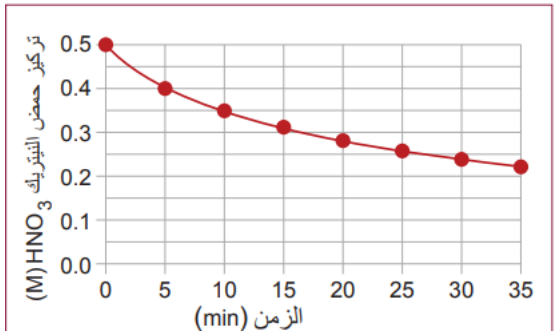
مثال 1

يتفاعل حمض النيتريك مع النحاس بحسب المُعادلة الآتية:

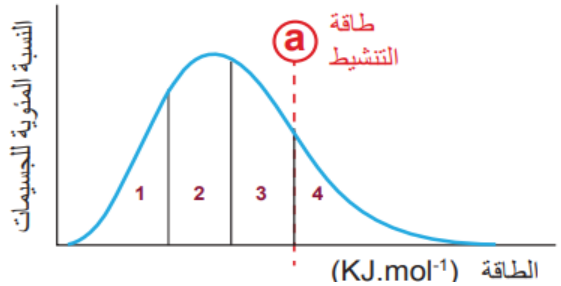
$$4\ HNO_{3(l)} + Cu_{(s)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(s+aq)} + 2\ NO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(l)}$$

احسب سُرعة التفاعُل بين 5 min و10 min باستخدام الرسم البياني الوارد في **الشكل (4-7)**.



مثال 2

رُسمت أربع مساحات مُتساوية على توزيع ماكسويل – بولتزمان في **الشكل (4-14)**. ما النسبة المئوية للجُسَيْمات التي لها طاقة أكبر من طاقة التنشيط (a)؟ وضّح اختيارك.

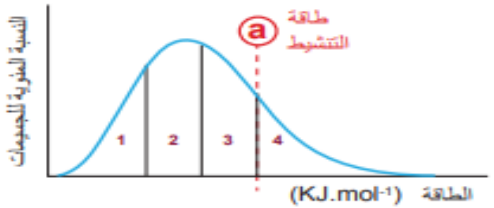


الحلّ

1. أيٌّ من الظروف الآتية يعمل على زيادة سُرعة التفاعُل؟
   a. تصادُمات قليلة، وطاقة تنشيط مُنخفِضة
   b. تصادُمات قليلة، وطاقة تنشيط مُرتفِعة
   c. تصادُمات كثيرة، وطاقة تنشيط مُنخفِضة
   d. تصادُمات كثيرة، وطاقة تنشيط مُرتفِعة

2. ما الذي تُمثِّله المساحة التي تقع تحت مُنحنى توزيع ماكسويل – بولتزمان؟
   a. السُرعة
   b. مُتوسّط السُرعة
   c. طاقة التنشيط
   d. العدد الكُلّي للجُزيئات

3. ما النسبة المئوية من الجُسَيْمات المُبيّنة في مُنحنى توزيع ماكسويل – بولتزمان لديها طاقة أقلّ من طاقة التنشيط المُعطاة على الشكل المجاور؟ (إذا افترضنا أن المساحات الأربع متساوية).



   a. 25%
   b. 50%
   c. 75%
   d. 100%

4. أيٌّ من الجُمَل الآتية تَعبّر بشكل صحيح عن مُنحنيَيْ توزيع ماكسويل – بولتزمان لعيّنة مُعيَّنة من الغاز عند درجتَي حرارة مُختلفتَين؟
   a. سيكون لدرجة الحرارة المُنخفِضة أعلى قمَّة، وأقلّ مُتوسّط سُرعة.
   b. سيكون لدرجة الحرارة المُنخفِضة أعلى قمَّة، وأكبر مُتوسّط سُرعة.
   c. سيكون لدرجة الحرارة المُرتفِعة أعلى قمَّة، وأقلّ مُتوسّط سُرعة.
   d. سيكون لدرجة الحرارة المُرتفِعة أعلى قمَّة، وأكبر مُتوسّط سُرعة.

