ABCDEFGHIJKLMNOPQSTUVWXYZ

كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

## اسئلة دوراات محلولة

# حركية التفاعلات

A 2 Z LIBRARY

Facebook Group : A to Z مكتبة

كلية العلوم ( فيزياء ، كيمياء ، رياضيات ،علم الحياة )

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية ( SMS ) أو عبر (What's app) على الرقم TEL: 0931497960

ABCDEFGHIJKLMNOPQSTUVWXYZ

| | | |
|---|---|---|
| جامعة حلب<br>كلية العلوم<br>قسم الكيمياء | امتحان مقرر حركية التفاعلات الكيميائية<br>طلاب السنة الرابعة -الدورة الثانية<br>2024-2025 | اسم الطالب:<br>الرقم الجامعي:<br>المدة: ساعتان<br>العلامة: 70 درجة |
| يسمح باستخدام الآلة الحاسبة | | |

**س1- ما المقصود بالتعابير التالية:** (10 درجات)

مرتبة التفاعل- السرعة الابتدائية- زمن الاستراحة - درجة الحرارة الفضلى للأنزيم - حرارة التفاعل

**س2- أجب عن الأسئلة التالية:** (30 درجة)

1. متى نقول عن التفاعل أنّه أحادي الجزيئة أو ثنائي الجزيئة أو ثلاثي الجزيئة.
2. اكتب علاقة السرعة من المرتبة الثالثة من الشكل العام التالي $A+B+C \rightarrow P$ عندما تكون التراكيز البدائية متساوية، وأوجد زمن نصف التفاعل موضحاً علاقته بالتركيز البدائي.
3. عبر عن سرعة التفاعل التالي الذي يتم تحت حجم ثابت ودرجة حرارة ثابتة.

$$4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

بدلالة تغيّر تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ثم أوجد العلاقة بين سرعة التفاعل وتغيّر الضغط الكلي.

4. استنتج علاقة أرينيوس بدءاً من علاقة فانت هوف مع الشكل الأسي مع ذكر المدلولات،

**س3- حل المسألتين التاليتين:** (30 درجة)

1- تخضع مادة عند درجة حرارة معيّنة إلى تفاعل من المرتبة صفر، وعندما كان تركيزها البدائي $[A]_0 = 1\ M$ كانت قيمة ثابت السرعة $k = 0.019\ M.s^{-1}$. والمطلوب:

- أوجد تركيز A بعد مضي زمنٍ قدره 6 s.
- كم يتطلب التفاعل السابق زمناً وذلك حتى يحدث بصورة كاملة؟
- احسب زمن حياة النصف للتفاعل.

2- يتبع تفكك غاز أكسيد الآزوتي عند الدرجة 986 K التالي:

$$2N_2O_{(g)} \rightarrow 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$$

حركيّة تفاعل من المرتبة الثانية بثابت سرعة $k_2 = 8.22x10^{-3}\ M^{-1}s^{-1}$، فإذا علمت أنّ التفاعل تام وأنّ الغازات تسلك سلوكاً مثالياً، فأوجد ثابت السرعة بدلالة الفعّالية. علماً أنّ:

$$R = 0.082\ atm.L/mole.K$$

انتهت الأسئلة بالتوفيق الدائم

2025/8/28

الدكتورة: مروة رياح

A to Z

# سلّم تصحيح امتحان النظري لمقرّر حركية التفاعلات الكيميائية

## السنة الرابعة – الدورة الثانية – للعام الدراسي 2024/2025

(10 درجات)

ج 1-

- **مرتبة التفاعل:** 2
يُشار إلى الطريقة التي تتغيّر فيها سرعة التفاعل مع تراكيز المواد المتضمنة في جملة التفاعل، بتعبير مرتبة التفاعل وهي مقدار تجريبي بحت ويمكن أن يكون عدداً صحيحاً أو كسرياً موجباً أو سالباً كما يمكن أن يكون صفراً.
- **السرعة الابتدائية:** 2
يدعى الميل عند الزمن $t = 0$ بالسرعة الابتدائية للتفاعل ويرمز لها بالرمز $v_o$.
- **زمن الاستراحة:** 2
هو الزمن اللازم لانخفاض تركيز المادة المتفاعلة بالمقدار 1/e من تركيزها الأولي، أي عندما $\tau = 1/k_1$.
- **درجة الحرارة الفضلى للأنزيم:** 2
تبعاً لثبات الإنزيم، حيث تكون عندها سرعة التفاعل عظمى، وتتناقص سرعة التفاعل عند درجات أعلى أو أخفض من هذه الدرجة.
- **حرارة التفاعل:** 2
حرارة التفاعل $\Delta E$ هي فرق الطاقة بين المواد الناتجة والمواد المتفاعلة.

(30 درجات)

ج 2:

1- يمكن القول إنّ التفاعل **أحادي الجزيئة** 2 إذا كان هناك مادة واحدة في الخطوة المحدّدة للسرعة أو يتشكّل منها المعقد الفعّال، وإنّه **ثنائي الجزيئة** 2 عندما يكون هناك نوعان كيميائيان يشاركان في الخطوة المحدّدة للسرعة أو متصادمة بالطاقة الكافية أو يتشكّل منها المعقد الفعّال، وإنّه **ثلاثي الجزيئة** 2 عندما يكون هناك ثلاثة أنواع في المرحلة البطيئة أو تتصادم مع بعضها أو تشكّل المعقد الفعّال.

**2- إذا كان التفاعل من الشكل العام التالي:**

$$A + B + C \rightarrow P$$

فإنّ قانون السرعة بشكله التفاضلي يعطى بالعلاقة التالية:

2 $$v = -\frac{d[A]}{dt} = k_3[A][B][C]$$

إذا كانت التراكيز البدائية متساوية، $[A]_o = [B]_o = [C]_o$، تكون علاقة السرعة بالشكل التالي:

$$\frac{1}{[A]^2} - \frac{1}{[A]_o^2} = 2k_3 t \Rightarrow \frac{1}{[A]^2} = 2k_3 t + \frac{1}{[A]_o^2}$$

عند استهلاك نصف المادة المتفاعلة، $[A] = [A]_o/2$ فإنّ $t = t_{1/2}$، وبالتعويض في العلاقة السابقة ينتج لدينا:

$$t_{1/2} = \frac{1}{2k_3}\left(\frac{4}{[A]_o^2} - \frac{1}{[A]_o^2}\right) = \frac{3}{2k_3[A]_o^2}$$

تدل هذه العلاقة على أنّ حياة النصف لتفاعل المرتبة الثالثة عند الشروط المعتبرة تتناسب عكساً مع $[A]_o^2$.

