة الحموض الكربوكسيلية في الماء بازدياد كتلتها المولية.** دورة 2017 الثّانية

الجواب: بسبب تناقص تأثير الجزء القطبي لزمرة الكربوكسيل $-COOH$ وازدياد تأثير الجزء غير القطبي R في الجزيء.

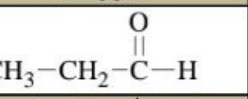
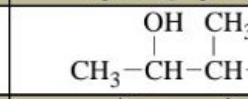
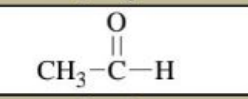
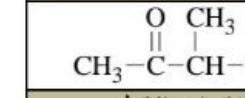
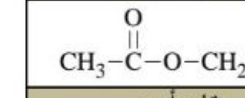
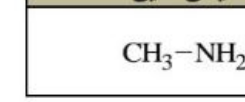
6- **تقاوم الكيتونات بصورة عامّة الأكسدة بالشروط العاديّة.** دورة 2018 الأولى

الجواب: لعدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بزمرة الكربونيل في الكيتونات.

ثالثاً: سمِّ المركبات الآتية: دورات (2002+2003+2005+2009+2011+2015+2016+2018)

$H-CHO$ ميتانال (فورم ألدهيد)	$CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-CH_3$ بروبان -2- ون (أسيتون)	$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-H$ 3- برومو بوتانال	$CH_3-CH(Br)-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-H$ 2- برومو بروبانال
$CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-CH_2-CH_3$ بوتان -2- ون	$CH_3-C(Cl)(=O)-CH_2-CH_3$ 3- كلورو بوتان -2- ون	$CH_3-CH(CH_3)-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-CH_2-CH_3$ 2- متيل بنتان -3- ون	
$H-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-OH$ حمض ميتانوئيك (حمض النمل)	$CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-OH$ حمض إيتانوئيك (حمض الخل)	$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-OH$ حمض بروبانوئيك	$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-OH$ حمض بوتانوئيك
$CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-O-C_6H_5$ إيتانوات الفنيل	$CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-O-C_2H_5$ إيتانوات الإتيل	$CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-NH_2$ إيتان أميد (أسيت أميد)	CH_3-NH_2 ميتان أمين
$CH_3-CH_2-NH_2$ إيتان أمين	$CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-NH-CH_3$ *N*- متيل إيتان أميد	$H-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle \|}{C}}-NH-CH_3$ *N*- متيل ميتان أميد	

رابعاً: اكتب الصيغة نصف المنشورة لكلّ من المركّبات الآتية: دورات (2011+2013+2014+2015+2016)

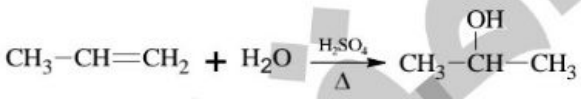
بروبان -2- ول	3- متيل بوتان -2- ول	إيتانال	بروبانال
			
2- برومو بروبانال	3- كلورو بوتانال	حمض-2- متيل بروبانوئيك	3- متيل بوتان -2- ون
			
2،4- ثنائي متيل بنتان-2- ون	3- متيل بنتان -2- ون	بروبانوات الإتيل	إيتانوات الإتيل
			
ميتانوات المتيل	إيتان أمين	*N*- متيل إيتان أمين	
	$CH_3-CH_2-NH_2$	$CH_3-CH_2-NH-CH_3$	

إيتان أمين	ميتان أمين
$CH_3-CH_2-NH_2$	CH_3-NH_2

خامساً: أجب عن الأسئلة الآتية:

1- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل ضمّ الماء إلى البروبن-1 بوجود حمض الكبريت كحفّاز، ثمّ اكتب اسم المركب العضويّ الناتج. دورة 2021 الثّانية

الجواب:



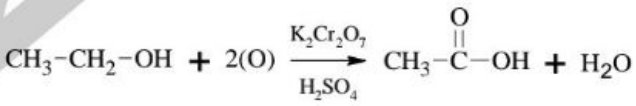
بروبان -2- ول

2- كيف يمكن التمييز بين الأغوال الأوليّة والثّانوية من حيث الأكسدة. دورة 1997

الجواب: عند أكسدة الغول الأولي نحصل على الألدهيد الموافق وباستمرار الأكسدة نحصل على الحمض الكربوكسيلي الموافق، أمّا عند أكسدة الغول الثانوي نحصل على الكيتون الموافق.

3- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الأكسدة التامّة للإيتانول بمؤكسد قوي، ثمّ اكتب اسم المركب العضويّ النّاتج. دورة 2018 الأولى

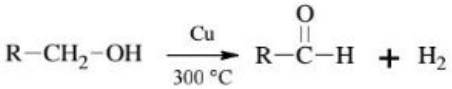
الجواب:



حمض إيتانوئيك

4- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن نزع الهدروجين من غول أوليّ في درجة حرارة مناسبة بوجود حفّاز (وسيط) ، ثمّ اكتب اسم هذا الحفّاز. دورة 2018 الثّانية

الجواب:



اسم الحفّاز: مسحوق النّحاس.