5. في أي من الحالات الآتية تتوقع أن تكون سرعة التفاعل بين فلز المغنيسيوم وحمض الكبريتيك H_2SO_4 أكبر ما يمكن ؟
   a. قطع من فلز المغنيسيوم مع حمض الكبريتيك (1M) عند 25°C.
   b. قطع من فلز المغنيسيوم مع حمض الكبريتيك (1M) عند 50°C.
   c. مسحوق فلز المغنيسيوم مع حمض الكبريتيك (2M) عند 25°C.
   d. مسحوق فلز المغنيسيوم مع حمض الكبريتيك (2M) عند 50°C.

6. وضّح، من حيثُ سُرعات جُزيئات الغاز ومُتوسِّط السُرعة، السبب الذي يجعل مُنحنى توزيع ماكسويل – بولتزمان غير مُتماثِل.

مثال 3

يُستخدم محلول بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) تركيزه 0.1 M بشكل شائع كمُطهِّر عام. يتفكّك H_2O_2 عند درجة حرارة مُحدَّدة. بثابت سرعة تفاعل (K) قيمته تساوي ($10^{-5}\ s^{-1}$) والمعادلة الموزونة للتفاعل هي:

$$2H_2O_{2(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

احسب سُرعة التفاعُل الابتدائية علمًا بأن التفاعل من الرتبة الأولى.

مثال 4

إذا أُعطيتَ قانون سُرعة التفاعُل الآتي: $r = k[H_2][NO]^2$، حدّد ما يأتي:

a. رُتبة التفاعُل للمُتفاعِل H_2.

b. رُتبة التفاعُل للمُتفاعِل NO.

c. رُتبة التفاعُل الكلّية.

d. وحدة قياس ثابت سُرعة التفاعُل، k.

مثال 5

اشتقّ قانون سُرعة التفاعُل للتفاعُل الآتي:

$$A + B + C \rightarrow D$$

من البيانات الواردة في الجدول المُقابِل، والتي تمّ جمعها عند درجة حرارة 25°C.

المُحاولة	[A] الابتدائي [M]	[B] الابتدائي [M]	[C] الابتدائي [M]	سُرعة التفاعُل الابتدائية ($M.s^{-1}$)
1	0.055	0.055	0.165	2.5×10^{-4}
2	0.055	0.055	0.055	2.5×10^{-4}
3	0.110	0.055	0.055	5.0×10^{-4}
4	0.110	0.110	0.055	4.0×10^{-3}

مثال 6

تم قياس بيانات التفاعل الآتي فكانت:

$$2HgCl_2(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow 2Cl^-(aq) + 2CO_2(g) + Hg_2Cl_2(s)$$

المحاولة	$[HgCl_2]$ الابتدائي [M]	$[C_2O_4^{2-}]$ الابتدائي [M]	سرعة التفاعل الابتدائية ($M.s^{-1}$)
1	0.105	0.15	1.8×10^{-5}
2	0.105	0.30	7.1×10^{-5}
3	0.052	0.15	8.9×10^{-6}

a. ما رُتبة التفاعُل للمُتفاعِل $HgCl_2$.

a. ما رُتبة التفاعُل للمُتفاعِل $C_2O_4^{2-}$.

b. احسب قيمة ثابت سُرعة التفاعُل K وما وحدته؟

c. احسب سُرعة التفاعُل الابتدائية عندما تكون تراكيز المواد المتفاعلة كما يلي:

$[HgCl_2] = 0.094M$ ، و $[C_2O_4^{2-}] = 0.19M$

1. أيٌّ من الآتي صحيح طبقاً لنظرية التصادُم؟

a. تتناقص سُرعة التفاعل مع استهلاك المواد المُتفاعِلة لأن عدد التصادمات يقل بمرور الزمن.

b. تزداد سُرعة التفاعل مع استهلاك المواد المُتفاعِلة لأن عدد التصادمات يقل بمرور الزمن.

c. تتناقص سُرعة التفاعل مع استهلاك المواد المُتفاعِلة لأن عدد التصادمات يزداد بمرور الزمن.

d. تزداد سُرعة التفاعل مع استهلاك المواد المُتفاعِلة لأن عدد التصادمات يزداد بمرور الزمن.

