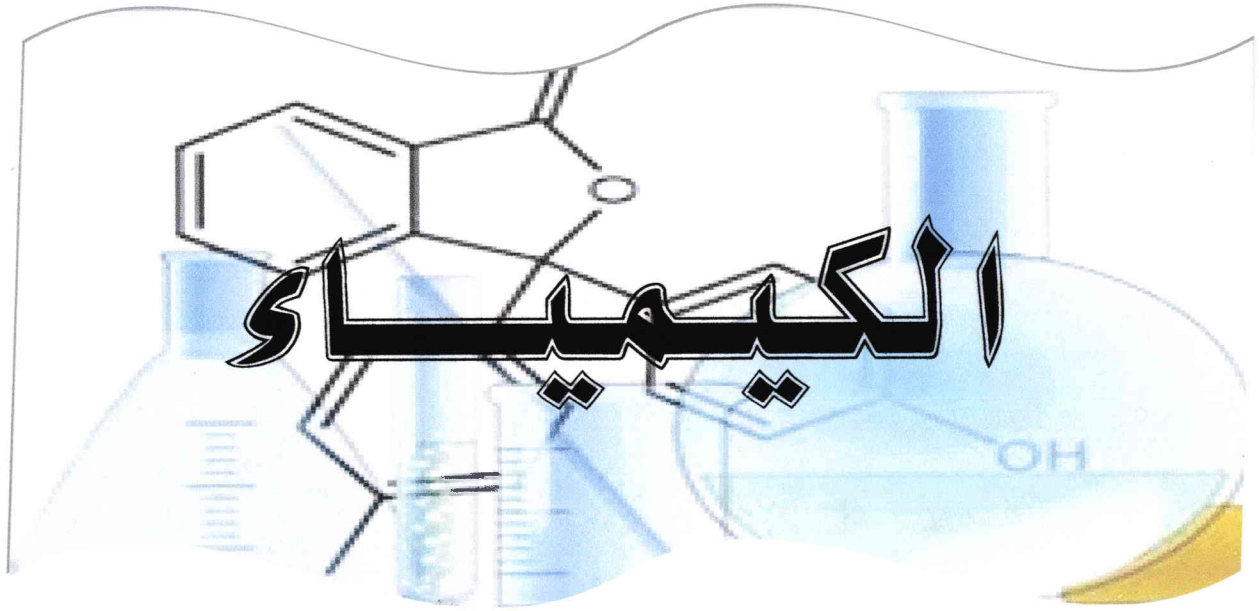
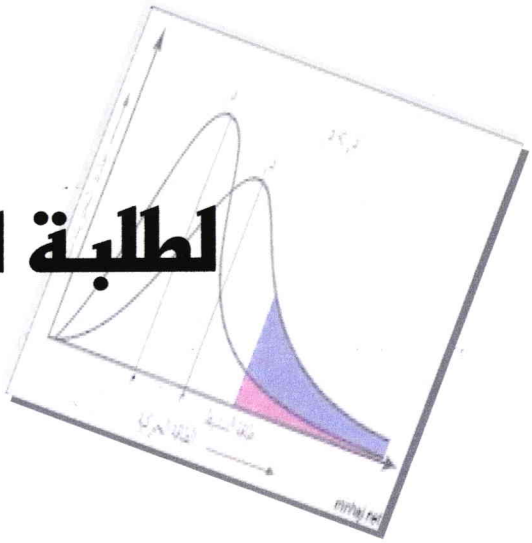


الكيمياء

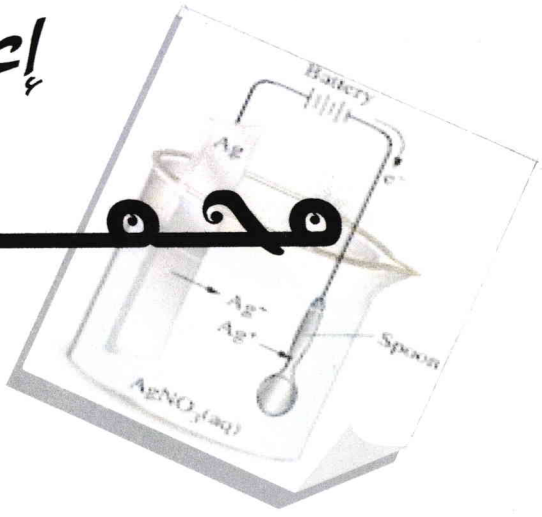
المستوى الثالث

لطلبة الثاني ثانوي العلمي



إعداد الأستاذ

محمد الشيخ



الوحدة الأولى
سرعة التفاعلات الكيميائية

بدون عامل مساعد

عامل مساعد

الفصل الأول : سرعة التفاعل الكيميائي

- تقسم التفاعلات الكيميائية من حيث سرعة حدوثها إلى تفاعلات سريعة جداً ، سريعة وبطيئة ، وهذا يعتمد على نوع وظروف التفاعل وطبيعة المواد المتفاعلة .

- سرعة التفاعل : هي مقياس لمقدار التغير في كمية إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة في فترة زمنية محددة .

- رياضياً :-

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\Delta \text{ كمية المادة}}{\Delta \text{ الزمن}} \quad ، \quad \Delta = \text{قيمة نهائية} - \text{قيمة ابتدائية}$$

- عادةً تتغير تراكيز المواد بطريقتين أ- زيادة في تركيز المواد الناتجة (+) أو ظهور .
ب- نقصان في تركيز المواد المتفاعلة (−) او اختفاء

- الكميات التي تتغير في التفاعلات هي : ① الكتلة ② الحجم ③ التركيز [ ] .

- أيضاً النسبة المولية (الرقم الذي يكتب على يسار المركب في المعادلة) يؤثر في الحل .

- مثال :-

عبّر عن معدل سرعة التفاعل الآتي رياضياً .

$$Mg_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow MgSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

معدل سرعة التفاعل = سرعة اختفاء Mg = سرعة إختفاء H_2SO_4 = سرعة ظهور $MgSO_4$ = سرعة ظهور H_2

← الحالة :	صلبة	أيونية	أيونية	غاز
← النسبة المولية :	1	1	1	1

$$\therefore \text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\Delta \text{ كتلة Mg}}{\Delta \text{ الزمن}} = \frac{[H_2SO_4]\Delta}{\Delta \text{ الزمن}} = \frac{[MgSO_4]\Delta}{\Delta \text{ الزمن}} = \frac{\Delta \text{ حجم } H_2}{\Delta \text{ الزمن}}$$

ملاحظة ① عندما نعبّر عن معدل سرعة التفاعل فإننا نضرب كل كسر بمقلوب النسبة المولية

② في التفاعلات الكيميائية زيادة = ظهور = إنتاج
نقصان = إختفاء = إستهلاك

مثال : عبّر عن معدّل سرعة لتفاعل الافتراضي $2A_{(s)} \rightarrow B_{(s)} + 3C_{(g)}$

$\therefore$ معدل سرعة التفاعل = سرعة استهلاك A = سرعة انتاج B = سرعة انتاج C

الحالة :	صلبة	صلبة	غازية
النسبة المولية :	٢	١	٣

$\therefore$ معدّل سرعة التفاعل $= \frac{1}{2} \frac{\Delta \text{كتلة A}}{\Delta \text{الزمن}} = \frac{\Delta \text{كتلة B}}{\Delta \text{الزمن}} = \frac{1}{3} \frac{\Delta \text{حجم C}}{\Delta \text{الزمن}}$

س) أ) ما هي العلاقة بين سرعة استهلاك A وسرعة انتاج C

ب) ما هي العلاقة بين سرعة انتاج B وسرعة انتاج C

ج) إذا كان معدّل سرعة استهلاك A = ٠,٤ احسب سرعة انتاج C

الحل :-

أ) $\frac{1}{2}$ سرعة إستهلاك A = $\frac{1}{3}$ سرعة إنتاج C

ب) سرعة إنتاج B = $\frac{1}{3}$ سرعة إنتاج C

ج) $\frac{1}{2} \times$ ٠,٤ = $\frac{1}{3}$ سرعة انتاج C $\Leftarrow$ سرعة انتاج C = $\frac{1}{2} \times$ ٠,٤ $\times$ ٣ = ٠,٦

س) الجدول الآتي يبين معلومات لتفاعل $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$

الزمن (د)	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠
$[N_2O_5]$ مول/لتر	١	٠,٨	٠,٧٤	٠,٦٩	٠,٦٦
$[NO_2]$ مول/لتر	٠	٠,٤	٠,٥٦	٠,٦٦	٠,٧٢

١- إحسب معدّل سرعة إستهلاك N_2O_5 في الفترة الزمنية (٢٠ - ٤٠) د

٢- إحسب معدّل سرعة إنتاج NO_2 في الفترة الزمنية .