**3- تُعطى علاقة سرعة التفاعل بالشكل التالي:**

$$v = -\frac{1}{4}\frac{d[NH_3]}{dt} = -\frac{1}{5}\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{1}{4}\frac{d[NO]}{dt} = \frac{1}{6}\frac{d[H_2O]}{dt}$$

وبما أنّ المواد المتفاعلة والناتجة غازية فإننا نطبق معادلة الحالة لمزيج غازي:

$$P_t V = n_t RT \Rightarrow P_t = \frac{n_t}{V}RT \Rightarrow P_t = ([NH_3] + [O_2] + [NO] + [H_2O])RT$$

حيث $n_t/V$ ما هي إلا التركيز الكلي، وباشتقاق العلاقة بالنسبة إلى الزمن ينتج لدينا ما يلي:

$$\frac{dP_t}{dt} = \left(\frac{d[NH_3]}{dt} + \frac{d[O_2]}{dt} + \frac{d[NO]}{dt} + \frac{d[H_2O]}{dt}\right)RT$$

وبالتعويض عن مشتقات التراكيز وفقاً للعلاقة (i) نحصل على:

$$\frac{dP_t}{dt} = (-4v - 5v + 4v + 6v)RT = vRT$$

وتكون سرعة التفاعل دلالة تغيّر الضغط الكلي هي:

$$v = \frac{1}{RT}\frac{dP_t}{dt}$$

**4- انطلق أرينيوس من علاقة فانت هوف** التي تربط بين تغيّر ثابت توازن تفاعل مع درجة الحرارة، فمن أجل التفاعل العكوسي التالي:

$$A + B \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

يُعطى ثابت التوازن بالعلاقة التالية:

$$K_C = \frac{k_f}{k_b} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

وتبعاً لفانت هوف يتعلق $K_C$ بدرجة الحرارة بالعلاقة التالية:

$$\frac{d\ln K_C}{dT} = \frac{\Delta E}{RT^2}$$

حيث تُمثّل $\Delta E$ حرارة التفاعل، أي فرق الطاقة بين المواد الناتجة والمواد المتفاعلة، وهذا الفرق يساوي فرق الطاقة بين سوية المواد المتفاعلة والحالة الإنتقالية $E_f$ أو $E_1$ وبين سوية المواد الناتجة والحالة الانتقالية $E_b$ أو $E_{-1}$، أي $\Delta E = E_f - E_b$،

حصل **أرينيوس** بالتعويض عن $K_C$ في علاقة **فانت هوف** على ما يلي:

$$\frac{d\ln(k_f/k_b)}{dT} = \frac{E_f - E_b}{RT^2} \Rightarrow$$

$$\frac{d\ln k_f}{dT} - \frac{d\ln k_b}{dT} = \frac{E_f}{RT^2} - \frac{E_b}{RT^2}$$

$$\frac{d\ln k_b}{dT} = \frac{E_b}{RT^2} \quad \text{و} \quad \frac{d\ln k_f}{dT} = \frac{E_f}{RT^2}$$

حيث تُمثّل $E_f$ الطاقة التنشيطية للتفاعل المباشر و$E_b$ الطاقة التنشيطية للتفاعل العكسي. بناءً على ذلك يكون ثابت سرعة تفاعل مُتعلقاً بدرجة الحرارة وفق العلاقة التالية:

$$\frac{d\ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2}$$

تُعدّ هذه العلاقة أحد أشكال علاقة أرينيوس، وبمكاملتها ينتج لدينا:

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + Co$$

ويمكن أن تكتب بالشكل الأسي التالي:

$k = Ae^{-E_a/RT}$ والتي تُعرف بعلاقة أرينيوس.

(30 درجات)

ج 4:

## حل المسألة الأولى:

- تخضع مادة عند درجة حرارة معيّنة إلى تفاعل من المرتبة صفر، وعندما كان تركيزها البدائي $[A]_o = 1\ M$ كانت قيمة ثابت السرعة $k = 0.019\ M.s^{-1}$. والمطلوب أوجد تركيز A بعد مضي زمنٍ قدره 6 s، وكم يتطلب التفاعل زمناً حتى يحدث بصورة كاملة، واحسب زمن حياة النصف للتفاعل.

**الحل:** بما أنّ التفاعل من المرتبة صفر فإنّه يكون:

$$[A]_o - [A] = k_o t \Rightarrow [A] = [A]_o - k_o t$$

$$[A] = 1.0 - 0.019\times 6 = 0.886\ M$$

عند حدوث التفاعل بصورة تامة تُستهلك المادة A بصورة كاملة، $[A] = 0$ وبالتالي يكون:

$$[A]_o = k_o t \Rightarrow t = [A]_o/k_o = 1/0.019 = 52.632\ s$$

يكون زمن نصف التفاعل هو:

$$t_{1/2} = \frac{[A]_o}{2k_o} = \frac{1}{2x0.019} = 26.32s$$

## حل المسألة الثانية:

- يتبع تفكك غاز أكسيد الآزوتي عند الدرجة 986 K التالي:

$$2N_2O_{(g)} \rightarrow 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$$

حركيّة تفاعل من المرتبة الثانية بثابت سرعة $k_2 = 8.22x10^{-3}\ M^{-1}s^{-1}$، فإذا علمت أنّ التفاعل تام وأنّ الغازات تسلك سلوكاً مثالياً، فأوجد ثابت السرعة بدلالة الفعّالية. علماً أنّ:

$$R = 0.082\ atm.L/mole.K$$

**الحل:**

بما أنّ التفاعل من المرتبة الثانية فإنّ:

$$v = k_c[N_2O]^2 \qquad (i)$$

وحيث إنّ المواد غازية ومثالية فإنّ $a = \gamma P = P$، ويكون أيضاً:

$$v = k_p P_{N_2O}^2$$

ومن معادلة الغاز المثالي يمكن أن نكتب ما يلي:

$$P_{N_2O} = \frac{n_{N_2O}}{V}RT = [N_2O]RT \Rightarrow [N_2O] = \frac{P_{N_2O}}{RT}$$

وبالتبديل في العلاقة (i) نحصل على ما يلي:

$$v = k_c\left(\frac{P_{N_2O}}{RT}\right)^2 = \frac{k_c}{(RT)^2}P_{N_2O}^2$$

وبالمقارنة مع العلاقة (ii) نجد أنّ:

$$k_p = \frac{k_c}{(RT)^2} = \frac{8.22x10^{-3}}{(0.082x986)^2} = 1.257x10^{-6}\ mol//l.atm^2.s$$

الدكتورة: مروة رباح

| جامعة حلب<br>كلية العلوم<br>قسم الكيمياء | امتحان مقرر حركية التفاعلات الكيميائية<br>طلاب السنة الرابعة –الفصل الدراسي الأول<br>2024-2025 | اسم الطالب:<br>الرقم الجامعي:<br>المدة: ساعتان<br>العلامة: 70 درجة |
|---|---|---|
| يسمح باستخدام الآلة الحاسبة | | |

**س1– ما المقصود بالتعابير التالية:** (8 درجات)

سرعة التفاعل– جزيئية التفاعل – درجة الحرارة الفضلى للأنزيم – المعامل الدرحراري

**س2– أجب عن الأسئلة التالية:** (27 درجة)

أ- عدد الطرائق التجريبية لتحديد قوانين السرعة طرائق القياسات المستمرة.