2. أيٌّ من الآتي هو وحدة قياس سُرعة التفاعُل الشائعة؟

a. $M.s^{-1}$ c. $kPa.s^{-1}$

b. $M.hr^{-1}$ d. $kPa.hr^{-1}$

3. أيٌّ من الآتي يُغيّر من قيمة ثابت سُرعة التفاعُل؟

a. التغيُر في الضغط.

b. التغيُر في التركيز.

c. التغيُر في درجة الحرارة.

d. إضافة العامل الحفّاز.

4. ما رتبتا التفاعُل لكلّ من NO_2، و CO، ورُتبة التفاعُل الكلّية التي يتضمّنها قانون سُرعة التفاعُل الآتي:

$$r = k[NO_2]^2[CO]^0$$

5. اكتب قانون سُرعة التفاعُل الذي يكون من الرتبة الثانية بالنسبة لأكسيد النيتريك NO، والذي يكون من الرتبة الأولى بالنسبة للبروم Br_2. ما رُتبة التفاعُل الكلّية للتفاعل الآتي:

$$2NO + Br_2 \rightarrow 2NOBr$$

6. حدّد وحدة قياس ثابت سُرعة التفاعُل (k) المُعطى في قانون سُرعة التفاعُل الآتي:

$$r = k[CH_3Br][OH^-]$$

7. استخدم البيانات الواردة في الجدول المُقابِل، لتستنتج منها قانون سُرعة التفاعُل للتفاعُل الآتي:

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

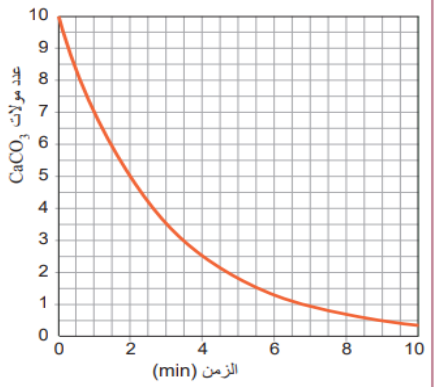
المُحاولة	[NO] الابتدائي (M)	$[O_2]$ الابتدائي (M)	سُرعة التفاعُل الابتدائية ($M \cdot s^{-1}$)
1	0.0137	0.0142	1.95×10^{-2}
2	0.0274	0.0284	1.56×10^{-1}
3	0.0274	0.0142	7.80×10^{-2}

8. ارسم رسمًا بيانيًّا لسُرعة التفاعُل مُقابل [CO]، للتفاعُل من الرُّتبة الصفرية بالنسبة للمادة CO.

مثال 7

يُعدّ الإسمنت مادَّة بناء مُهمَّة جدًّا في المناخ الحار والجاف لدولة قطر. ويُعدّ أكسيد الكالسيوم (CaO) أحد مُكوّنات مادَّة الإسمنت الذي ينتج عن التفكُّك الحراري لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) في فرن ساخن عند درجة حرارة ثابتة، والتي نحصل عليها من المعادن الطبيعية المسحوقة بحسب التفاعُل المُبيّن في الشكل **(4-23)**. يوضّح الرسم البياني عدد مولات كربونات الكالسيوم كدالة للزمن.

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\text{حرارة}} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$



a. حدّد عُمر النصف من الرسم البياني.

b. حدّد ثابت سُرعة التفاعُل، k.

الحلّ

مثال 8

قيمة ثابت سُرعة التفاعُل من الرتبة الأولى تساوي $0.0451\ s^{-1}$.

a. احسب عُمر النصف لهذا التفاعُل.

b. احسب الزمن اللّازم ليبقى 25% فقط من كمّية المادَّة المُتفاعِلة .