الحل :-

① معدّل السرعة $= \frac{\Delta [N_2O_5]}{\Delta \text{الزمن}} = \frac{٠,٦٦ - ٠,٧٤}{٤٠ - ٢٠} = -١٠ \times ٤^{-٣}$ مول/لتر . دقيقة .

② معدّل السرعة $= \frac{\Delta [NO_2]}{\Delta \text{الزمن}} = \frac{٠,٧٢ - ٠,٥٦}{٤٠ - ٢٠} = ١٠ \times ٨^{-٣}$ مول/لتر . دقيقة .

$\Leftarrow$ حل آخر : فرع ②

$\frac{1}{2}$ سرعة إختفاء N_2O_5 = $\frac{1}{4}$ سرعة ظهور NO_2

$\frac{1}{2} \times ١٠ \times ٤^{-٣} \times ٤$ = سرعة ظهور NO_2

١٠×٨^{-٣} = سرعة ظهور NO_2 .

س ١٤ ص : في التفاعل $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$ إذا كان معدّل سرعة استهلاك O_2 = ٤٠٪ مول/لتر.ث فما معدّل سرعة إستهلاك C_2H_4 ، وما معدّل سرعة إنتاج كل من CO_2 و H_2O ؟

س ٤ و س ٦ ص ٢٦

الحل :-

١) معدّل سرعة إستهلاك C_2H_4 = $\frac{1}{3}$ معدّل سرعة إستهلاك O_2

= $\frac{1}{3} \times$ ٤٠٪ = ١٥٪ مول/لتر.ث .

٢) $\frac{1}{2}$ معدّل سرعة إنتاج CO_2 = $\frac{1}{3}$ معدّل سرعة إستهلاك O_2

$\frac{1}{2}$ س = $\frac{1}{3} \times$ ٤٠٪ ⇐ س إنتاج CO_2 = ٣٪ مول/لتر.ث

٣) $\frac{1}{2}$ معدّل سرعة إنتاج H_2O = $\frac{1}{3}$ معدّل سرعة إستهلاك O_2

معدّل سرعة إنتاج $H_2O = \frac{1}{3} \times$ ٤٠٪ $\times$ ٢ = ٣٪ مول/لتر.ث .

إستنتاج :-

① كلما كانت الفترة الزمنية اللازمة لحدوث تفاعل أقصر تزداد سرعة التفاعل .

② كلما قمنا بزيادة تراكيز المتفاعلات تزداد سرعة التفاعل أي أن :

« سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع تراكيز المتفاعلات وعكسياً مع الزمن »

⇐ يمكن تمثيل ذلك بالعلاقة س $\propto$ [المتفاعلات]^x ، وعند تحويل إشارة التناسب إلى مساواة ينتج :-

س = K [المتفاعلات]^x

حيث أن K : ثابت سرعة التفاعل ، x : رتبة التفاعل

« وتسمى هذه العلاقة الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل » .

⇐ يتم تعيين قيمة x (رتبة التفاعل) عملياً في المختبر حيث يتم قياس السرعة اللحظية للمواد المتفاعلة عند تراكيز مختلفة ، وقيمة x عادة تأخذ القيم ٠ ، ١ ، ٢ ، .....

③ وحدة قياس السرعة هي : مول/لتر.ث ، لتركيز [ ] هي : مول/لتر

وحدة قياس K تتغير بتغير رتب المواد المتفاعلة .

يمكن استخدام العلاقة الآتية لذلك

وحدة K = (لتر/مول)$^{ن-1}$. ث$^{-1}$ حيث ن : الرتبة الكلية

مثال : حدّد رتبة التفاعل $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ معتمداً على بيانات الجدول

رقم التجربة	$[N_2O_5]$ مول/لتر	س مول/لتر.ث
١	٠,٠١١٣	$٦,٧ \times ١٠^{-٦}$
٢	٠,٠٠٨٤	٥×١٠^{-٦}
٣	٠,٠٠٤٢	$٢,٥ \times ١٠^{-٦}$

← نلاحظ أن المعلومات المتوفرة هي سرعة التفاعل والتركيز في كل تجربة لذلك حتى نجد الرتبة نأخذ معادلتين بحيث يكون المجهول الوحيد هو (x).

الحل :-

من تجربة ٢) $س = ك [N_2O_5]^{x}$ ← $٥ \times ١٠^{-٦} = ك [٠,٠٠٨٤]^{x}$ ---- ①

من تجربة ٣) $س = ك [N_2O_5]^{x}$ ← $٢,٥ \times ١٠^{-٦} = ك [٠,٠٠٤٢]^{x}$ ---- ②

← بقسمة ① على ② ينتج أن :-

$٢ = ٢^{x}$ ← $x = ١$ ∴ التفاعل من الرتبة الأولى .

س ٧ ص ٢٧ : يتحلل مركب آزوميثان $CH_3N=NCH_3$ حسب المعادلة

$CH_3N=NCH_3 \rightarrow C_2H_6(g) + N_2(g)$ فإذا تم الحصول على البيانات الآتية :-

رقم التجربة	$[CH_3N=NCH_3]$ مول/لتر	س مول/لتر.ث
١	$١,١٣ \times ١٠^{-٢}$	$٢,٨ \times ١٠^{-٦}$
٢	$٢,٢٦ \times ١٠^{-٢}$	$٥,٦ \times ١٠^{-٦}$
٣	$٣,٣٩ \times ١٠^{-٢}$	$٨,٤ \times ١٠^{-٦}$

① اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة

② ما هي رتبة التفاعل لـ آزوميثان

③ احسب قيمة K مبيناً الوحدة .

④ إذا كان معدّل سرعة استهلاك آزوميثان = ٠,٠٦ مول/لتر.ث

فاحسب معدّل سرعة إنتاج الإيثان C_2H_6 .

الحل :-

١) $س = ك [CH_3N=NCH_3]^{x}$

٢) من تجربة ١) $٢,٨ \times ١٠^{-٦} = ك (١,١٣ \times ١٠^{-٢})^{x}$ ---- ①

من تجربة ٤) $٥,٦ \times ١٠^{-٦} = ك (٢,٢٦ \times ١٠^{-٢})^{x}$ ---- ④

← بقسمة ④ على ① ينتج أن :-

$٢ = ٢^{x}$ ← $x = ١$ رتبة أولى

٣) قيمة K تحسب من أي تجربة :-

من تجربة ٣) $٨,٤ \times ١٠^{-٦} = ك (٣,٣٩ \times ١٠^{-٢})^{١}$

∴ $ك = ٢,٤ \times ١٠^{-٤}$ $(لتر)^{١-١} . (ث)^{-١} = (مول)^{-١} (ث)^{-١}$

④ وحدة $ك = (\frac{لتر}{مول})^{١-١} . (ث)^{-١} = (ث)^{-١}$

← قانون السرعة لهذا التفاعل هو $س = ك (CH_3N=NCH_3)^{١}$

ملحوظة : الرتبة هي قيمة تخص المادة المتفاعلة فقط ، لذلك عند وجود أكثر من مادة متفاعلة فإننا نفرض أكثر من رتبة « ن = مجموع الرتب للمتفاعلات »

مثال : اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة للتفاعل $2A + B + 3C \rightarrow 2D$

الحل : قانون السرعة العام : $س = K [A]^{x} . [B]^{y} . [C]^{z}$

س ٢١ ص ٤٠ : يحدث التفاعل $A + 2B \rightarrow C$ عند درجة حرارة ١٠٠ س أدرس بياناته الواردة في الجدول الآتي ثم أجب عما يليه :-

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة استهلاك A
١	٠,٢	٠,١	$٣,٤ \times ١٠^{-٣}$
٢	٠,٢	٠,٣	$١٠,٢ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,٤	٠,٣	$٤٠,٨ \times ١٠^{-٣}$

① أوجد رتبة التفاعل بالنسبة للمواد A ، B .

② قانون سرعة التفاعل .

③ قيمة K حسابياً لوحدة .