ب- استخرج علاقة السرعة من المرتبة الثانية لمادة متفاعلة واحدة وأوجد زمن نصف التفاعل وهل يتعلق $t_{1/2}$ بتركيز المادة المتفاعلة البدائي.

ت- استخرج علاقة أرينيوس بدءاً من علاقة فانت هوف مع الشكل الأسي مع ذكر المدلولات، وماهي الطاقة التنشيطية وعامل بولتزمان.

**س3– حل المسألتين التاليتين:** (15+ 20 درجة)

1- وجد من أجل التفاعل الغازي التالي: $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$

أنّه عند الدرجة 373.15 K يكون $k = 8.74x10^{-15}\ M^{-1}s^{-1}$ وعند الدرجة 473.15 K يساوي $k = 9.53x10^{-10}\ M^{-1}s^{-1}$. أوجد $E_a$ و A ثم احسب k عند الدرجة 425.15 K. علماً أن $R= 8.315\ J\ K^{-1}mol^{-1}$.

2- دُرس التفاعل التالي: $2NO + H_2 = N_2O + H_2O$

عند حجم ثابت والدرجة 820 °C وعُيّنت السرعات الأولية من أجل تراكيز أولية مختلفة فحُصل على النتائج التالية:

| التجربة | $P_{0,NO}$ (Torr) | $P_{0,H2}$ (Torr) | $v_0$, (Torr/s) |
|---|---|---|---|
| 1 | 400 | 20 | 0.24 |
| 2 | 400 | 40 | 0.48 |
| 3 | 200 | 20 | 0.06 |

فإذا كان قانون السرعة من الشكل التالي:

$$v = k[NO]^x[H_2]^y$$

فأوجد كلٍ من x و y و n (المرتبة الكلّية للتفاعل) و k ثابت السرعة.

انتهت الأسئلة بالتوفيق الدائم

/2/2025

الدكتورة: مروة رباح

A to Z

سلم تصحيح امتحان مقترح لمقرر حركية التفاعلات الكيميائية

السنة الرابعة - الدورة الأولى - للعام الدراسي 2024/2025

ج1:

- سرعة التفاعل:

يُعبّر عن سرعة التفاعل الكيميائي كتغير في تركيز بعض المواد المتضمنة في التفاعل بدلالة الزمن، وهذا يعني أنّ واحدة سرعة التفاعل هي moles/s أو mole/l.min أو atm/s.

- جزيئية التفاعل:

تُعرّف جزيئية التفاعل بأنها عدد الأنواع الكيميائية (جزيئات، ذرات، جذور حرة، شوارد) التي تشارك في المرحلة المحدّدة للسرعة.

- درجة الحرارة المثلى للإنزيم:

تبعاً لثبات الإنزيم، حيث تكون عندها سرعة التفاعل عظمى، وتتناقص سرعة التفاعل عند درجات أعلى أو أخفض من هذه الدرجة.

- المعامل الدرجاري:

تُدعى نسبة شدة السرعة لتفاعل عندما يكون الفرق 10° بمعامل درجة الحرارة أو المعامل الدرجاري.

ج2:

أ- طريقة قياس الناقلية - نظرية الاصطدامية - قياس الضغط - الطريقة الضوئية - الطريقة الكمونية.

ب- تفاعل المرتبة الثانية لمادة متفاعلة واحدة:

يمكن أن يكون التفاعل من أحد النموذجين التاليين:

$$A \longrightarrow P$$
$$2A \longrightarrow P$$

يُعبّر عن سرعة التفاعل في النموذج الأول بالشكل التالي:

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

نحصل على علاقة السرعة التكاملية بمزج المتغيرات وإجراء التكامل:

$$-\frac{d[A]}{[A]} = k\,dt \quad \Rightarrow \quad \int_{[A]_0}^{[A]} -\frac{d[A]}{[A]} = \int_0^t k\,dt$$

$$\ln\frac{[A]_0}{[A]} = kt$$

A to Z

يكون زمن نصف التفاعل في هذه الحالة هو أي $[A] = [A]_0/2$ عندما $t = t_{1/2}$ وبالتعويض في العلاقة نحصل على ما يلي:

$$\frac{1}{\frac{[A]_0}{2}} - \frac{1}{[A]_0} = k_d t_{1/2} \Rightarrow \frac{1}{[A]_0} = k_d t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{k_d [A]_0}$$

يتبين من هذه العلاقة أن قيمة نصف التفاعل من المرتبة الثانية تتناسب دوما عكسا مع التركيز البدائي للمادة المتفاعلة.

**ت**–انطلق **أريتيوس** من علاقة **فانت هوف** التي تربط بين ثابت توازن تفاعل مع درجة الحرارة، فمن أجل التفاعل العكوسي التالي:

$$A + B \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

يُعطى ثابت التوازن بالعلاقة التالية:

$$K = \frac{k_f}{k_b} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

وتبعاً لفانت هوف يتعلق $K$ بدرجة الحرارة بالعلاقة التالية:

$$\frac{d \ln k_f}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

حيث تمثل $\Delta H$ حرارة التفاعل، أي فرق الطاقة بين المواد الناتجة والمواد المتفاعلة، وهذا الفرق يساوي فرق الطاقة بين سوية المواد المتفاعلة والحالة الانتقالية $E_f$ أو $E_1$ وبين سوية المواد الناتجة والحالة الانتقالية $E_b$ أو $E_2$ أي $\Delta H = E_f - E_b$.