مثال 9

يحدث تفاعُل تفكُّك ثُنائي ميثيل إيثر dimethyl ether في هيئة تفاعُل من الرتبة الأولى على النحو الآتي:

$$CH_3OCH_{3(g)} \rightarrow CH_{4(g)} + H_{2(g)} + CO_{(g)}$$

احسب عُمر النصف للتفاعُل إذا كان التركيز الابتدائي لثُنائي ميثيل إيثر يُساوي 0.0500 M، ويكون التفاعُل قد حدث عند سُرعة مقدارها $3.40 \times 10^{-5}\ M.s^{-1}$.

6. هل يتغيَّر عُمر النصف لتفاعُل من الرتبة الأولى عندما يتضاعف التركيز الابتدائي للمادَّة المُتفاعِلة. وضّح إجابتك.

7. احسب عُمر النصف لتفاعُل من الرتبة الأولى ثابتُ سُرعتِه يُساوي $6.02 \times 10^{-3}\ s^{-1}$؟

1. إذا كان عمر النصف لعنصر مشع 6 ساعات فما المدة اللازمة حتى يتحلل 97 % من كتلة هذه المادة.

a. 18 ساعة
c. 30 ساعة
b. 24 ساعة
d. 36 ساعة

2. أيٌّ مما يأتي هو تعبير رياضي يُستخدَم لحساب عُمر النصف لتفاعُل من الرتبة الأولى؟

a. $\ln 2 - k$
c. $\ln 2 \times k$
b. $\ln 2 \div k$
d. $\ln 2 + k$

3. ما الذي يُمثّله الرمز «k» الوارد في التعبير الرياضي لعُمر النصف لتفاعُل من الرتبة الأولى؟

a. عُمر النصف
c. ثابت سُرعة التفاعُل
b. سُرعة التفاعُل
d. التركيز

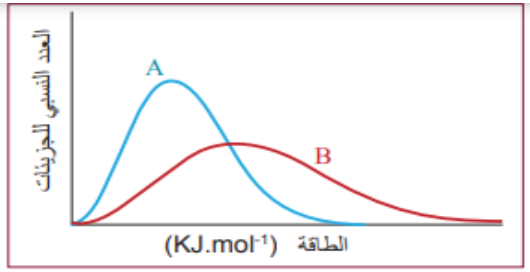
4. ما المُدَّة الزمنية التي سيستغرقها تناقص تركيز أيونات الكلورات (ClO_3^-) في تفاعُل من الرتبة الأولى من 0.100 M إلى 0.050 M، إذا استغرق تناقص تركيز أيونات الكلورات في التفاعُل نفسه من 0.400 M إلى 0.200 M مُدَّة زمنية مقدارها 120 s؟

a. 30 s
c. 120 s
b. 60 s
d. 240 s

5. ما عُمر النصف لتفاعُل من الرتبة الأولى، له ثابت سُرعة تفاعُل يُساوي $2.45 \times 10^{-2}\ min^{-1}$؟

a. 28.3 s
c. 0.0170 min
b. 0.170 min
d. 1.70×10^3 s

1. أيٌّ من الجُمَل الآتية تُعبِّر بشكل صحيح عن الرسم البياني المُقابِل المُتعلِّق بالغازَيْن A وB ؟



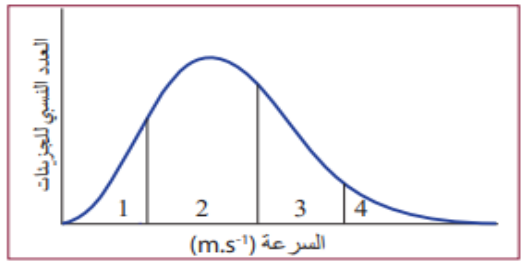
a. يوجد الغاز A عند درجة حرارة أقلّ، ويمتلك جُزيئات أكثر ذات طاقة تنشيط أعلى من الغاز B.

b. يوجد الغاز A عند درجة حرارة أقلّ، ويمتلك جُزيئات أقلّ ذات طاقة تنشيط أعلى من الغاز B.

c. يوجد الغاز A عند درجة حرارة أعلى، ويمتلك جُزيئات أكثر ذات طاقة تنشيط أعلى من الغاز B.

d. يوجد الغاز A عند درجة حرارة أعلى، ويمتلك جُزيئات أقلّ ذات طاقة تنشيط أعلى من الغاز B.

