الوحدة الثانية

الدرس الأول : تحديد رتبة التفاعل

الكيمياء الحركية

أهداف التعلم

- معادلة معدل سرعة التفاعل، رتبة التفاعل الجزئية، رتبة التفاعل الكلية، ثابت معدل سرعة التفاعل، وعمر النصف.
- استنتاج رتبة التفاعل من التمثيلات البيانية للتركيز مقابل الزمن.
- استنتاج رتبة التفاعل من البيانات التجريبية.
- استنتاج رتبة التفاعل من خلال عمر النصف.
- تطبيق مبدأ أن عمر النصف بتفاعل الرتبة الأولى يكون مستقلا عن التركيز.
- استخدام عمر النصف لتفاعلات من الرتبة الاولى في الحسابات.

تحديد رتبة التفاعل:

$$\text{Rate} = k\ [A]^x\ [B]^y$$

تحديد رتبة التفاعل:

تحديد رتبة التفاعل:

مصطلحات علمية

رتبة التفاعل الجزئية Order of reaction: هي الأس المرفوع إليه تركيز المادة المتفاعلة في معادلة معدل سرعة التفاعل.

الرتبة الكلية للتفاعل

Overall order of reaction: مجموع الأسس المرفوع إليها تركيز كل مادة متفاعلة في معادلة معدل سرعة التفاعل.

أسئلة :

١ اكتب معادلة معدل سرعة التفاعل لكل من التفاعلات الآتية:

أ. $2HI(g) \longrightarrow H_2(g) + I_2(g)$

حيث يتناسب معدل سرعة التفاعل طرديًا مع مربع تركيز يوديد الهيدروجين.

بالنسبة إلى التفاعلات الواردة في السؤال ١، حدد:

أ. رتبة التفاعل الجزئية بالنسبة إلى كل مادة متفاعلة. ب. رتبة التفاعل الكلية.

أسئلة :

(١) اكتب معادلة معدل سرعة التفاعل لكل من التفاعلات الآتية:

ب. $C_{12}H_{22}O_{11}(g) + H_2O(l) \xrightarrow{H^+} 2C_6H_{12}O_6(aq)$

حيث يتناسب معدل سرعة التفاعل طرديًا مع تركيز $C_{12}H_{22}O_{11}$ ومع تركيز أيونات H^+.

بالنسبة إلى التفاعلات الواردة في السؤال ١، حدد:

أ. رتبة التفاعل الجزئية بالنسبة إلى كل مادة متفاعلة.

ب. رتبة التفاعل الكلية.

أسئلة :

(١) اكتب معادلة معدل سرعة التفاعل لكل من التفاعلات الآتية:

ج. $2HgCl_2(aq) + K_2C_2O_4(aq) \longrightarrow Hg_2Cl_2(s) + 2KCl(aq) + 2CO_2(g)$

حيث يتناسب معدل سرعة التفاعل طرديًا مع تركيز $HgCl_2$ ومع مربع تركيز $K_2C_2O_4$.

بالنسبة إلى التفاعلات الواردة في السؤال ١، حدد:

أ. رتبة التفاعل الجزئية بالنسبة إلى كل مادة متفاعلة.

ب. رتبة التفاعل الكلية.

أسئلة :

(١) اكتب معادلة معدل سرعة التفاعل لكل من التفاعلات الآتية:

د. $CH_3COCH_3 + I_2 \xrightarrow{H^+} CH_3COCH_2I + HI$

حيث يتناسب معدل سرعة التفاعل طرديًا مع تركيز CH_3COCH_3 ومع تركيز أيونات H^+، أما تركيز I_2 فليس له أي تأثير على معدل سرعة التفاعل.

بالنسبة إلى التفاعلات الواردة في السؤال ١، حدد:

أ. رتبة التفاعل الجزئية بالنسبة إلى كل مادة متفاعلة.

ب. رتبة التفاعل الكلية.