حصل أريتيوس بالتعويض من العلاقة السابقة في علاقة فانت هوف على ما يلي:

$$\frac{d \ln(k_f / k_b)}{dT} = \frac{E_f - E_b}{RT^2}$$

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{d \ln k_f}{dT} - \frac{d \ln k_b}{dT} = \frac{E_f}{RT^2} - \frac{E_b}{RT^2}$$

وهذا ما دفعه إلى الافتراض بأن التفاعلات العكسية تتأثر على المستوى الطاقي والتي بدورها تكون مستقلة عن بعضها، لذلك فصل العلاقة السابقة إلى علاقتين إحداها للتفاعل المباشر والأخرى للتفاعل العكسي:

$$\frac{d \ln k_f}{dT} = \frac{E_f}{RT^2} \quad , \quad \frac{d \ln k_b}{dT} = \frac{E_b}{RT^2}$$

حيث تمثل $E_f$ الطاقة التنشيطية للتفاعل المباشر و $E_b$ الطاقة التنشيطية للتفاعل العكسي. بناء على ذلك يكون ثابت سرعة التفاعل متعلقا بدرجة الحرارة وفق العلاقة التالية:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_a}{RT^2}$$

تُعد هذه العلاقة أحد الأشكال العامة لعلاقة أريتيوس الرياضية والتي تنص على:

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + C_0$$

ويمكن أن تكتب بالشكل الأسي التالي:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

والتي تُعرف بعلاقة أرينيوس. وتُعرف A و $E_a$ بعوامل أرينيوس. تُدعى $E_a$ بالطاقة التنشيطية للتفاعل أو طاقة أرينيوس، وهي الطاقة الدنيا التي يجب أن تمتلكها الجزيئات المتفاعلة حتى تنشيط إعطاء النواتج، ويُعطى الكسر من التصادمات التي تكون طاقتها الحركية تساوي أو تزيد عن الطاقة التنشيطية $E_a$ بتوزع بولتزمان $e^{-\frac{E_a}{RT}}$ والذي يُعرف بعامل بولتزمان، وهو يمثل الكسر من الجزيئات التي تمتلك طاقة تزيد عن طاقتها المتوسطة بمقدار $E_a$. تُدعى الثابت A بعامل التواتر او ما قبل الأسي السابق للأس وهو قياس للسرعة التي تحدث فيها التصادمات بغض النظر عن طاقتها.

ج 4:

حل المسألة الاولى:

وجد من أجل التفاعل الغازي التالي:

$$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$$

أنه عند الدرجة 373.15 K يكون $k = 8.74\times10^{-9}\ M^{-1}s^{-1}$ وعند الدرجة 473.15 K يساوي $k = 9.53\times10^{-10}\ M^{-1}s^{-1}$. أوجد $E_a$ و A ثم احسب k عند الدرجة 425.15 K.

الحل:

نُعوض المعطيات في العلاقة التالية فنحصل على ما يلي:

$$E_a = \frac{RT_1T_2}{T_2 - T_1}\ln\frac{k_2}{k_1} =$$

$$E_a = \frac{8.314\times373.15\times473.15}{473.15 - 373.15}\ln\frac{9.53\times10^{-10}}{8.74\times10^{-9}} = 1.7\times10^5\ J/mol$$

لحساب عامل التواتر نكتب علاقة أرينيوس بالشكل التالي:

$$A = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$A = 8.74\times10^{-9}\exp\left(\frac{1.7\times10^5}{8.3145\times373.15}\right) = 5.47\times10^{13}\ M^{-1}s^{-1}$$

لحساب ثابت السرعة عند الدرجة 425.15 K نكتب علاقة أرينيوس بالشكل التالي:

$$k_2 = A\exp\left[\frac{E_a}{RT}\right]$$

$$k_{T=318} = 8.74\times10^{13}\exp\frac{1.7\times10^{5}(318-313)}{8.3145\times313\times318} = 5.497\times10^{-1}\,M^{-1}s^{-1}$$

## حل المسألة الثانية:

**الحل:**

بما أن قانون السرعة هو :

$$v = k[NO]^2[H_2]$$

فإننا نطبقها على المعطيات:

(i) $v = k[400]^2[20] = 0.24$

(ii) $v = k[400]^2[40] = 0.48$

(iii) $v = k[200]^2[20] = 0.06$

نجد من العلاقتين (i) و (ii) أن:

$$\frac{0.48}{0.24} = \frac{k(40)^2(40)^1}{k(40)^2(20)^1} \Rightarrow 2 = 2^{y} \Rightarrow y = 1$$

أي أن المرتبة الجزئية بالنسبة للهيدروجين تساوي الواحدة.

ونجد من العلاقتين (i) و (iii) أن:

$$\frac{0.24}{0.06} = \frac{k(40)^2(20)^1}{k(20)^2(20)^1} \Rightarrow 4 = 2^{x} \Rightarrow x = 2$$

أي أن المرتبة الجزئية بالنسبة لأول أكسيد النتريك تساوي الثنائية، وعليه تكون المرتبة الكلية للتفاعل هي:

$$n = x + y = 2 + 1 = 3$$

ويأخذ قانون السرعة الشكل التالي:

$$v = k[NO]^2[H_2]$$

نحسب قيمة ثابت السرعة من معطى العلاقة (i) أو (ii) أو (iii) حيث يكون:

$$k = \frac{0.24}{(40)^2(20)} = 7.5\times10^{-4}\,L^2mol^{-2}s^{-1}$$

الدكتورة: مروة رياح

A to Z

| جامعة طرطوس<br>كلية العلوم<br>قسم الكيمياء | امتحان مقرر حركية التفاعلات الكيميائية<br>طلاب السنة الرابعة –الدورة الثانية<br>2023-2024 | اسم الطالب:<br>الرقم الجامعي:<br>المدة: ساعتان<br>العلامة: 70 درجة |
|---|---|---|
| يسمح باستخدام الآلة الحاسبة | | |

**س1– ما المقصود بالتعابير التالية:** **(8 درجات)**

مرتبة التفاعل، ثابت السرعة ، زمن الاستراحة.

**س2– أجب عن سؤالين فقط من الأسئلة التالية:** **(12 درجة)**

أ- من الطرائق التجريبية لقياس سرعة التفاعل هي طرائق القياسات المستمرة عددها من دون شرح.

ب- عرّف زمن نصف التفاعل واستخرج علاقته من المرتبة الأولى.

ت- استخرج علاقة السرعة من المرتبة الثانية لمادة متفاعلة واحدة وزمن نصف التفاعل.

**س 3– أجب عن الأسئلة التالية:** **(30 درجة)**

أ- لديك التفاعل المتتالي التالي:

$$A + B \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

$$C \underset{k'_b}{\overset{k'_f}{\rightleftharpoons}} E + F$$

أثبت أنّ ثابت التوازن الكلي للتفاعل هو حاصل جداء نسب ثوابت السرعة أو جداء ثوابت التوازنات للخطوات.

ب- أوجد زمن الاستراحة $\tau$ للتفاعل العكوسي المتوازن من المرتبة الأولى، ثابت توازنه يُعطى بالعلاقة $K^* = K_f^* / K_b^*$.

$$A \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} B$$

**س3– حل المسألة التالية:** **(20 درجة)**

– دُرس تفاعل تفكك آزو ميتان عند الدرجة 600 K وفي حجم ثابت:

$$CH_3{-}N{=}N{-}CH_3 \rightarrow CH_3CH_3 + N_2$$

فحُصل على النتائج التالية:

| t , s | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 |
|---|---|---|---|---|---|
| $P_{CH_3N_2CH_3}, Torr$ | 0.0830 | 0.0572 | 0.0399 | 0.0278 | 0.0194 |

أثبت أنّ التفاعل حركيّاً من المرتبة الأولى، ثم أوجد ثابت السرعة $k_1$ حسابياً، ثمّ احسب $t_{1/2}$ و $t_{3/4}$ و $t_{7/8}$.