2. أيّ جُزء من المساحة الواقعة تحت المُنحنى المُقابل يحتوي على جُسَيْمات سوف تتصادَم بسُرعة تفاعُل عالية، لأنها تمتلك الطاقة الأعلى؟



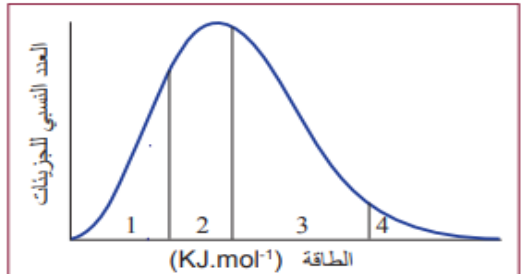
a. 1

b. 2

c. 3

d. 4

3. أيّ جُزء من المساحات الواقعة تحت المُنحنى المُقابِل يُمثّل عدد الجُسَيْمات الأكبر؟



a. 1

b. 2

c. 3

d. 4

4. أيٌّ من الجُمَل الآتية تُفسِّر بشكل صحيح نتيجة التناقُص في مُتوسّط سُرعة جُسَيْمات مادَّة مُتفاعِلة لعيّنة مُحدَّدة؟

a. تزداد سُرعة التفاعُل، وترتفِع درجة الحرارة.

b. تزداد سُرعة التفاعُل، وتنخفِض درجة الحرارة.

c. تقلّ سُرعة التفاعُل، وترتفِع درجة الحرارة.

d. تقلّ سُرعة التفاعُل، وتنخفِض درجة الحرارة.

5. رتبة التفاعل لإحدى المواد المتفاعلة هي الرتبة الثانية، فإذا زاد تركيز هذه المادة الى الضعف مع بقاء العوامل الأخرى ثابتة، فكم مرة تزداد سرعة التفاعل؟

a. 1

b. 2

c. 3

d. 4

6. أيٌّ من الجُمَل الآتية صحيح عن سُرعة التفاعُلات؟

a. تكون سُرعة التفاعُلات دائمًا موجبة، وتكون سُرعة المواد المُتفاعِلة هي سُرعة ظهورها فقط.

b. يمكن أن تكون سُرعة التفاعُلات سالبة، ويمكن أن تكون سُرعة المواد المُتفاعِلة هي سُرعة ظهورها فقط.

c. تكون سُرعة التفاعُلات دائمًا موجبة، وتكون سُرعة المواد المُتفاعِلة هي سُرعة اختفائها فقط.

d. قد تكون سُرعة التفاعُلات سالبة، وقد تكون سُرعة المواد المُتفاعِلة هي سُرعة ظهورها أو سُرعة اختفائها .

7. ما الرتب الصحيحة لقانون سُرعة التفاعُل: $r = k[A]^2[B]^2$؟

a. المادَّة A: من الرتبة الأولى، والمادَّة B: من الرتبة الثانية، والرتبة الكلّية: 2

b. المادَّة A: من الرتبة الأولى، والمادَّة B: من الرتبة الثانية، والرتبة الكلّية: 4

c. المادَّة A: من الرتبة الثانية، والمادَّة B: من الرتبة الثانية، والرتبة الكلّية: 2

d. المادَّة A: من الرتبة الثانية، والمادَّة B: من الرتبة الثانية، والرتبة الكلّية: 4