④ سرعة التفاعل عندما [A] = [B] = ٠,٥

⑤ إذا كان معدل سرعة $A = ٨ \times ١٠^{-٣}$ مول/لتر.ث احسب معدل سرعة استهلاك B .

⑥ أوجد معدل سرعة إستهلاك B في التجربة ٢

الحل :-

① من تجربة ② $١٠,٢ \times ١٠^{-٣} = K [٠,٢]^{x} . [٠,٣]^{y}$ ..... ①

من تجربة ③ $٤٠,٨ \times ١٠^{-٣} = K [٠,٤]^{x} . [٠,٣]^{y}$ ..... ④

⇐ بقسمة ④ على ① ينتج أن :-

$٤ = ٢^{x}$ ⇐ $٢^{٢} = ٢^{x}$ ⇐ $x = ٢$

من تجربة ① $٣,٤ \times ١٠^{-٣} = K [٠,٢]^{x} . [٠,١]^{y}$ ..... ①

من تجربة ② $١٠,٢ \times ١٠^{-٣} = K [٠,٢]^{x} . [٠,٣]^{y}$ ..... ④

⇐ بقسمة ④ على ① ينتج أن :-

$٣ = ٣^{y}$ ⇐ $y = ١$

② قانون السرعة : $س = K [A]^{٢} . [B]^{١}$

③ من تجربة ① $٣,٤ \times ١٠^{-٣} = K [٠,٢]^{٢} . [٠,١]^{١}$ ⇐ $K = \frac{٣,٤}{٤} = ٠,٨٥$

⇐ وحدة $K = \left(\frac{\text{لتر}}{\text{مول}}\right)^{١-٣} . \text{ث}^{-١} = \text{لتر}^{٢}/\text{مول}^{٢} . \text{ث}$

④ $س = ٠,٨٥ \times (٠,٥)^{٢} . (٠,٥)^{١} = ٠,١١$ مول/لتر.ث

⑤ $\frac{١}{٢}$ معدل سرعة استهلاك B = سرعة استهلاك A

سرعة استهلاك $B = ٢ \times ٨ \times ١٠^{-٣} = ١٦ \times ١٠^{-٣}$ مول/لتر.ث

⇐ عند إيجاد رتبة مادة معينة فإننا نختار تجربتين يتغير فيهما تركيز تلك المادة ويثبت للمواد الأخرى ولكن هل يمكن أن تكون رتبة مادة = صفر وما معنى ذلك ؟
نعم ، يمكن أن تكون الرتبة = صفر وهذا يعني أن تلك المادة لا تؤثر على سرعة التفاعل مهما زاد تركيزها أو قلّ .

س ص ٢٠ : لبيانات الواردة في الجدول أدناه تتعلق بالتفاعل : $2A + 3B \longrightarrow 3C + 2D$

التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة اختفاء A
١	٠,١٠	٠,١٠	$1,2 \times 10^{-2}$
٢	٠,٢٠	٠,١٠	$1,2 \times 10^{-2}$
٣	٠,٢٠	٠,٣٠	$3,6 \times 10^{-2}$

① أوجد رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A و B
② أوجد الرتبة الكلية
③ اكتب قانون السرعة للتفاعل .
④ جد قيمة K حسابياً لوحدة .
⑤ جد سرعة انتاج D في التجربة رقم ٣

الحل :-

① من تجربة ١ و ٢ ينتج أن $1 = 2^{x}$ ⇐ x = صفر
من تجربة ٢ و ٣ ينتج أن $3 = 3^{y}$ ⇐ $y = 1$

② الرتبة الكلية (ن) = ١ + صفر = ١ « تفاعل من الرتبة الأولى » .

③ $\text{س} = K [A]^{1} \cdot [B]^{0}$ ⇐ $\text{س} = K [B]^{0}$

ملحوظة// المادة التي رتبتها صفر تُلغى من قانون السرعة لأنها لا تؤثر على التفاعل .

④ من تجربة (١) $1,2 \times 10^{-2} = K (0,1)^{1}$ ⇐ $K = 0,12$

⇐ وحدة K = (لتر/مول)$^{1-1}$. ث$^{-1}$ = ث$^{-1}$

⑤ $\frac{1}{2}$ سرعة استهلاك A = $\frac{1}{2}$ سرعة انتاج D

∴ سرعة استهلاك A = سرعة انتاج D = $3,6 \times 10^{-2}$ مول/لتر . ث .

س ص ٥٠ : في المعادلة $2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$ إذا كان التفاعل من الرتبة الثانية بالنسبة لـ NO ومن الرتبة الأولى بالنسبة لـ H_2 جد قانون السرعة للتفاعل .

الحل : $\text{س} = K [NO]^{2} \cdot [H_2]^{1}$

س وزارة ٩٨ : في التفاعل $2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$ إذا كان معدّل سرعة إنتاج N_2 يساوي ٠,٦ مول/لتر . ث فاحسب سرعة إستهلاك NO (٣ علامات)

الحل : $\frac{1}{2}$ سرعة إستهلاك NO = سرعة إنتاج N_2

سرعة إستهلاك NO = ٠,٦ × ٢ = ١,٢ مول/لتر . ث .

ملحوظة : ثابت السرعة (K) لا يتغير بتغير تركيز أو السرعة ولكن يتغير عندما تتغير درجة حرارة التفاعل والعلاقة طردية (درجة الحرارة ↑ ، K ↑ ، C) .

س وزارة ٢٠٠١ : اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول للتفاعل الافتراضي $A + B \rightarrow C$

① احسب رتبة التفاعل بالنسبة لـ A ، B .

② احسب قيمة K مبيناً الوحدة .

③ ما أثر زيادة درجة الحرارة على قيمة ثابت السرعة K (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة)

التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة تكوّن C
١	٠,٢	٠,٢	$3,5 \times 10^{-4}$
٢	٠,٤	٠,٤	$8,8 \times 10^{-3}$
٣	٠,٨	٠,٤	$1,12 \times 10^{-2}$

الحل :- (١٠ علامات)

① رتبة A من تجربة (٢) و (٣) ينتج أن $\frac{٤}{٢} = \frac{٢^{x}}{٢}$ ⇐ $٢ = ٢^{x}$ ⇐ $x = ١$

رتبة B من تجربة (١) و (٢) و (٣) نلاحظ عدم ثبات A أبداً

⇐ الحل أن نختار تجربتين يتغير فيهما كلاً من A ، B مع تعويض الرتبة المعلومة .

∴ من تجربة (١) : $3,5 \times 10^{-4} = K(٠,٢)^{٢} \cdot (٠,٢)^{١}$ ـــــــ (١)

من تجربة (٣) : $1,12 \times 10^{-2} = K(٠,٨)^{٢} \cdot (٠,٤)^{١}$ ـــــــ (٢)

بقسمة (٢) على (١) ينتج أن :-

$٣٢ = ١٦ \times ٢$ ⇐ $\frac{٢}{١} = \frac{٢}{٢}$ ⇐ $٢ = ١$

② من تجربة (١) $K = \frac{3,5 \times 10^{-4}}{(٠,٢)^{٢} \cdot (٠,٢)^{١}}$ ⇐ $K = 4,4 \times 10^{-2}$

⇐ وحدة K = (لتر/مول)$^{٣-1}$. ث$^{-١}$ = لتر^{٢}/مول^{٢} . ث$^{-١}$

③ تزداد

س وزارة ٢٠٠٨ : في تفاعل نواتج $\rightarrow D + E + F$ تم تسجيل البيانات بالدرجة في الجدول :

① ما رتبة التفاعل بالنسبة للمواد F ، E ، D .

② اكتب قانون سرعة التفاعل .

③ احسب معدل سرعة استهلاك D في التجربة رقم (٥)

④ احسب تركيز المادة D في التجربة رقم (٦) .

التجربة	[D] مول/لتر	[E] مول/لتر	[F] مول/لتر	سرعة استهلاك D
١	٠,١	٠,١	٠,٢	$4,4 \times 10^{-6}$
٢	٠,١	٠,١	٠,٤	$8,8 \times 10^{-6}$
٣	٠,١	٠,٠٥	٠,٢	$4,4 \times 10^{-6}$
٤	٠,٣	٠,١	٠,٢	$1,32 \times 10^{-5}$
٥	٠,٢	٠,٢	٠,٢	؟
٦	؟	٠,١	٠,١	$8,8 \times 10^{-6}$

(٦ علامات)

س وزارة ٢٠٠٩ : في التفاعل $2A + B \rightarrow X$ تم الحصول على البيانات الواردة في الجدول (٩ علامات)

التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة استهلاك A
١	٠,٢	٠,٤	$٢,١ \times ١٠^{-٥}$
٢	٠,٦	٠,٤	$٦,٣ \times ١٠^{-٥}$
٣	٠,٦	٠,٨	؟

① ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .

② ما سرعة استهلاك B في التجربة (٣) علماً بأن رتبة التفاعل الكلية = ٣

③ ما هي وحدة ثابت السرعة K

س) وزارة ٢٠١٢ : في التفاعل الافتراضي $A + 2B \rightarrow C$ اذا علمت أن سرعة التفاعل تتضاعف ٤ مرات عند مضاعفة [A] مرتين وثبات [B] وأن الرتبة الكلية = ٢ فأجب عما يلي :- (٨ علامات)

① ما رتبة التفاعل بالنسبة لـ B ② اكتب قانون سرعة التفاعل .

③ إذا كانت سرعة التفاعل = ٢×١٠^{-٣} مول/لتر.ث عندما [A] = [B] = ٠,٢ مول/لتر

احسب K

④ إذا كان معدل سرعة استهلاك B = ٠,٤ مول/لتر.ث فما معدل سرعة انتاج C

الحل :-

① س = $[A]^{x}$ ⇐ $٤ = (٢)^{x}$ ⇐ $x = ٢$ (رتبة A)

بما أن رتبة A = ٢ والرتبة الكلية (ن) = ٢ ∴ رتبة B (Y) = صفر

② س = $K [A]^{٢}$

③ $٢ \times ١٠^{-٣} = K (٠,٢)^{٢}$ ⇐ $K = ٥ \times ١٠^{-٢}$

④ $\frac{١}{٢}$ سرعة استهلاك B = سرعة إنتاج C

$\frac{١}{٢} \times ٠,٤$ = سرعة إنتاج C ∴ سرعة إنتاج C = ٠,٢ مول/لتر.ث

س وزارة ٢٠١٥ : التفاعل الافتراضي $2R + 2M \rightarrow 3X + Z$ يحدث عند درجة حرارة معينة وجد أنه عند مضاعفة [R] ٣ مرات مع بقاء M ثابت تتضاعف سرعة التفاعل ٣ مرات وعند مضاعفة M و R ٣ مرات تتضاعف السرعة ٢٧ مرة .

① ما رتبة التفاعل لـ R ② ما رتبة التفاعل لـ M .

③ إذا كانت س = ٢×١٠^{-٥} مول/لتر.ث عندما [R] = [M] = ١ مول/لتر

احسب قيمة الثابت K . (١٠ علامات)

④ اكتب العلاقة بين معدل سرعة استهلاك M ومعدل سرعة إنتاج Z

⑤ إذا كان معدل سرعة استهلاك R = ٠,٢ مول/لتر.ث فما معدل سرعة إنتاج X .

س١) يتفاعل NO مع H_2 عند ٩٠٠°س حسب المعادلة $2NO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

وبالتجربة تم الحصول على البيانات الآتية :-

التجربة	$[NO]$ مول/لتر	$[H_2]$ مول/لتر	سرعة تكون N_2
١	٠,١٠	٠,١٢٢	3.4×10^{-3}
٢	٠,١٠	٠,٢٤٤	6.8×10^{-3}
٣	٠,٢٠	٠,١٢٢	13.6×10^{-3}

① جد رتبة التفاعل لـ NO ، H_2 .

② احسب قيمة K عدياً لوحدة .

③ احسب سرعة إستهلاك H_2 في تجربة (٢)

④ احسب سرعة إنتاج H_2O في تجربة (٣)

⑤ إذا كان معدل سرعة استهلاك H_2 ٠,٢٥ مول/لتر.ث احسب سرعة انتاج N_2 .

⑥ ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف $[NO]$ ٤ مرات مع بقاء $[H_2]$ ثابتة .

⑦ ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف $[H_2]$ ٢ مرات مع بقاء $[NO]$ ثابت .

⑧ ماذا يحدث لسرعة التفاعل عندما يقل $[NO]$ إلى النصف وتضاعف $[H_2]$ ٥ مرات .

⑨ ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا قل حجم وعاء التفاعل إلى النصف .

س٢) تم إجراء التفاعل الآتي $BrO_3^- + 5Br^- + 6H^+ \rightarrow 3Br_2 + 3H_2O$ عند درجة حرارة معينة وحصلنا على البيانات الواردة في الجدول الآتي :-

التجربة	$[BrO_3^-]$	$[Br^-]$	$[H^+]$	السرعة الابتدائية
١	٠,١	٠,١	٠,١	8×10^{-4}
٢	٠,٢	٠,١	٠,١	1.6×10^{-3}
٣	٠,٢	٠,٢	٠,١	3.2×10^{-3}
٤	٠,١	٠,١	٠,٢	3.2×10^{-3}

① احسب رتبة التفاعل بالنسبة لـ H^+ ، Br^- ، BrO_3^-

② احسب ثابت السرعة (K) عدياً لوحدة

③ إذا كان معدل سرعة إستهلاك Br^- = ٠,٢ احسب سرعة إستهلاك BrO_3^-

④ إذا كان معدل سرعة إستهلاك H^+ يساوي ٠,٩ مول/لتر.ث فاحسب سرعة إنتاج H_2O .

⑤ ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف $[BrO_3^-]$ مرتين و $[Br^-]$ ٣ مرات مع ثبات $[H^+]$.

س وزارة ٢٠٠٠ : إذا كان قانون سرعة التفاعل $NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$

هو س = $K [NO]^2 . [H_2]^1$ وانخفض حجم وعاء التفاعل إلى النصف

فماذا يحدث لسرعة التفاعل ؟

الحل : س = $(2)^2 . (2)^1$

= ٤ × ٢ = ٨ مرات تزداد سرعة التفاعل

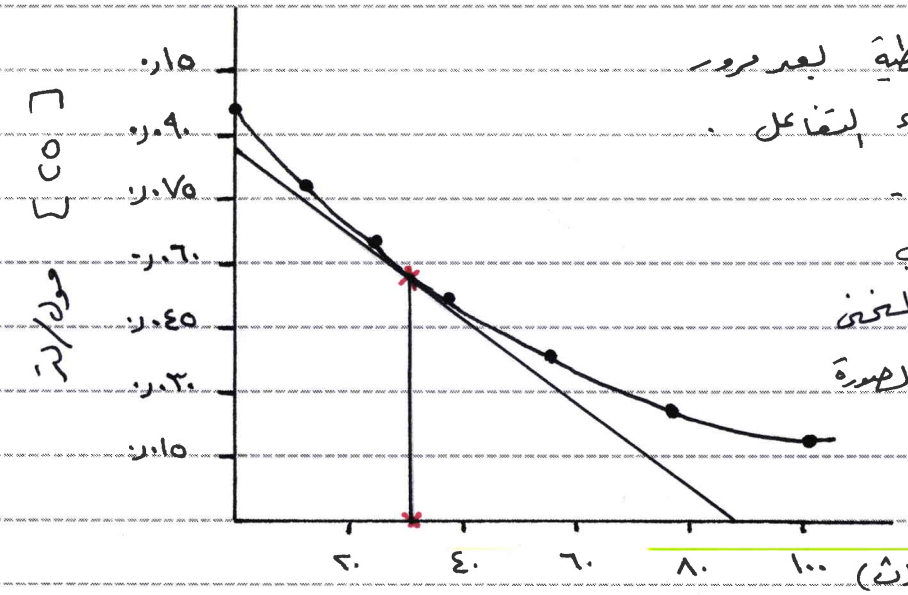
السرعة اللحظية :-

هل يمكن إيجاد سرعة التفاعل الفعلية في لحظة زمنية محدّدة وليس فترة زمنية ؟

نعم ، يمكن ذلك من خلال ما يعرف بالسرعة اللحظية

مثال : الشكل البياني يمثل منحنى تغير تركيز المتفاعلات للتفاعل :-

$$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$



س) أوجد السرعة اللحظية بعد مرور ٣٠ ثانية على بدء التفاعل .