بالتوفيق الدائم

مدرسا المقرر

د مروة رباح د أحمد سليمان

مكتبة A to Z

# سلّم تصحيح امتحان النظري لمقرّر حركية التفاعلات الكيميائية

## السنة الرابعة – الدورة الثانية – للعام الدراسي 2024/2023

**ج 1-**

- **مرتبة التفاعل:** يُشـــار إلى الطريقة التي تتغيّر فيها ســـرعة التفاعل مع تراكيز المواد المتضـــمنة في جملة التفاعل بتعبير مرتبة التفاعل. تُدعى x بالمرتبة الجزئية للتفاعل بالنســـبة للمادة A و y بالمرتبة الجزئية للتفاعل بالنسبة للمادة B: 3

$$v = k[A]^x[B]^y$$

ويدعى مجموع القوى بالمرتبة الكلية للتفاعل:

$$n = x + y$$

- **ثابت السرعة:** يُدعى الثابت k الذي يظهر في قانون السرعة بثابت السرعة، وإذا كانت علاقة السرعة بسيطة فإنّه يُدعى بمُعامل السرعة أو السرعة النوعيّة للتفاعل، ويساوي عددياً قيمة سرعة التفاعل عندما تكون تراكيز كل المواد المتفاعلة مساوية 1 M. 3

- **زمن الاســـتراحة:** τ بأنّه الزمن اللازم لانخفاض تركيز المادة المتفاعلة بالمقدار 1/e من تركيزها الأولي، أي عندما $\tau = 1/k_1$. أو بأنّه مقلوب ثابت سرعة الاستراحة، أي $\tau = 1/k_r$. 2

**ج 2-**

أ- قياس الناقلية الكهربائية – الطريقة الاســـتقطابية – قياس الضـــغط – الطرائق الطيفية – الطريقة الكمونية. 6

ب- زمن نصف التفاعل أو حياة النصف والذي يُرمز له بالرمز $t_{1/2}$ ويُعرّف بأنّه الزمن اللازم لاستهلاك نصـــف المادة المتفاعلة، 3 أي $[A] = [A]_o/2$ عندما $t = t_{1/2}$. يلعب زمن حياة النصـــف في التفاعلات من المرتبة الأولى دوراً مهماً إذ يحدّد ثابت السرعة، ويعطى بالعلاقة:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1} = \frac{0.69315}{k_1} \quad 3$$

ت- يمكن أن يكون التفاعل من أحد النموذج التالي:

$$A + \cdots \rightarrow P$$

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = \frac{dx}{dt} = k_2[A]^2 = k_2(a-x)^2 \quad 2$$

حيث تُمثّل x مقدار ما يُســـتهلك من المادة المتفاعلة أو تركيز المادة الناتجة في اللحظة t، و $k_2$ ثابت سرعة التفاعل.

نحصل على علاقة السرعة التكاملية بعزل المتغيّرات وإجراء المكاملة:

مكتبة A to Z

$$-\frac{d[A]}{[A]^2} = k_2 dt \Rightarrow -\int_{[A]_o}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]^2} = k_2 \int_o^t dt \Rightarrow$$

2

$$k_2 t = \frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_o} \Rightarrow \frac{1}{[A]} = k_2 t + \frac{1}{[A]_o}$$

2

ج 3-

أ- لديك التفاعل المتتالي التالي:

$$A + B \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

$$C \underset{k'_b}{\overset{k'_f}{\rightleftharpoons}} E + F$$

أثبت أنّ ثابت التوازن الكلي للتفاعل هو حاصل جداء نسب ثوابت السرعة أو جداء ثوابت التوازنات للخطوات.

**الحل:** نستطيع أن نكتب من التوازن الأول:

$$\frac{d[A]}{dt} = k_b[C][D] - k_f[A][B] \qquad \text{(i)}$$

2

ومن التوازن الثاني:

$$\frac{d[C]}{dt} = k'_b[E][F] - k'_f[C] \qquad \text{(ii)}$$

2

وعند توازن الجملة فإنّ التفاعلين يكونان كلٍ بصورة مستقلة في حالة توازن، وعندها يكون $d[A]/dt = 0$ و $d[C]/dt = 0$، وبالتالي نستنتج من العلاقتين (i) و(ii) ما يلي:

$$\frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{k_f}{k_b} = K_1 \qquad \text{و} \qquad \frac{[E][F]}{[C]} = \frac{k'_f}{k'_b} = K_2 \qquad \text{(iii)}$$

5

ويكون التفاعل الكلي هو:

$$A + B \rightleftharpoons D + E + F$$

2

ويُعطى ثابت توازنه بالعلاقة التالية:

$$K = \frac{[D][E][F]}{[A][B]} = \frac{[C][D]}{[A][B]} \frac{[E][F]}{[C]} = \frac{k_f}{k_b} \frac{k'_f}{k'_b} = K_1 K_2$$

4

يُبيّن هذا المثال أنّه إذا كان تفاعل كلّي يتألف من عدة خطوات متوازنة فإنّ ثابت التوازن الكلي يكون حاصل جداء نسب ثوابت السرعة للخطوات أو جداء ثوابت توازنها.

ب- **إزاحة توازن تفاعل عكوسي من المرتبة الأولى:**

إذا أخذنا تفاعلاً عكوسياً متوازناً من المرتبة الأولى وبحيث يكون ثابت توازنه $K^* = k_f^* / k_b^*$:

$$A \rightleftharpoons B$$

يكون معدّل تغيّر [A] عند درجة معينة هو:

$$\frac{d[A]}{dt} = -k_f^*[A] + k_b^*[B]$$

2

وعند التوازن يكون $d[A]/dt = 0$ والتراكيز التوازنية $[A]_e^*$ و $[B]_e^* = x_e^*$، أي أنّ: 2

$$2 \quad k_f^*[A]_e^* = k_b^*[B]_e^*$$

إذا أُحدثت قفزة فجائية في درجة الحرارة فإنّ ثوابت السرعة ستتغيّر إلى $k_f$ و$k_b$ وتكون قيّم تراكيز A و B في كل لحظة قريبة من القيّم التوازنية القديمة، بحيث لا تكون الجملة في حالة توازن، إلا أنّها تضبط نفسها إلى تراكيز توازنية جديدة بحيث تحقق العلاقة التالية:

$$1 \quad k_f[A]_e = k_b[B]_e \qquad *$$

وتعتمد السرعة التي تصل فيها الجملة إلى وضع التوازن الجديد على قيّم ثوابت السرعة الجديدة. إذا كان الانحراف في تركيز A عن وضع التوازن الجديد هو $\Delta x$ فإنّ $[A] = \Delta x + [A]_e$ و $[B] = [B]_e - \Delta x$ ويكون $d[A]/dt = d\Delta x/dt$، ومن ثم يكون:

$$2 \quad \frac{d[A]}{dt} = \frac{d\Delta x}{dt} = -k_f([A]_e + \Delta x) + k_b([B]_e - \Delta x)$$