8. ما وحدات قياس ثابت سُرعة التفاعُل (k) الموجود في قانون سُرعة التفاعُل: $r = k[A]^2[B]^1$، عندما تكون $M.s^{-1}$ هي وحدات قياس سُرعة التفاعُل، والمولارية (M) هي وحدة قياس التركيز؟

a. M

b. $M.s^{-1}$

c. $M^{-1}.s^{-1}$

d. $M^{-2}.s^{-1}$

9. بالاستناد إلى البيانات الواردة في الجدول أدناه، ما قانون سُرعة التفاعُل للتفاعُل الكيميائي:

$$2C\ell O_{2(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow C\ell O^-_{3(aq)} + C\ell O^-_{2(aq)} + H_2O$$ ؟

المحاولة	$[ClO_2]$ (M) الابتدائي	$[OH^-]$ (M) الابتدائي	سرعة التفاعُل الابتدائية $(M \cdot s^{-1})$
1	0.0175	0.0275	1.45×10^{-3}
2	0.0175	0.0550	2.90×10^{-3}
3	0.0350	0.0275	5.80×10^{-3}

a. $r = k[C\ell O_2][OH^-]$

b. $r = k[C\ell O_2][OH^-]^2$

c. $r = k[C\ell O_2]^2[OH^-]$

d. $r = k[C\ell O_2]^2[OH^-]^2$

10. ما قانون سُرعة التفاعُل للتفاعُل الآتي: $2NO_{(g)} + H_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ إذا أُعطيت البيانات في الجدول أدناه؟

المحاولة	$[NO]$ (M) الابتدائي	$[H_2]$ (M) الابتدائي	سرعة التفاعُل الابتدائية $(M \cdot s^{-1})$
1	0.0015	0.0060	3.00×10^{-3}
2	0.0030	0.0060	1.20×10^{-2}
3	0.0030	0.0030	6.00×10^{-3}

a. $r = k[NO][H_2]$

b. $r = k[NO][H_2]^2$

c. $r = k[NO]^2[H_2]$

d. $r = k[NO]^2[H_2]^2$

11. ما تركيز أيونات اليوديد (I^-) المتبقية نتيجة تفاعُل من الرتبة الأولى بعد مضيّ 4.00 min عندما يكون تركيزها الابتدائي يُساوي 0.200 M، وعُمر النصف لها يُساوي 80.0 s؟

a. 0.013 M

b. 0.025 M

c. 0.050 M

d. 0.100 M

12. ما الزمن اللازم لتناقُص تركيز أيونات الهيدروكسيد (OH^-) في تفاعُل من الرتبة الأولى من 0.800 M إلى 0.050 M، عندما يكون عُمر النصف لها يُساوي 255s؟

a. 255 s

b. 510 s

c. 1020 s

d. 2020 s

13. ما قيمة ثابت سُرعة التفاعُل لتفاعُل من الرتبة الأولى تمّ قياسه ليكون عُمر النصف له يُساوي 69 s؟

a. 4.8×10^1 s

b. 1.0×10^{-2} s

c. 4.8×10^1 s^{-1}

d. 1.0×10^{-2} s^{-1}

14. ما عُمر النصف لتفاعُل من الرتبة الأولى له ثابت سُرعة تفاعُل يُساوي 1.70×10^{-4} s^{-1}؟

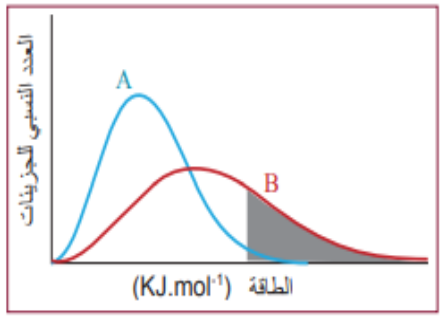
a. 5.12×10^{-5} s

b. 1.18×10^{-4} s

c. 1.77×10^3 s

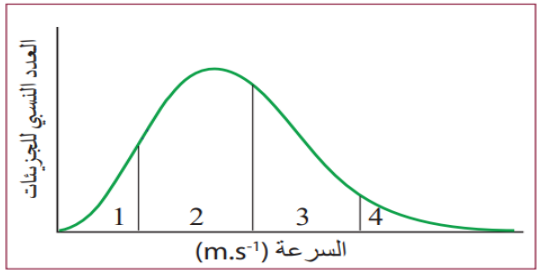
d. 4.08×10^3 s

15. وضّح، أي من الغازين A أو B يحتوي على عدد أكبر من الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل؟ فسر إجابتك.