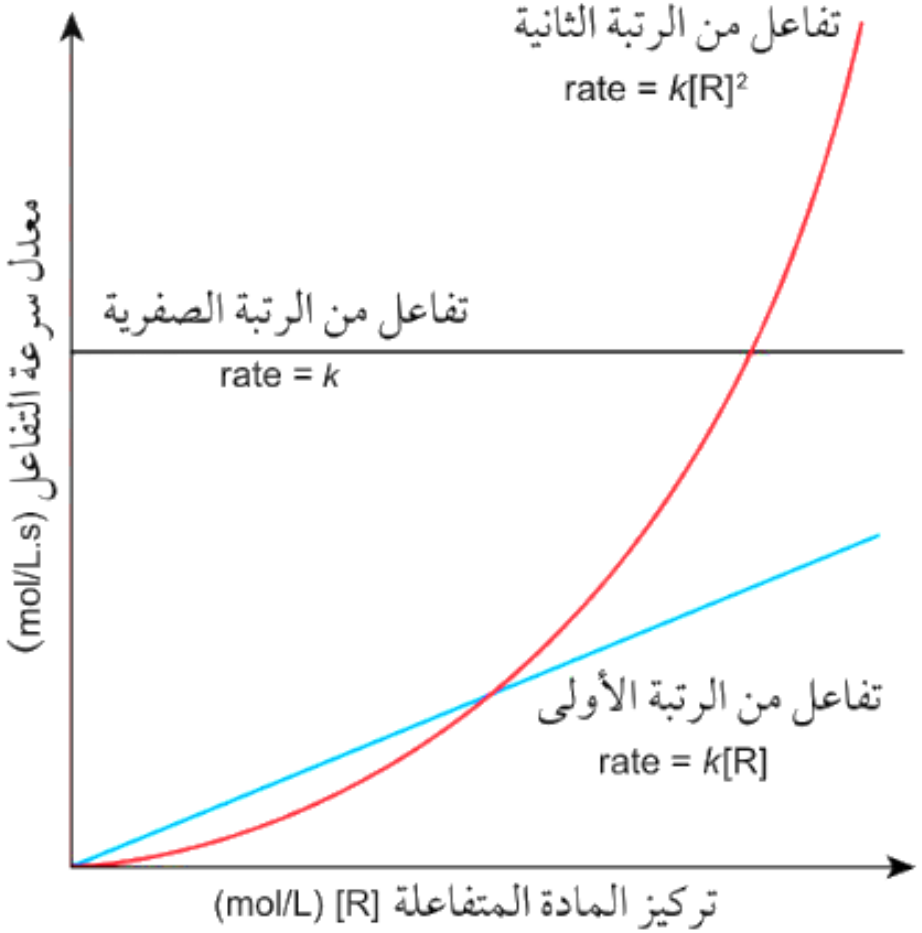
تحديد رتبة التفاعل:

يمكن تحديد رتبة تفاعل ما بثلاث طرق :

1. التمثيلات البيانية لمعدل سرعة التفاعل مقابل التركيز.
2. التمثيلات البيانية للتركيز مقابل الزمن.
3. عمر النصف ومعدلات سرعة التفاعل.

تحديد رتبة التفاعل:

التمثيلات البيانية لمعدل سرعة التفاعل مقابل التركيز



- **تفاعل من الرتبة صفر:** يكون التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل التركيز في شكل خط مستقيم افقي، وهذا يعني عدم تغير معدل سرعة التفاعل بتغير التركيز.

- **تفاعل من الرتبة الأولى:** يكون التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل التركيز في شكل خط مستقيم مائل يبدأ من نقطة الأصل، وهذا يعني يتضاعف معدل سرعة التفاعل بتضاعف التركيز.

- **تفاعل من الرتبة الثانية:** يكون التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل التركيز في شكل خط منحن نحو الأعلى مائل يبدأ من نقطة الأصل، وهذا يعني يتضاعف معدل سرعة التفاعل أربع مرات بتضاعف التركيز.

أسئلة :

٤ ارسم التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) لكل من التفاعلات الآتية:

أ. $NO(g) + CO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) + CO_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $rate = k[NO]^2$

ب. $2HI(g) \xrightarrow{Au} H_2(g) + I_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $rate = k$

ج. $(CH_3)_3CCl + OH^- \longrightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-$

معادلة معدل سرعة التفاعل له:

$rate = k[(CH_3)_3CCl]$

أسئلة :

٤ ارسم التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) لكل من التفاعلات الآتية:

أ. $NO(g) + CO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) + CO_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $rate = k[NO]^2$

ب. $2HI(g) \xrightarrow{Au} H_2(g) + I_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $rate = k$

ج. $(CH_3)_3CCl + OH^- \longrightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-$

معادلة معدل سرعة التفاعل له:

$rate = k[(CH_3)_3CCl]$

أسئلة :

٤ ارسم التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) لكل من التفاعلات الآتية:

أ. $NO(g) + CO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) + CO_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $rate = k[NO]^2$

ب. $2HI(g) \xrightarrow{Au} H_2(g) + I_2(g)$

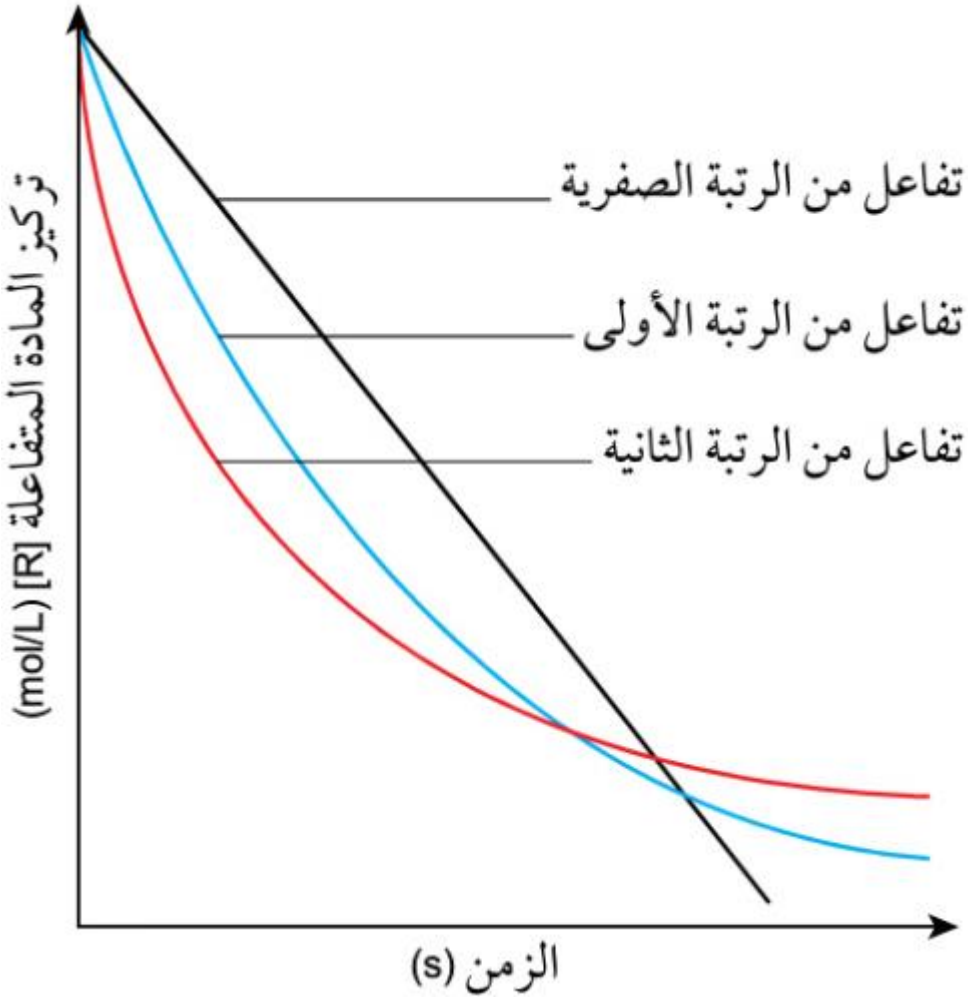
معادلة معدل سرعة التفاعل له: $rate = k$

ج. $(CH_3)_3CCl + OH^- \longrightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-$

معادلة معدل سرعة التفاعل له:

$rate = k[(CH_3)_3CCl]$

التمثيلات البيانية للتركيز مقابل الزمن



- يكون التمثيل البياني للتفاعل من الرتبة صفر عبارة عن خط مستقيم متناقص، ومعدل سرعة التفاعل يساوي ميل هذا الخط، اذ يتم التفاعل بنفس السرعة مهما كان تركيز المادة المتفاعلة.
- يكون التمثيل البياني للتفاعل من الرتبة الأولى عبارة عن خط منحن قليلا.
- يكون التمثيل البياني للتفاعل من الرتبة الأولى عبارة عن خط شديد الانحناء.

أسئلة :

٥ لكل من التفاعلات أ، ب، ج التي وردت في السؤال ٤، ارسم تمثيلًا بيانيًا، لتوضيح كيفية تغيّر تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) مع الزمن.