* لإيجاد السرعة اللحظية :-

١- نحدد الزمن المطلوب

٢- نحدد صورته على المنحنى

٣- نرسم مماس يمر بالصورة

٤- نقسم $\frac{\Delta [\ ]}{\text{الزمن}}$

الحل :-

السرعة اللحظية بعد مرور ٣٠ ثانية $= \frac{٠٫٠٨٨ \text{ مول/لتر}}{٨٨ \text{ ث}} = ١٠ \times ١ ^{-٣}$ مول/لتر.ث .

س) ① متى تكون سرعة التفاعل أعلى ما يمكن ؟

② ماذا يحدث لسرعة التفاعل مع مرور الوقت ؟ ومع نقصان التركيز ؟

③ احسب السرعة اللحظية بعد مرور ٤٥ ثانية على بدء التفاعل ؟

الحل :-

① في بداية التفاعل عندما يكون الزمن صفراً (لحظة خلط المواد المتفاعلة)
وليس عندما سرعة التفاعل (بالسرعة الابتدائية) .

② مع مرور الوقت (الزمن يزداد) ومع نقصان التركيز تقل سرعة التفاعل .

③ السرعة اللحظية بعد مرور ٤٥ ثانية $= \frac{٠٫٠٧٧ \text{ مول/لتر}}{١١٠ \text{ ث}} = ١٠ \times ٧ ^{-٤}$ مول/لتر.ث

الفصل الثاني : العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

درسنا في الفصل الأول كيفية حساب سرعة التفاعل بهدف التحكم في نواتج ومخرجات التفاعل الكيميائي ، ولكن هل يمكن تقليل زمن حدوث التفاعل (زيادة سرعته) ؟
نعم ، يمكن ذلك من خلال ١- زيادة درجة الحرارة ٢- زيادة الضغط
٣- زيادة مساحة السطح ٤- زيادة التركيز ٥- إضافة عامل مساعد
« وهذه هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي »

⇐ ظهرت فرضيات تفسّر طريقة تأثير هذه العوامل على سرعة التفاعل وهي :-

الفرضية الأولى ....

« أن تفاعل مادتين معاً يتطلب تصادم دقائقها »

الفرضية الثانية ....

« أن يكون التصادم فعّالاً » ولكي يكون التصادم فعّالاً يجب أن تتوافر فيه الشروط الآتية :-

أ- أن يكون اتجاه التصادم مناسباً « شكل ٢٣ أ/ب صـ٢٣ »

ب- أن تمتلك الجزيئات المتصادمة حداً أدنى من الطاقة الحركية تكفي لكسر الروابط في المتفاعلات وتسمى طاقة التنشيط (Ea) .

س٣ : فسّر أثر زيادة كل من العوامل الآتية على سرعة التفاعل ؟

① درجة الحرارة : زيادة الحرارة تزيد من الطاقة الحركية للجزيئات فتزداد عدد الجزيئات التي تمتلك Ea فتزداد عدد التصادمات الفعالة فتزداد السرعة .

② الضغط : زيادة الضغط تقلل الحجم فتزداد عدد الجزيئات المحصورة التي تمتلك طاقة التنشيط فتزداد عدد التصادمات فتزداد سرعة التفاعل .

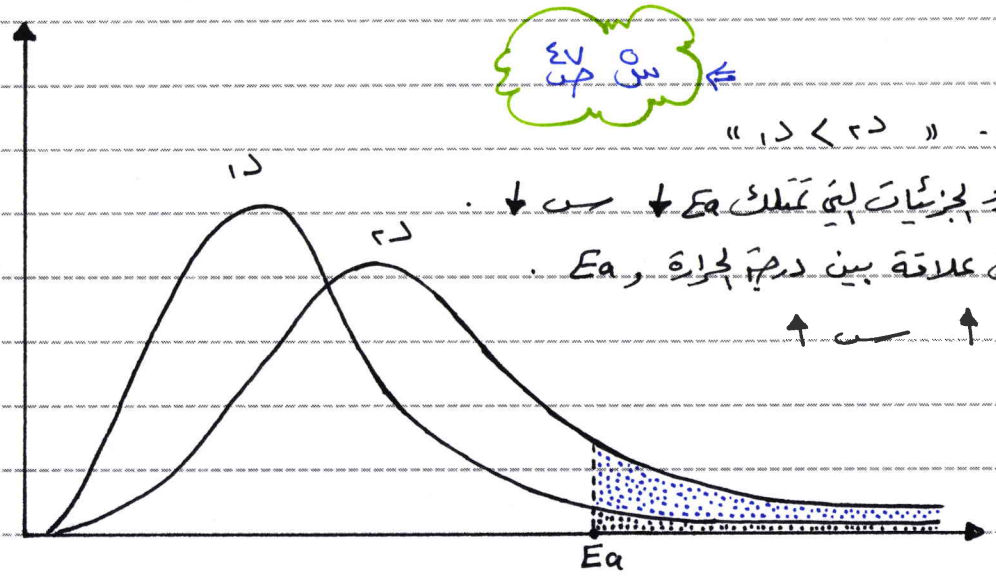
③ مساحة السطح : زيادة مساحة السطح تزيد من عدد الجزيئات المعرضة للتفاعل والتي تمتلك Ea فتزداد عدد التصادمات الفعالة فتزداد السرعة .

④ التركيز [ ] : زيادة تركيز المتفاعلات تزيد عدد الجزيئات التي تمتلك Ea فتزداد عدد التصادمات الفعّالة فتزداد سرعة التفاعل .

س) علل ... أ- يصدأ ١٠ غم من برادة الحديد أسرع من سلك كتلته ١٠ غم .

ب- يتم حفظ الأطعمة في مبرّد الثلاجة .

قضية : درجة الحرارة لا تؤثر مباشرة على Ea وإنما تزيد من عدد الجزيئات التي تملك Ea وهذه العلاقة يتم دراستها من خلال منحنى ماكسويل - بولتزمان



⇐ من الرسم :- « د٢ > د١ »

١) Ea ↑ عدد الجزيئات التي تملك Ea ↓ س ↓ .

٢) ليس هناك علاقة بين درجة الحرارة و Ea .

٣) درجة الحرارة ↑ س ↑

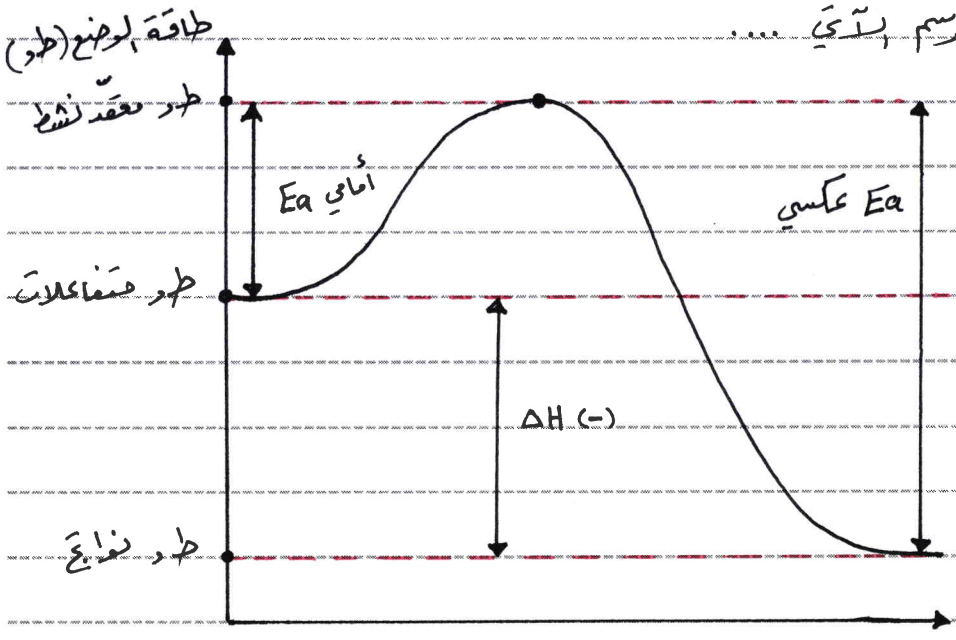
علاقة طاقة التنشيط بالمحتوى الحراري للتفاعل (ΔH)

يقسم التفاعل الكيميائي من حيث الطاقة المصاحبة له إلى ١) تفاعل طارد (-) ب) تفاعل ماص (+)

١) التفاعل الطارد للطاقة (-) : تفاعل كيميائي يطلق قدراً من الطاقة عند حدوثه .