16. ارسم منحنيَيْ توزيع ماكسويل-بولتزمان على الرسم البياني نفسه، بحيث يتكوَّنان من عدد الجُزيئات نفسه تقريبًا. اجعل أحد المُنحنيَين لجُزيئات الغاز عند درجة حرارة مُرتفِعة أكثر من الآخر، ثم سمِّ أحد المُنحنيَين "درجة حرارة مُرتفِعة"، ويحمل الآخر اسم "درجة حرارة مُنخفِضة".

17. وضّح، من حيث سُرعة الجُزيئات وتكرار التصادُمات وطاقة التنشيط، السبب الذي قد يجعل تفاعُل الجُزيئات الموجودة تحت الجزء رقم 4 للرسم البياني المُقابِل أسرع من تفاعُل الجُزيئات الأخرى.



18. اكتب قانون سُرعة التفاعُل لتفاعُل من الرتبة الأولى يحدث لكل من إيثانوات الإيثيل ($CH_3COOC_2H_5$)، والهيدروكسيد (OH^-)، واذكر رتبة التفاعُل الكلّية.

19. وضّح الإثبات الرياضي الذي يُبيّن أن وحدات قياس ثابت سُرعة التفاعُل لتفاعُل من الرتبة الثانية للمادَّتَين المُتفاعِلتَين يُساوي $M^{-3}.s^{-1}$. افترض أن وحدات قياس التركيز وسُرعة التفاعُل هما M، و $M.s^{-1}$ على التوالي.

20. ما قانون سُرعة التفاعُل للتفاعُل الغازي:

$$2IC\ell_{(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow I_{2\,(g)} + 2HC\ell_{\,(g)}$$

إذا أُعطيت البيانات في الجدول المُقابِل؟

المحاولة	[ICl] (M) الابتدائي	$[H_2]$ (M) الابتدائي	سرعة التفاعل الابتدائية $(M \cdot s^{-1})$
1	0.0015	0.0015	3.7×10^{-4}
2	0.0030	0.0015	7.4×10^{-4}
3	0.0030	0.0045	2.2×10^{-3}

21. ما قانون سُرعة التفاعُل، للتفاعُل الغازي

$$2NO_{(g)} + Br_{2\,(g)} \rightarrow 2NOBr_{\,(g)}$$

المحاولة	[NO] (M) الابتدائي	$[Br_2]$ (M) الابتدائي	سرعة التفاعل الابتدائية $(M \cdot s^{-1})$
1	1.00	1.00	1.30×10^{-3}
2	2.00	1.00	5.20×10^{-3}
3	1.00	2.00	2.60×10^{-3}

22. أنشئ رسمًا بيانيًّا لسُرعة التفاعُل مُقابِل $[Br^-]$ الابتدائي لتفاعُل من الرتبة الأولى يحدث في أيونات البروميد.

23. ارسم رسمًا بيانيًّا لسُرعة التفاعُل مقابل $[H_2]$ الابتدائي لتفاعُل من الرتبة الثانية يحدث لغاز الهيدروجين. ثمّ وضّح ما يُؤكّد بشكل بياني أن التفاعُل من الرتبة الثانية يحدث للهيدروجين.

24. تمّ إجراء تفاعُل الاستبدال (الإحلال) لكلوريد الباريوم وكبريتات الصوديوم الآتي عند تراكيز مختلفة:

$$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + BaSO_4(s)$$

حدّد قانون سُرعة التفاعُل من البيانات الواردة في الجدول المُقابِل.

المحاولة	$[BaCl_2]$ الابتدائي (M)	$[Na_2SO_4]$ الابتدائي (M)	سُرعة التفاعُل الابتدائية ($M.s^{-1}$)
1	0.12	0.05	2×10^{-5}
2	0.12	0.10	4×10^{-5}
3	0.12	0.15	6×10^{-5}
4	0.24	0.05	4×10^{-5}
5	0.36	0.05	6×10^{-5}

25. احسب عُمر النصف لتفاعُل، تكون قيمة ثابت سُرعة التفاعُل (k) له تساوي $2.55 \times 10^{-2}\ s^{-1}$.