٤ ارسم التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) لكل من التفاعلات الآتية:

أ. $\mathbf{NO}(g) + CO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) + CO_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $\text{rate} = k[NO]^2$

ب. $\mathbf{2HI}(g) \xrightarrow{Au} H_2(g) + I_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $\text{rate} = k$

ج. $\mathbf{(CH_3)_3CCl} + OH^- \longrightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-$

معادلة معدل سرعة التفاعل له:

$\text{rate} = k[(CH_3)_3CCl]$

أسئلة :

٥ لكل من التفاعلات أ، ب، ج التي وردت في السؤال ٤، ارسم تمثيلًا بيانيًا، لتوضيح كيفية تغيّر تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) مع الزمن.

٤ ارسم التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) لكل من التفاعلات الآتية:

أ. $\mathbf{NO}(g) + CO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) + CO_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $\text{rate} = k[NO]^2$

ب. $\mathbf{2HI}(g) \xrightarrow{Au} H_2(g) + I_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $\text{rate} = k$

ج. $\mathbf{(CH_3)_3CCl} + OH^- \longrightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-$

معادلة معدل سرعة التفاعل له:

$\text{rate} = k[(CH_3)_3CCl]$

أسئلة :

٥ لكل من التفاعلات أ، ب، ج التي وردت في السؤال ٤، ارسم تمثيلًا بيانيًا، لتوضيح كيفية تغيّر تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) مع الزمن.

٤ ارسم التمثيل البياني لمعدل سرعة التفاعل مقابل تركيز المادة المتفاعلة (اللون الغامق) لكل من التفاعلات الآتية:

أ. $\mathbf{NO}(g) + CO(g) + O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) + CO_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $\text{rate} = k[NO]^2$

ب. $\mathbf{2HI}(g) \xrightarrow{Au} H_2(g) + I_2(g)$

معادلة معدل سرعة التفاعل له: $\text{rate} = k$

ج. $\mathbf{(CH_3)_3CCl} + OH^- \longrightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-$

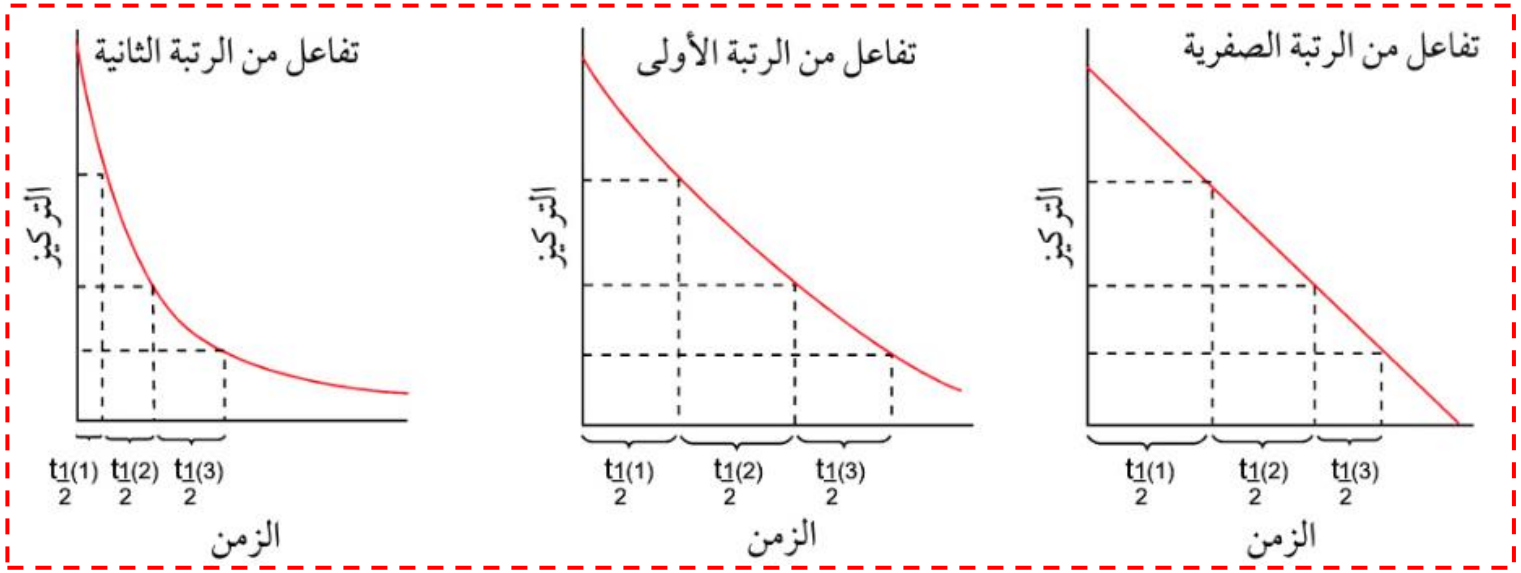
معادلة معدل سرعة التفاعل له:

$\text{rate} = k[(CH_3)_3CCl]$

عمر النصف ومعدلات سرعة التفاعل

عمر النصف $t_{1/2}$: هو الزمن الذي يستغرقه تركيز مادة متفاعلة في تفاعل ما لينخفض الى نصف قيمته الأبتدائية.

- تتناقص قيم عمر النصف المتتالية مع الزمن للتفاعل من الرتبة صفر.
- تبقى قيم عمر النصف المتتالية ثابتة للتفاعل من الرتبة الأولى
- تزداد قيم عمر النصف المتتالية مع الزمن في التفاعل من الرتبة الثانية



تحديد قيم عمر النصف للتفاعلات من التمثيلات البيانية للتركيز مقابل الزمن

أسئلة :

٦ يتفاعل كلوريد ديازونيوم البنزين (benzenediazonium chloride) $C_6H_5N_2Cl$، مع الماء عند درجة حرارة الغرفة وفق المعادلة الآتية:

$$C_6H_5N_2Cl(aq) + H_2O(l) \longrightarrow C_6H_5OH(aq) + N_2(g) + HCl(aq)$$

أ. مستعينًا بالبيانات المدرجة في الجدول الآتي، ارسم تمثيلًا بيانيًا لتركيز $C_6H_5N_2Cl$ مقابل الزمن.

ب. من التمثيل البياني الخاص بك، احسب قيمتَي عمر نصف متتاليَتين.

ج. استخدم قيم عمر النصف التي حصلت عليها لاستنتاج رتبة التفاعل.

الزمن (s)	$[C_6H_5N_2Cl]$ (10^{-4} mol/L)
0	5.8
200	4.4
400	3.2
600	2.5
800	1.7
1000	1.2
1200	0.8
1400	0.5
1600	0.3

أسئلة :

٦ يتفاعل كلوريد ديازونيوم البنزين (benzenediazonium chloride) $C_6H_5N_2Cl$، مع الماء عند درجة حرارة الغرفة وفق المعادلة الآتية:

$$C_6H_5N_2Cl(aq) + H_2O(l) \longrightarrow C_6H_5OH(aq) + N_2(g) + HCl(aq)$$

أ. مستعينًا بالبيانات المدرجة في الجدول الآتي، ارسم تمثيلًا بيانيًا لتركيز $C_6H_5N_2Cl$ مقابل الزمن.

ب. من التمثيل البياني الخاص بك، احسب قيمتَي عمر نصف متتاليَتين.

ج. استخدم قيم عمر النصف التي حصلت عليها لاستنتاج رتبة التفاعل.

الزمن (s)	$[C_6H_5N_2Cl]$ (10^{-4} mol/L)
0	5.8
200	4.4
400	3.2
600	2.5
800	1.7
1000	1.2
1200	0.8
1400	0.5
1600	0.3

أسئلة :

٦ يتفاعل كلوريد ديازونيوم البنزين (benzenediazonium chloride) $C_6H_5N_2Cl$، مع الماء عند درجة حرارة الغرفة وفق المعادلة الآتية:

$$C_6H_5N_2Cl(aq) + H_2O(l) \longrightarrow C_6H_5OH(aq) + N_2(g) + HCl(aq)$$

أ. مستعينًا بالبيانات المدرجة في الجدول الآتي، ارسم تمثيلًا بيانيًا لتركيز $C_6H_5N_2Cl$ مقابل الزمن.

ب. من التمثيل البياني الخاص بك، احسب قيمتَي عمر نصف متتاليَتين.

ج. استخدم قيم عمر النصف التي حصلت عليها لاستنتاج رتبة التفاعل.

الزمن (s)	$[C_6H_5N_2Cl]$ (10^{-4} mol/L)
0	5.8
200	4.4
400	3.2
600	2.5
800	1.7
1000	1.2
1200	0.8
1400	0.5
1600	0.3