أ. أسامة الحصري

5- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الإيتانوئيك مع الميتانول.
بيّن اسم هذا النّوع من التّفاعلات وسمّ النّواتج. دورات (2011+2010+2007)

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + H_2O$$

إيتانوات الميتيل ماء

اسم التّفاعل: أسترة.

6- تتفاعل الحموض الكربوكسيلية وحيدة الوظيفة الحمضيّة مع الأغوال $R^{\backslash}-OH$ بوجود حمض الكبريت. المطلوب: دورة 2016 الثّانية

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

b) ماذا يسمى هذا التّفاعل.

الجواب:

a)

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + R'-OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + H_2O$$

b) اسم التّفاعل: أسترة.

7- اكتب الصّيغة العامّة للكيتونات، موضّحاً عليها استقطاب الزمرة الكربونيلية ثمّ بيّن لماذا لا تشكّل الكيتونات روابط هدروجينية بين جزيئاتها. دورة 2013 الثّانية

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O^{\delta-}}{\|}}{\underset{\delta+}{C}}-R'$$

لا تشكّل الكيتونات روابط هدروجينية بين جزيئاتها لعدم وجود ذرة هدروجين مرتبطة بذرة شديدة الكهرسلبيّة مثل: N, O

8- يتفاعل الألدهيد $R-CHO$ مع محلول فهلنغ، اكتب المعادلة المعبّرة عن هذا التّفاعل. دورات (2010 + 2013 الثانية)

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Cu^{2+} + 5OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط لوي}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + Cu_2O + 3H_2O$$

9- يتفاعل الإيتانال مع محلول فهلنغ، اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن هذا التفاعل، ووازنها. دورة 2015 الثّانية

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Cu^{2+} + 5OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط لوي}} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + Cu_2O + 3H_2O$$

10- يتفاعل الألدهيد $R-CHO$ مع محلول تولن، اكتب المعادلة المعبّرة عن هذا التّفاعل. دورة 2009

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + (2Ag^{+} + 3OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط لوي}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + 2Ag + 2H_2O$$

11- اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن ضم سيان الهدروجين إلى البروبانون (الأسيتون)، سمّ المركب النّاتج.

الجواب: دورات (1999+2013 الأولى+2017 الثانية)

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + HCN \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CN}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{C}}-CH_3$$

2- هدروكسي -2- متيل بروبان نتريل

12- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل اليود I_2 مع البروبانون (الأسيتون) في وسط حمضي. دورة 2014 الثّانية

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + I_2 \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-I + HBr$$

1- يودو بروبان -2- ون

13- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل حمض الإيتانوئيك مع NaOH ، ثمّ اكتب اسم المركب العضويّ النّاتج. دورة 2016 الثّانية

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + NaOH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + H_2O$$

خلات الصوديوم

14- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع كربونات الصوديوم ووازنها. دورة 2011

الجواب:

$$2\ R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2\ R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-ONa + H_2O + CO_2$$

15- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع خماسي كلور الفوسفور وسمّ النواتج. دورة 2006+2014 الأولى

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + PCl_5 \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + POCl_3 + HCl$$

كلور الأسيل — أوكسي كلور الفوسفور — غاز كلور الهدروجين

16- تتبلمه الحموض الكربوكسيلية بلمهة ما بين الجزيئية بوجود وسيط مناسب. اكتب المعادلة الكيميائية المعبّرة عن ذلك بالصيغ العامة، واذكر الوسيط المبلمه. دورة 2002 + 2007

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow{P_2O_5} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R + H_2O$$

الحفّاز المستعمل: خماسي أكسيد الفوسفور P_2O_5.

17- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل كلوريد الأستيل مع الفينول، وسمّ المركب العضويّ النواتج. دورة 2002 + 2007

الجواب:

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + C_6H_5-OH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_6H_5 + HCl$$

إيتانوات الفنيل

18- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن حلمهة الأسترات، ما هي نواتج الحلمهة. دورة 2004

الجواب:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R' + H_2O \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + R'-OH$$

حمض كربوكسيليّ — غول

سادساً: حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: نعامل $10\ mL$ من محلول الإيتانال بكميّة كافية من محلول فهلنغ فيتكوّن راسب أحمر آجرّي من أكسيد النّحاس (I) كتلته $0.72\ g$ **المطلوب:**

1- اكتب معادلة التفاعل واحسب تركيز الإيتانال مقدّراً بـ $mol.L^{-1}$.

2- للحصول على $10\ L$ من محلول الإيتانال السّابق نؤكسد الإيتانول وذلك بإمرار بخاره على مسحوق النّحاس المسخّن للدرّجة $300\ ^\circ C$.