وبالأخذ بالعلاقة * تؤول العلاقة السابقة إلى ما يلي:

$$1 \quad \frac{d\Delta x}{dt} = -(k_f + k_b)\Delta x$$

وما هذه العلاقة إلا علاقة تفاضلية لتفاعل من المرتبة الأولى بالنسبة إلى $\Delta x$. يُعطى تكامل هذه العلاقة، علماً أنّه عندما $t = 0$ (في لحظة حدوث القفزة)، أي الانزياح الأولي، يكون $\Delta x = \Delta x_o = [A]_e^* - [A]_e$، ما يلي:

$$2 \quad \ln\frac{(\Delta x)_o}{\Delta x} = (k_f + k_b)t = k_r t$$

حيث $k_r$ ثابت سرعة الاستراحة. يُعرّف زمن الاستراحة $\tau$ بأنّه مقلوب ثابت سرعة الاستراحة، أي $\tau = 1/k_r$، وبالتالي يمكن كتابة العلاقة السابقة بالشكل التالي:

$$\Delta x = (\Delta x)_o e^{-t/\tau}$$

توضح هذه العلاقة أنّه عندما $t = \tau$ فإنّ:

$$2 \quad \ln(\Delta x)_o/\Delta x = 1 \quad ; \quad (\Delta x)_o/\Delta x = e$$

أي أنّ الانزياح $\Delta x$ سيتناقص بمقدار $1/e$ من قيّمته الأولية، لذلك يُعرّف زمن الاستراحة بأنّه الزمن الذي تكون الإزاحة عن التوازن هي $1/e$ من قيّمتها الأصلية. ويكون زمن الاستراحة في هذه الحالة هو:

$$1 \quad \tau = \frac{1}{k_f + k_b}$$

وهكذا إذا عُيّن $\tau$ تجريبياً وكذلك K فإنّ $k_f$ و$k_b$ يمكن حسابها بسهولة.

## ج 4- حل المسألة:

لإثبات أنّ التفاعل من المرتبة الأولى نطبق العلاقة الحركية للمرتبة الأولى:

A to Z

3 $$k = \frac{1}{t} \ln \frac{P_o}{P}$$

أو نحســـب k من العلاقة الســـابقة عند كل الأزمنة ويجب أن يكون هناك ثبات في قيّم k ونأخذ المتوسط. لذلك نحسب $ln\ P_o/P$ ونرتب النتائج في الجدول التالي: 5

| t , s | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 |
|---|---|---|---|---|---|
| $P_{CH_3N_2CH_3}, Torr$ | 0.0830 | 0.0572 | 0.0399 | 0.0278 | 0.0194 |
| $ln\ P_o/P$ | | 0.3723 | 0.7325 | 1.0938 | 1.45357 |
| $kx10^4, s^{-1}$ | | 3.7229 | 3.6623 | 3.6460 | 3.6339 |

نلاحظ من الســـطر الأخير أنّ هناك ثبات في قيّم k فالتفاعل من المرتبة الأولى ويكون المتوســـط الحسابي هو:

3 $k_{av} = 3.6663x10^{-4}\ s^{-1}$

ويكون زمن نصف التفاعل:

5 $$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1} = \frac{0.6931}{3.6443x10^{-4}} = 1901.87s$$

وتكون $t_{3/4}$ و $t_{7/8}$ هي:

2 $t_{3/4} = 2t_{1/2} = 2x1901.87 = 3803.75\ s$

2 $t_{7/8} = 3t_{1/2} = 3x1901.87 = 5705.62\ s$

مكتبة A to Z

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة طرطوس / كلية العلوم- قسم الكيمياء

**الامتحان النظري**
**الكيمياء الحركية**
**( حركية التفاعلات الكيميائية )**
طلاب السنة الرابعة قسم الكيمياء –الفصل الدراسي الأول 2023-2024

الطالب:
الرقم الجامعي:
المدة: ساعتين/ العلامة: 70 درجة

---

**السؤال الأول: أجب عن الأسئلة التالية (7+8+15=30درجة).**

**س1:** لديك التفاعل المتتالي التالي:
أثبت أن ثابت التوازن الكلي للتفاعل هو حاصل جداء نسب ثوابت السرعة، أو جداء ثوابت التوازنات للخطوات.

$$A + B \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

**س2:** أوجد زمن الاستراحة $\tau$ للتفاعل العكوسي المتوازن من المرتبة الأولى، ثابت توازنه يعطى بالعلاقة $K^* = K_f^*/K_b^*$

$$A \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} B$$

**س3:** لديك التفاعل المتوازي التوأمي من المرتبة الأولى، علماً أنه لا يوجد في بداية التفاعل إلا المادة المتفاعلة **A** .

$$C \xrightarrow{k_1} B \qquad C \xrightarrow{k_2} D$$

**المطلوب:** اكتب علاقة السرعة. واستنتج تراكيز كل من **A** و **B** و **C**، ثم أوجد النسبة بين ثابتي السرعة.

---

**السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة التالية (8+12+20=40درجة).**

**س1:** ما المقصود بالتعابير التالية:
1- سرعة التفاعل 2- مرتبة التفاعل 3-جزيئية التفاعل 4-زمن نصف التفاعل

**س2:** أجب عن سؤالين فقط من الأسئلة التالية:

1) عدد الطرائق التجريبية لتحديد قوانين السرعة، وماهو ثابت السرعة وعلى ماذا يدل وماهي واحداته؟
2) استخراج علاقة السرعة للتفاعل من المرتبة الأولى وزمن نصف التفاعل.
3) استخرج علاقة السرعة من المرتبة الثانية لمادة متفاعلة واحدة وزمن نصف التفاعل.