⇐ الصيغة العامة (A+B → C + طاقة) .

⇐ يمكن تمثيله بالرسم الآتي ....



⇐ في التفاعل الطارد :-

① ΔH = (-)

② Ea أمامي < Ea عكسي

③ طو نواتج < طو متفاعلات

④ النواتج أكثر إستقراراً

⑤ التفاعل الأمامي أسرع

⇐ ΔH هي المحتوى الحراري للتفاعل = H نواتج − H متفاعلات

وبما أن ط نواتج < من ط متفاعلات فإن ΔH = (-)

س) في التفاعل الافتراضي $R + M \rightarrow F +$ طاقة إذا علمت أن :-

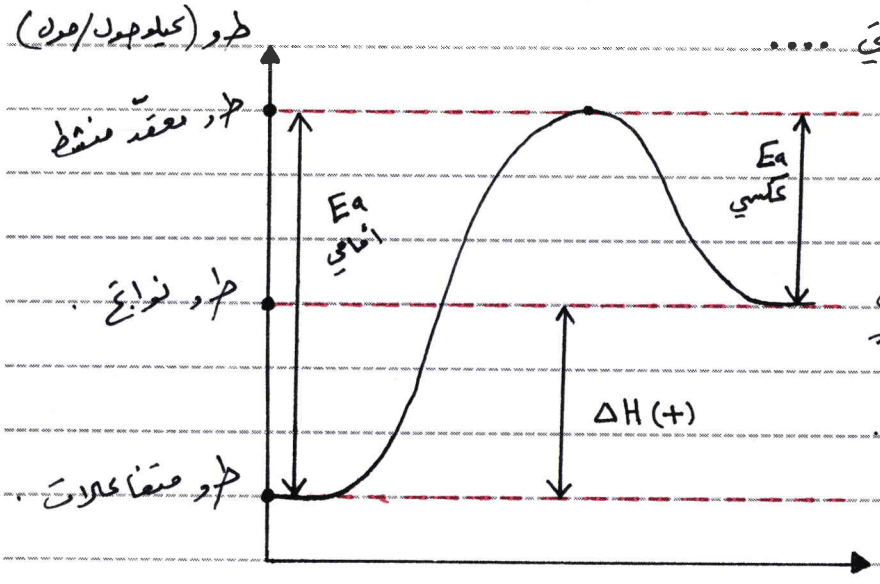
ط. متفاعلات = ٥٨ كيلوجول/مول ط. نواتج = ٢٢ كيلوجول/مول

ط. معقد منشط = ٩٦ كيلوجول/مول فاحسب ① ΔH ② Ea أمامي ③ Ea عكسي

١٢ التفاعل الماص للطاقة (+) : تفاعل كيميائي يحتاج قدراً من الطاقة ليحدث .

⇐ الصيغة العامة ... ($A + B +$ طاقة $\rightarrow C$)

⇐ يمكن تمثيله بالرسم البياني ....



⇐ في التفاعل الماص :-

① ΔH = (+)

② Ea أمامي < Ea عكسي

③ ط. نواتج < ط. متفاعلات

④ المتفاعلات أكثر استقراراً

⑤ التفاعل العكسي أسرع .

⇐ ΔH هي المحتوى الحراري للتفاعل = H نواتج − H متفاعلات

وبما أن ط. نواتج > ط. متفاعلات فإن ΔH = (+) .

⇐ المعقد المنشط : هو حالة إنتقالية للمواد حيث تكون بناء كيميائي غير مستقر يمتلك طاقة وضع عالية جداً ، ويمكن لهذا البناء أن يتحول إلى النواتج أو المتفاعلات .

س) في التفاعل الإفتراضي $A + B +$ طاقة $\rightarrow C$ إذا علمت أن :-

ط. متفاعلات = ١٠ كيلوجول/مول ΔH = ٦٥ كيلوجول/مول .

Ea عكسي = ٣٥ كيلوجول/مول فاحسب ① ط. نواتج

② Ea أمامي

③ ط. معقد منشط .

④ أيهما أسرع تكون C أم تكون A+B .

ملحوظة : طاقة الوضع يقصد بها حالة المواد لذلك قد تكون أي نوع من أنواع الطاقة المعروفة

أثر اضافة لعامل لمساعد على سرعة لتفاعل ....

من خلال معرفة قيمة Ea وبعض الخصائص الأخرى لأي تفاعل فإنه يمكن توجيه هذا التفاعل لتكوين النواتج المطلوبة فهل نستطيع فعلياً زيادة سرعة التفاعل ؟

⇐ نعم نستطيع زيادة سرعة التفاعل مع الحفاظ على خصائص التفاعل كاملة وذلك من خلال اضافة العامل المساعد ((مادة كيميائية تضاف الى التفاعل فتزيد من سرعة التفاعل دون أن تستهلك)) .

⇐ تصف إضافة العامل المساعد أ) تقليل زمن التفاعل ب) زيادة الإنتاج .

⇐ آلية عمله : يدخل العامل المساعد إلى التفاعل فيقلل من Ea للتفاعل فتزداد عدد الجزيئات التي تمتلك Ea فتزداد سرعة التفاعل .

مثال :-

يتحلل غاز فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 على درجة حرارة الغرفة إلى ماء وأكسجين حسب المعادلة :-

1) $2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)\uparrow$

2) $2H_2O_2(aq) \xrightarrow{KI} 2H_2O(l) + O_2(g)\uparrow$

⇐ في المعادلة (١) دون عامل مساعد : سنلاحظ خروج غاز O_2 ببطئ

في المعادلة (٢) بوجود KI كعامل مساعد : سنلاحظ خروج غاز O_2 بسرعة

تطبيقات على إستخدام لعوامل لمساعدة في الصناعة :-

① يستخدم النيكل Ni كعامل مساعد في صعوبة الزيوت

« تحويل الزيوت النباتية إلى سمن نباتي » « من غير مشبع إلى مشبع »

② يستخدم خليط من الحديد Fe وأكسيد الألومنيوم Al_2O_3 كعامل مساعد في تحضير الأمونيا NH_3 حسب المعادلة :-

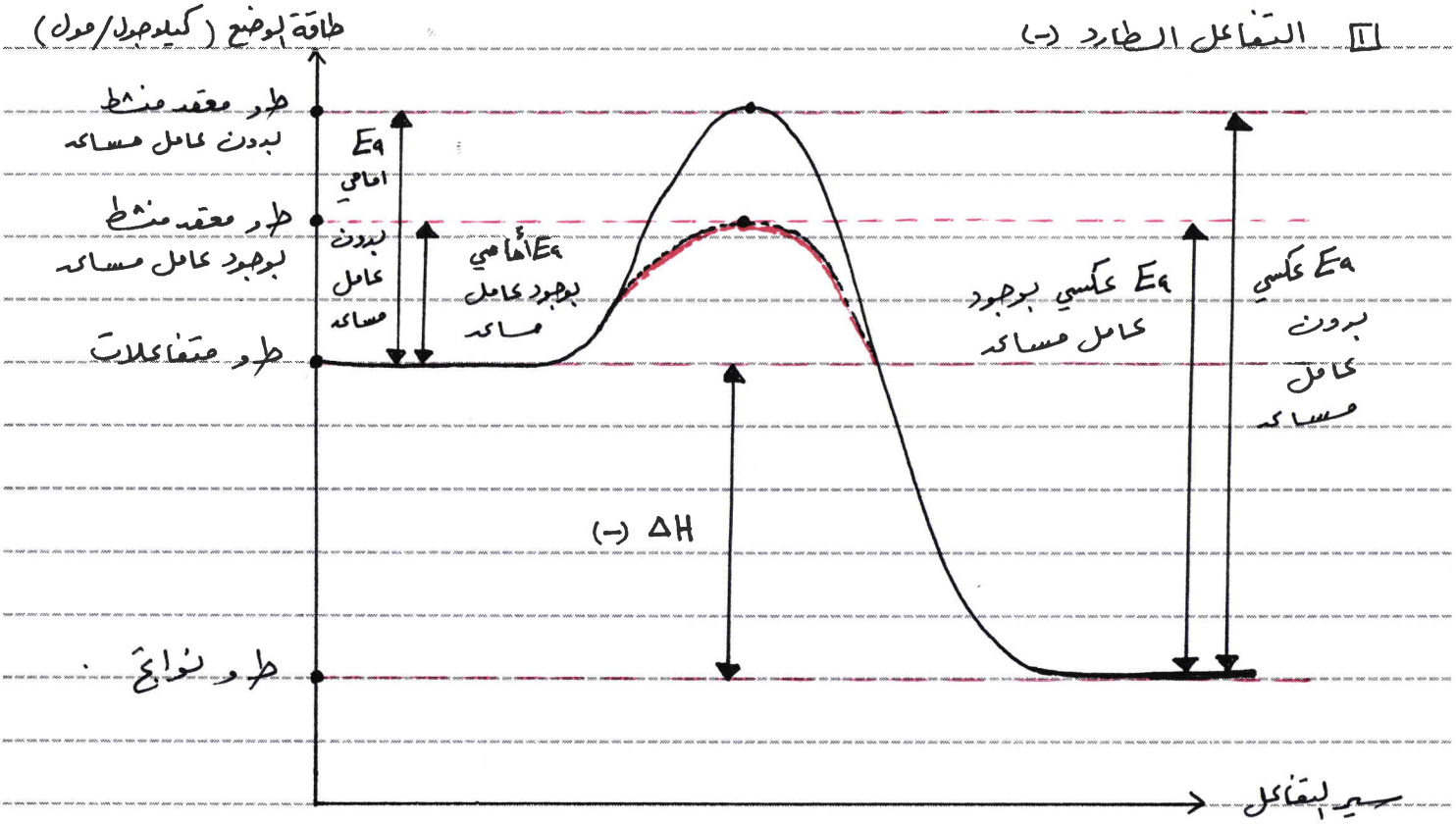
$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow[Al_2O_3]{Fe} 2NH_3(g)$$