المطلوب:

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التّفاعل الحاصل.

b) احسب كتلة الإيتانول اللازمة لذلك.

$C:12, O:16, H:1$

الحل: 1- معادلة التّفاعل الحاصل:

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + (2Cu^{2+}+5OH^-) \xrightarrow[\Delta]{\text{وسط قلوي}} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + Cu_2O + 3H_2O$$

1 mol — 144 g

n mol — 0.72 g

$$\Rightarrow n = \frac{1\times 0.72}{144} = 0.005\ mol$$

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V} = \frac{0.005}{10\times 10^{-3}} = 0.5\ mol.L^{-1}$$

a) -2 معادلة التّفاعل الحاصل:

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2$$

b) نحسب أولاً عدد مولات الإيتانال الناتج:

$$n = C_{mol.L^{-1}}.V = 0.5\times 10 = 5\ mol$$

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[300\ ^\circ C]{Cu} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2$$

46 g — 1 mol

m g — 5 mol

$$\Rightarrow m = \frac{5\times 46}{1} = 230\ g$$

==========

المسألة الثانية: دورة 2009

محلول لحمض الخل تركيزه $0.05\ mol.L^{-1}$ وقيمة ثابت تأينه $K_a = 2\times 10^{-5}$. **المطلوب:**

1- اكتب معادلة تأيّن حمض الخل وحدّد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظريّة برونشتد – لوري.

2- احسب تركيز أيونات الهدرونيوم وأيونات الخلات في المحلول ثم احسب قيمة الـ pH له.

3- احسب تركيز أيونات الهدروكسيد في المحلول.

4- احسب درجة تأيّن هذا الحمض.

5- للحصول على $5\ L$ من محلول حمض الخل السّابق نؤكسد الإيتانول أكسدة تامة. **المطلوب:**

a) اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن تفاعل الأكسدة.

b) احسب كتلة الإيتانول اللازم لذلك.

$C:12, O:16, H:1$

الحل:

1-

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

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

2- بما أنّ الحمض ضعيف يكون:

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{2\times 10^{-5}\times 0.05}$$

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

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

$$pH = -\log(10^{-3})$$

$$pH = 3$$

3- حسب علاقة ثابت تأيّن الماء:

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

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

4-

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a} = \frac{10^{-3}}{0.05} = 0.02$$

وكنسبة مئويّة: $\alpha\% = 0.02\times 100\% = 2\%$

5-

إيتانول ⟵ حمض الخل $\begin{pmatrix} C_a = 0.05\ mol.L^{-1} \\ V = 5\ L \end{pmatrix}$

a) معادلة التّفاعل الحاصل:

$$CH_3-CH_2-OH + 2(O) \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} CH_3COOH + H_2O$$

b) نحسب أولاً عدد مولات حمض الخل الناتج:

$$n = C_{mol.L^{-1}}.V$$

$$n = 0.05\times 5 = 0.25\ mol$$

$$CH_3-CH_2-OH + 2(O) \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} CH_3COOH + H_2O$$

46 g — 1 mol

m g — 0.25 mol

$$m = \frac{46\times 0.25}{1} = 11.5\ g$$

==========

المسألة الثالثة: دورة 2001

حمض كربوكسيلي نظامي وحيد الوظيفة $R-COOH$ يتفاعل مع هدروكسيد الصوديوم ويعطي ملحاً كتلته $\frac{5}{4}$ من كتلة الحمض.

المطلوب:

1- اكتب المعادلة الكيميائيّة المعبّرة عن التفاعل.

2- احسب الكتلة المولية للحمض.

3- استنتج صيغة الحمض وسمّه.

الحل:

1- معادلة التفاعل الحاصل:

$$R-COOH + NaOH \longrightarrow R-COONa + H_2O$$

2- إذا فرضنا الكتلة المولية للحمض M فتكون الكتلة المولية للملح الناتج: $R-COONa$ هي:

$$M - 1 + 23 = M + 22$$

$$\begin{array}{ccc} R-COOH + NaOH & \longrightarrow & R-COONa + H_2O \\ M \text{ g} & & M+22 \text{ g} \\ m \text{ g} & & \frac{5}{4} m \text{ g} \end{array}$$

$$M \times \frac{5}{4} m = m(M+22)$$

$$\frac{5}{4} M = M + 22$$

$$\frac{5}{4} M - M = 22$$

$$\frac{1}{4} M = 22 \Rightarrow M = 88 \text{ g.mol}^{-1}$$

وهي الكتلة المولية للحمض.

3-

$$R-COOH = 88$$

$$R + 12 + 16 + 16 + 1 = 88$$

$$R = 43$$

$$C_nH_{2n+1} = 43$$

$$12n + 2n + 1 = 43$$

$$n = 3$$

$$R = C_3H_7-$$

الصيغة نصف المنشورة:

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$$

حمض البوتانوئيك

الصيغة المجملة:

$$C_4H_8O_2$$

==========

أ. أسامة الحصري