**س3:** حل المسألة التالية:
ندرس التفاعل الغازي التالي : $3H_2 + N_2 = 2NH_3$ عند الدرجة 450°C فوجد ان السرعة البدائية $v_\circ = -dp_\circ/dt$ من أجل ضغوط بدائية مختلفة كانت على النحو التالي:

| التجربة | $p^\circ(H_2)$, Torr | $P_\circ (N_2)$, Torr | $v_\circ$, Torr.h$^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 100 | 1.0 | 0.01 |
| 2 | 200 | 1.0 | 0.04 |
| 3 | 400 | 0.5 | 0.08 |

**والمطلوب:** أ- أوجد المراتب الجزئية والمرتبة الكلية للتفاعل $V = KP_{H_2}^x P_{N_2}^y$
ب- احسب K عند الدرجة 450°C.

ملاحظة
يسمح باستخدام الآلة

**-انتهت الأسئلة-**
*بالتوفيق والنجاح*

---

طرطوس 12 /02/2024

مدرسا المقرر
د.مروة رباح د. أحمد سليمان

سلم تصحيح فرض أول 2023 - 2024 السنة الرابعة

السؤال الأول (30 درجة)

سبب لرتب التفاعل المتكافئ: الشرط أن التوازن الكلي للتفاعل هو حاصل جداء نسب ثوابت السرعة أو جداء ثوابت التوازنات للخطوات

(7 درجات)

$$A + B \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} C + D$$

$$C \underset{k_b}{\overset{k_e}{\rightleftharpoons}} E + F$$

أكمل: نستطيع أن نكتب من التوازن الأول

$$\frac{d[A]}{dt} = k_b[C][D] - k_f[A][B] \quad (I)$$

أو

$$\frac{-d[A]}{dt} = k_f[A][B] - k_b[C][D]$$

ومن التوازن الثاني

$$\frac{d[C]}{dt} = k_b[E][F] - k_f[C]$$

أو

$$\frac{-d[C]}{dt} = k_f[C] + k_b[E][F] \quad (II)$$

فعند التوازن الكلي يكون التفاعلين يكونان في حالة توازن

وعندها يكون $\frac{d[A]}{dt} = 0$ ، $\frac{d[C]}{dt} = 0$ وبالتالي نستنتج من العلاقتين I و II

$$\frac{[E][F]}{[C]} = \frac{k_f}{k_b} \quad , \quad \frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{k_f}{k_b} \quad (III)$$

ويكون التفاعل الكلي هو:

$$A + B \rightleftharpoons D + E + F$$

وبفرض ثابت توازنه بالعلاقة

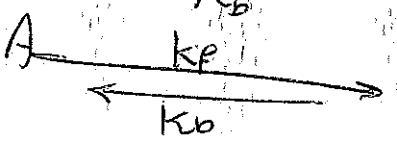
$$K = \frac{[D][E][F]}{[A][B]} = \frac{[C][D][E][F]}{[A][B][C]} = \frac{k_f \cdot k_f}{k_b \cdot k_b} = k_1 \cdot k_2$$

يبين هذا المثال أنه إذا كان تفاعل كلي يتألف من عدة خطوات متوازنة فإن ثابت التوازن الكلي يكون حاصل جداء نسب ثوابت السرعة للخطوات أو جداء ثوابت توازنها.

٢

سيب أوجد العلاقة التي تربط بين ثابت التوازن المعبر عنه بالدلالة الكسرية $K^*$ والتوازن المعبر عنه بالدلالة المئوية $K_p^*$ (٨ درجات)

$$K^* = \frac{K_p^*}{K_b^*}$$




الحل:

يكون معدل تغير $[A]$ عند تغير درجة معينة

$$A \rightleftharpoons B$$

$$\frac{d[A]}{dt} = -k_f^*[A] + k_b^*[B]$$

وعند التوازن يكون $\frac{d[A]}{dt} = 0$ ، والتراكيز التوازنية $[A]_e^*$ و $[B]_e^*$ أي أن: $[B]_e^* = x_e^*$

$$k_f^*[A]_e^* = k_b^*[B]_e^*$$

إذا أضيفت كمية ما إلى درجة حرارة ما فإن توابت السرعة ستتغير إلى $k_f$ و $k_b$ وتكون لهم تراكيز A و B لا كما كانت عليه في الحالة التوازنية القديمة، حيث لا تكون متجانسة في حالة توازنه إلا إذا تضبط نفسها لتكون تراكيز توازنية جديدة، بحيث تحقق العلاقة التالية:

$$k_f[A]_e = k_b[B]_e \quad (*)$$

وتسمى الحالة التي تصل إليها الحالة الأولى وضع التوازن الجديد علمًا توابت السرعة الجديدة، إذا كانت الإضافة لتركيز A عند وضع التوازن الجديد هي $\Delta x$ فإن

$$[A] = \Delta x + [A]_e$$

أي

$$[A]_e = [A] - \Delta x$$

أي

$$[B] = [B]_e - \Delta x$$

أي

$$[B]_e = [B] + \Delta x$$

ويكون

$$\frac{d[A]}{dt} = \frac{d\Delta x}{dt} = -k_f([A]_e + \Delta x) + k_b([B]_e - \Delta x)$$

وبالأخذ بالعلاقة $(*)$

$$\frac{d\Delta x}{dt} = -(k_f + k_b)\Delta x$$

علامة تكاملية لتكامل الرتبة الأولى بالنسبة لـ $\Delta x$ $(**)$ بالكامل عندما $t=0$

$$\frac{d\Delta x}{\Delta x} = -(k_f + k_b)\,dt$$

$$\ln \frac{\Delta x_0}{\Delta x} = (k_f + k_b)\,t = k_r t$$

(3)

$\tau$ : ثابت سرعة التفاعل.

$\tau$ : زمن الاسترخاء وهو مقلوب ثابت سرعة التفاعل $\tau = 1/k_r$

$\Delta x_0$ : البعد الأصلي

$\Delta x$ : البعد بعد الاسترخاء

ومنه $\ln \frac{\Delta x_0}{\Delta x} = \frac{1}{\tau} t$

$\Delta x = (\Delta x_0)\, e^{-t/\tau}$

عندما $t = \tau$

$\frac{\Delta x_0}{\Delta x} = e$ ; $\ln \frac{\Delta x_0}{\Delta x} = 1$

أي أنه عندما يتناقص $\Delta x$ بمقدار $\frac{1}{e}$ من قيمته الأصلية، إذن نعرف زمن الاسترخاء بأنه الزمن الذي تكون الإزاحة عن التوازنة $\frac{1}{e}$ من قيمتها الأصلية

$$\tau = \frac{1}{k_f + k_b}$$

إذا عين $\tau$ تجريبيا وكذلك $K$ ثابت التوازن، فإنه يمكن حساب $k_f$ و $k_b$.