③ معظم التفاعلات الحيوية التي تتم داخل جسم الكائن الحي تتم بوجود عوامل مساعدة هي الإنزيمات التي تعمل على تسريع التفاعلات في الجسم .

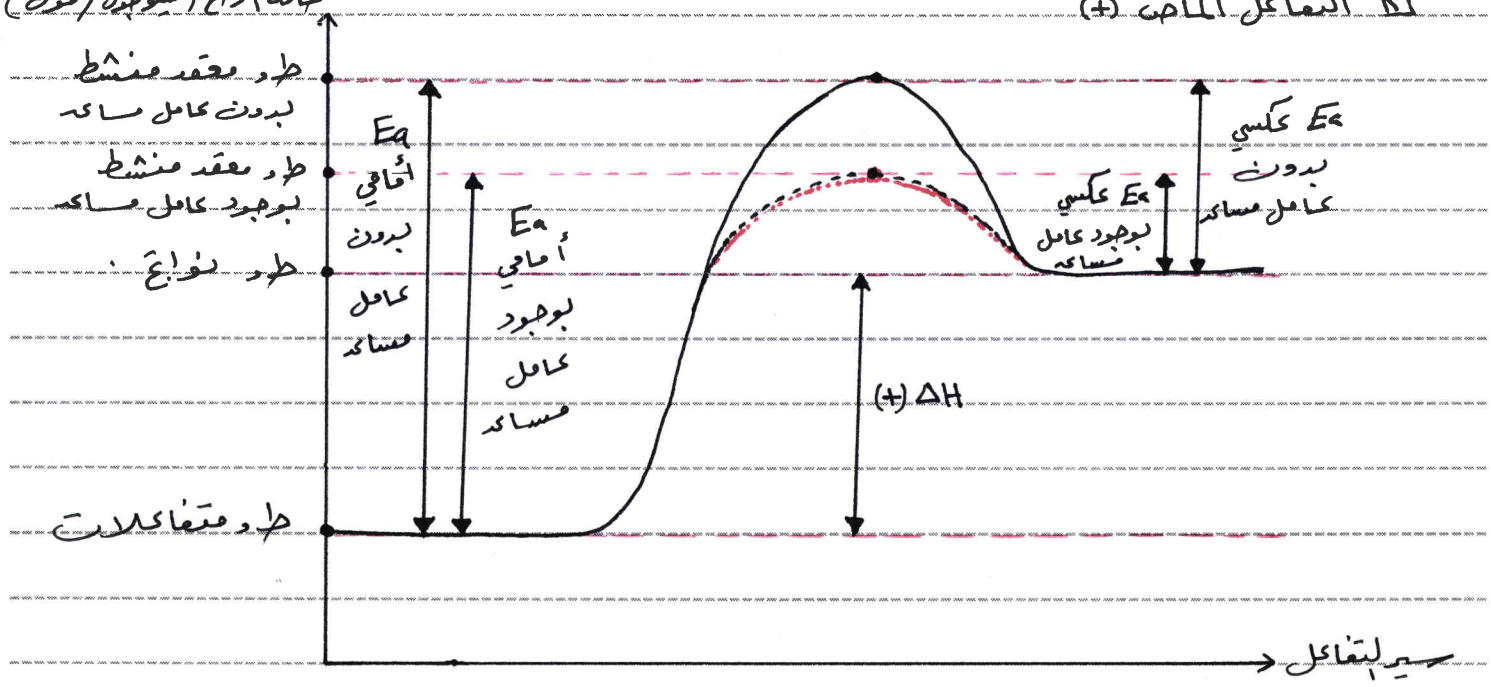
« ويستخدم أيضاً الإنزيمات في بعض الصناعات الغذائية »

≤ والآن سنوضح بالرسم أثر إضافة لعامل مساعد على التفاعلين الطارد (-) والماص (+)

١) التفاعل الطارد (-)



٢) التفاعل الماص (+)



≤ نلاحظ أن دخول لعامل مساعد يقلّل من Eq أمامي وعكسي وطور معقد منشّط .

س) ما أثر إضافة العامل المساعد على :-

أ- طاقة وضع المتفاعلات ـــــ ب- طاقة وضع النواتج

جـ- طاقة التنشيط (Ea) ـــــ د- طاقة وضع المعقد المنشط

هـ- المحتوى الحراري (ΔH) ـــــ و- سرعة التفاعل

ز- عدد الجزيئات التي تملك Ea ـــــ ح- عدد التصادمات الفعالة

س) بيّن بالرسم أثر العامل المساعد وغيابه ثم أرسم حالة المعقد المنشط (التصادم الفعّال) للتفاعلات الآتية ....

① $NO + Cl_2 +$ طاقة $\longrightarrow NOCl + Cl$.

② $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF +$ طاقة

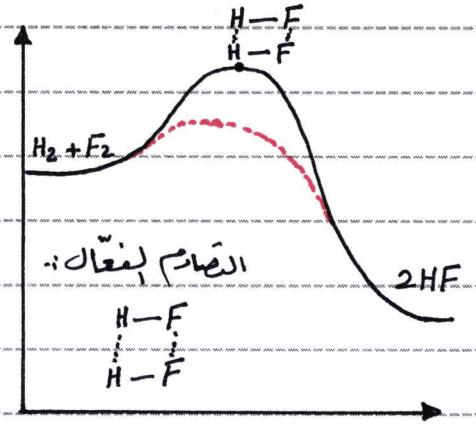
③ $N_2 + 3H_2 \xrightarrow{Fe} 2NH_3 +$ حرارة

④ $I_2 + H_2 \longrightarrow 2HI +$ طاقة

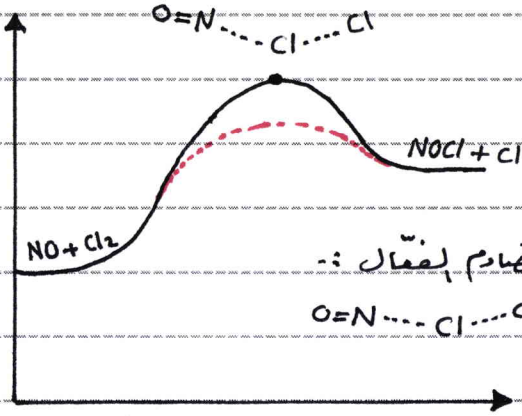
الحل :-

① نلاحظ أن التفاعل ماص للطاقة (+)

② نلاحظ أن التفاعل طارد للطاقة (-)



④

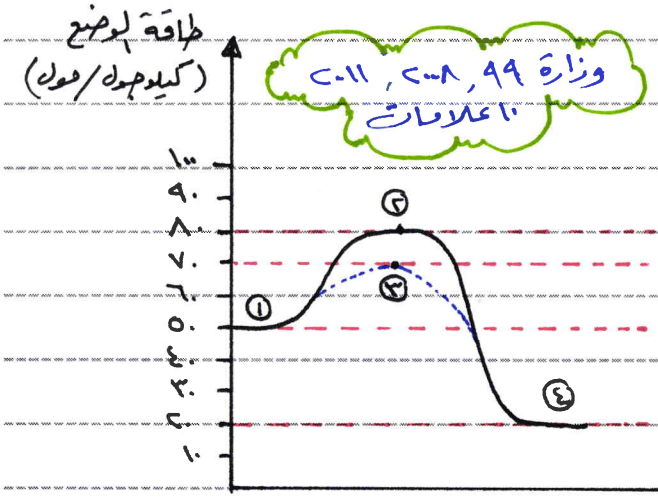


③

س) أرسم حالة المعقد المنشط للتفاعل : $H_2O + CO \rightleftharpoons H_2 + CO_2$

⇐ $\overset{H}{\underset{H}{\diagdown O}} \cdots\cdots C=O$ ∥ المعقد المنشط أو التصادم الفعّال .