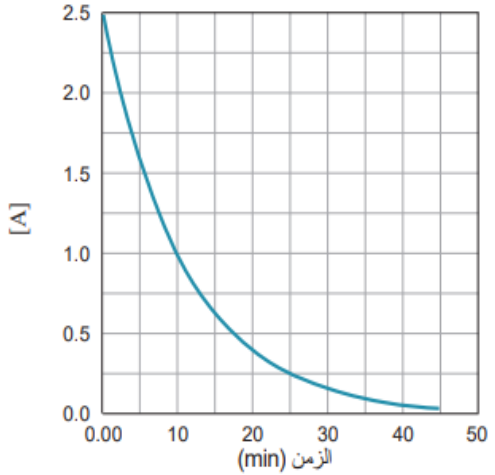
26. حدّد ثابت سُرعة التفاعُل (k) لتفاعُل من الرتبة الأولى بوحدة قياس s^{-1}، إذا كان عُمر النصف لهذا التفاعُل يُساوي 12.5 min.

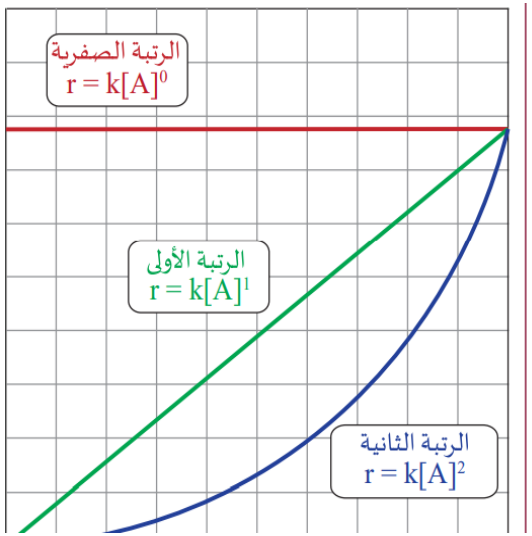
27. إذا كان لتفاعُل ما عُمر نصف يُساوي 693s، وقيمة ثابت سُرعة التفاعُل (k) له تساوي $1.00 \times 10^{-3}\ s^{-1}$، أعطِ دليلًا على أن هذا التفاعُل هو من الرتبة الأولى.

28. ما عُمر النصف، بالثواني، لتفاعُل من الرتبة الأولى له ثابت سُرعة تفاعُل يساوي $15\ min^{-1}$؟

29. عرّف مُصطلح «عُمر النصف» *Half-life*؟

32. يبيّن الرسم البياني إلى اليسار التغيير بتركيز المادة المتفاعلة A مقابل الزمن خلال 45 دقيقة . حدّد من خلال الرسم البياني عمر النصف التقريبي للمادة A.





1.4 سرعة التفاعُل

$$\text{سرعة التفاعل} = \frac{1}{n}\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

n	عدد مولات المادة (A) في المعادلة الموزونة
Δ[A]	التغيُّر في تركيز المادة (A) بوحدة (M)
Δt	التغيُّر في الزمن (t) (s, min, hr, yr)

2-4 قانون سُرعة التفاعُل العام

$$r = k[A]^n$$

r	سُرعة التفاعُل (M/s)
[A]	تركيز المادة المُتفاعِلة A (M)
k	ثابت سرعة التفاعُل (الوحدة حسب رتبة التفاعل)
n	رتبة التفاعُل الأكثر شيوعًا تكون قيمتها: n=0,1,2

3-4 عُمر النصف

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$t_{1/2}$	عُمر النصف (s) وقد تكون (min أو hr)
ln 2	ln2 ≈ 0.693 (إلى ثلاث منازل عشرية)
k	ثابت سرعة التفاعُل (s^{-1})