---

سير التفاعل المتوازي التوازي من الرتبة الأولى، على أنه يوضح بدايات التفاعل

$A$ المادة المتفاعلة، الطلب اكتشاف الزمن اللازم لتركيز المادة $A$ و $B$ و $C$ مع أوجد النسبة بين ثابتي السرعة

الحل

يكون معدل اختفاء المادة المتفاعلة

$$A \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} B \quad , \quad A \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} C$$

بالنسبة للمادة A :

$$\frac{-d[A]}{dt} = k_1[A] + k_2[A] = k_T(A) \quad \Leftarrow \quad \frac{-d[A]}{dt} = (k_1 + k_2)[A]$$

$k_T = k_1 + k_2$

$$\ln \frac{(A_0)}{(A)} = (k_1 + k_2)\, t$$

تكامل المعادلة الأولى

$$\frac{A_0}{A} = e^{(k_1+k_2)t} \Rightarrow A = A_0\, e^{-(k_1+k_2)t} \Rightarrow \boxed{A = A_0\, e^{-k_T t}}$$

تتغير $(A)$ بشكل أسي وفقاً لتغير قيمة $k_T$

بالنسبة للمادة B تقرأ الآخر

$$\frac{d[B]}{dt} = k_1(A)$$

بالتعويض عن $(A)$

$$\frac{d[B]}{dT} = k_1(A)_0\, e^{-k_T t}$$

وبعد تكامل بعد الحل

$(B)_0 = 0$

حل

ب)

$$[B] = \frac{k_1 [A]_0}{k_T} \left(1 - e^{-k_T t}\right) \quad (*)$$

ومن المعادلة الأولى نجد أن كمية المادة C

$$\frac{d[C]}{dt} = k_2 [A]$$

$$[C] = \frac{k_2 A_0}{k_T} \left(1 - e^{-k_T t}\right) \quad (**)$$

بالقسمة (*) على (**)

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[B]}{[C]}$$

تتفكك (A) بتفاعلين من الرتبة الأولى لتعطي كل من (B) و (C) بثوابت السرعة $k_1$ و $k_2$.

لا يسمح للتفاعل الأول.

2014

د: مروة رباح

سلم تصحيحي مقترح لمركبة التفاعلات

الكيميائية - الفصل الأول - 2023/2024

(8 درجات)

ج1: سرعة التفاعل: تغير في تركيز بعض الأنواع المتضمنة في التفاعل بدلالة الزمن وواحدتها هي atm/s أو moles/L.min أو moles/L.s 2

- مرتبة التفاعل: هي الطريقة التي تتغير فيها سرعة التفاعل مع تراكيز المواد المتضمنة في معادلة التفاعل أو هي مجموعة الأسس لتراكيز المواد في قانون السرعة 2

- جزيئية التفاعل: هي عدد الأنواع الكيميائية (جزيئات - ذرات - جذور حرة - شوارد) التي تشارك في المرحلة المحددة للسرعة 2

- زمن نصف التفاعل: أو حياة النصف وهو الزمن اللازم لاستهلاك نصف المادة المتفاعلة. 2

---

ج2: (12 درجة)

① - طريقة السرعات الأولية

- الطريقة اللوغاريتمية ½

- طريقة أزمنة نصف التفاعل ½

- طريقة العزل ½

- طريقة تغير التفاعل

- طريقة الخواص الجمعية ½

يدعى الثابت k الذي يظهر في قانون السرعة بثابت السرعة ويدل على القياس الكمي للفعالية الكيميائية وحداته $s^{-1}$ أو $min^{-1}$ أو $h^{-1}$ مرتبة أولى ½

و $M^{-1}.s^{-1}$ أو $atm^{-1}.s^{-1}$ ∴ ½

② - $A \longrightarrow B$

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = \frac{dx}{dt} = k_1[A] = k_1(a-x)$$ ½

$$-\frac{d[A]}{[A]} = k_1\,dt \Rightarrow -\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]} = k_1 \int_0^t dt$$

$$\Rightarrow \ln \frac{[A]_0}{[A]} = k_1 t$$

أو :

$$\int_{x=0}^{x} \frac{dx}{(a-x)} = k_1 \int_0^t dt \Rightarrow \ln \frac{a}{(a-x)} = k_1 t$$

(زمن نصف التفاعل) $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{k_1} = \dfrac{0,69315}{k_1}$ 2

③ - المرتبة الثانية لمادة متفاعلة واحدة :

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = \frac{dx}{dt} = k_2 [A]^2 = k_2 (a-x)^2$$

$$-\frac{d[A]}{[A]^2} = k_2\,dt \Rightarrow -\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]^2} = k_2 \int_0^t dt$$

$$k_2 t = \frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} \Rightarrow \frac{1}{[A]} = k_2 t + \frac{1}{[A]_0}$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{k_2 [A]_0}$$ / زمن نصف التفاعل / 2

---

ج3 : حل المسألة : (20 درجة)

آ - بما أن $v = k P_{H_2}^{x} P_{N_2}^{y}$ نعوض المعطيات من الجدول في هذه العلاقة فنحصل على مايلي :

2 $0,01 = k_1 (100)^x (1)^y$ (1)

2 $0,04 = k (200)^x (1)^y$ (2)

2 $0,08 = k (400)^x (0,5)^y$ (3)

نستفيد من المعادلتين (1) و (2) مايلي :

$$\frac{0,04}{0,01} = \frac{(200)^x (1)^y}{(100)^x (1)^y} = 4 \Rightarrow 4 = 2^x \Rightarrow x = 2$$ 2 ½

ونستفيد من المعادلتين (1) و (3) مايلي :

$$\frac{0,08}{0,01} = \frac{(400)^x (0,5)^y}{(100)^x (1)^y} = 8 \Rightarrow 8 = 4^x (0,5)^y \Rightarrow 8 = 4^2 (0,5)^y$$ 2

$$\Rightarrow y = 1$$ ½

$$n = x + y = 2 + 1 = 3$$ 2 وتكون المرتبة الكلية :

أي أن التفاعل من المرتبة الثالثة : ويكون قانون السرعة من الشكل

$$v = K P_{H_2}^2 P_{N_2}$$ ... (4)

2- إيجاد قيمة $k_3$ عند الدرجة 450 °C :

$$(k_3)_1 = \frac{0,01}{(100)^2 (1)} = 10^{-6}\ Torr^{-2} \cdot hr^{-1}$$ 2

$$(k_3)_2 = \frac{0,04}{(200)^2 (1)} = 10^{-6}\ Torr^{-2} \cdot hr^{-1}$$ 2

$$(k_3)_3 = \frac{0,08}{(400)^2 (0,5)} = 10^{-6}\ Torr^{-2} \cdot hr^{-1}$$ 2

وإذا اعتدنا أن الهيدروجين يوجد بكميات زائدة فإن ثوابت السرعة الظاهرية تكون كمايلي :

$$(k_{app})_1 = k_3 P_{H_2}^2 = 10^{-6} (100)^2 = 10^{-2}\ hr^{-1}$$

$$(Kapp)_2 = k_3 P_{H_2}^2 = 10^{-6} (200)^2 = 4 \times 10^{-2}\ hr^{-1}$$

$$(Kapp)_3 = k_3 P_{H_2}^2 = 10^{-6} (400)^2 = 16 \times 10^{-2}\ hr^{-1}$$

نلاحظ أن ثابت السرعة الظاهري غير ثابت وإنما يتعلق بضغط الهيدروجين.

هذه طريقة لو لم يذكر الطالب لايعاقب عليها