س وزارة : $A_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$ لشكل بجواره يمثل منحنى طاقة لتفاعل



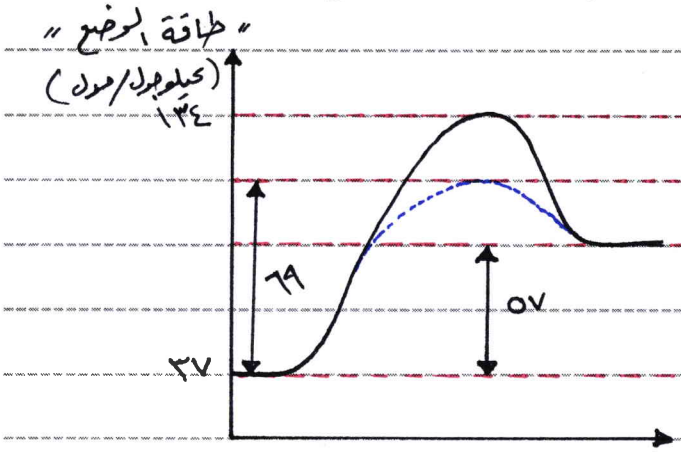
وزارة ٩٩ ، ٢٠٠٨ ، ٢٠١١
١٠ علامات

١) إلى ماذا تشير الأرقام في الرسم ؟
٢) ما مقدار Ea أمامي دون عامل مساعد .
٣) ما مقدار Ea عكسي بوجود عامل مساعد .
٤) ما مقدار طو معقد منشط بوجود عامل مساعد
٥) احسب المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH) .
٦) أي الجزيئات يعتبر الأقل استقراراً ولماذا ؟
٧) أيهما أسرع تكون AB أم تفككه .

الحل :-

١) ① المتفاعلات ② معقد نشط دون عامل مساعد ③ معقد نشط بوجود عامل مساعد ④ النواتج
٢) ٣٠ كيلوجول/مول ٣) ٥٠ كيلوجول/مول ٤) ٧٠ كيلوجول/مول .
٥) ΔH = ط نواتج - ط متفاعلات = ٢٠ - ٥٠ = -٣٠ كيلوجول/مول (طارد ΔH (-))
٦) الجزيء رقم ② لأنه لديه أعلى طاقة ٧) تكون AB أسرع (لأنه Ea أمامي أقل)

س٣) أدرس منحنى طاقة لتفاعل $A_2 + B_2 \rightarrow C$ الممثل بالشكل الآتي :-



١) احسب طو نواتج
٢) احسب Ea أمامي بدون عامل مساعد
٣) احسب Ea عكسي بوجود عامل مساعد
٤) احسب طو معقد منشط بوجود عامل مساعد
٥) حلل التفاعل طارد أم ماص .
٦) أيهما أسرع تكون C أم تفككه ؟
٧) أعد كتابة التفاعل متضمناً ΔH " سير التفاعل "

س٣) في التفاعل الافتراضي $2A + B \rightleftharpoons 2C$ إذا علمت أن :- وزارة ٢٠٠٣ (٦ علامات)

طو متفاعلات = ٢٤٠ طو نواتج = ٢٠ طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = ١٠

١) احسب Ea عكسي ② طو معقد منشط ③ ما أثر زيادة الحرارة على Ea للتفاعل .
٤) عند اضافة عامل مساعد قلت Ea بمقدار ٣ كيلوجول/مول ، احسب :-
أ) Ea أمامي بوجود عامل مساعد ب) Ea عكسي بوجود عامل مساعد
ج) المحتوى الحراري (ΔH) د) طو معقد نشط بوجود عامل مساعد
هـ) أيهما أسرع تكون C أم تفككه و) حلل التفاعل طارد أم ماص .

س) في التفاعل $2KClO_3 + 250\,KT \rightleftharpoons 2KCl + 3O_2$ لديك المعلومات الآتية :-

١- طاقة متفاعلات = ٢٢٠ كيلوجول/مول ٢- Ea عكسي = ٩٠ كيلوجول/مول ، احسب :-

① طاقة نواتج ② طاقة معقد منشط ③ Ea أمامي

④ أيهما أسرع تكوّن KCl أم تكوّن $KClO_3$.

س) إذا كانت قيم طاقات الوضع (كيلوجول/مول) لتفاعل ما هي :-

وزارة ٢٠١١ ٦ علامات

١- المواد المتفاعلة = ١٠٠ ٢- المواد الناتجة = ٥٠

٣- المعقد المنشط بوجود عامل مساعد = ١٢٠ ٤- المعقد المنشط بدون عامل مساعد = ١٥٠

① ما قيمة ΔH للتفاعل متضمناً الإشارة ② Ea أمامي بدون عامل مساعد

③ Ea عكسي بوجود عامل مساعد ④ هل التفاعل طارد أم ماص ؟ (إضافي)

س) أدرس المعلومات الآتية المتعلقة بتفاعل ما ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :-

١- ΔH = - ٣٠ كيلوجول ٢- طاقة متفاعلات = ٤٠ كيلوجول ٣- طاقة معقد منشط بدون عامل مساعد = ٦٠

٤- معقد المنشط انخفضت في طاقة وضع المعقد المنشط عند إضافة العامل المساعد = ٨ كيلوجول .

① ما مقدار طاقة نواتج ② ما مقدار طاقة معقد منشط بوجود عامل مساعد .

③ Ea أمامي بدون عامل مساعد ④ Ea أمامي بوجود عامل مساعد

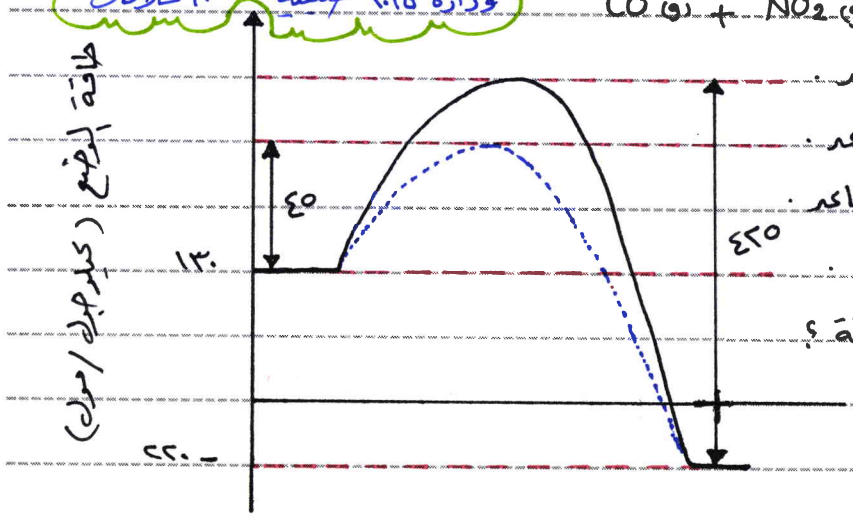
⑤ Ea عكسي بوجود عامل مساعد .

وزارة ٢٠١٥ شتوية ١٠ علامات

س) يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة لوضع (كيلوجول/مول) للتفاعل الآتي :-

وزارة ٢٠١٥ صيفية ١٠ علامات

$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + NO_{(g)}$.



① ما قيمة طاقة نواتج بدون عامل مساعد .

② ما قيمة Ea عكسي بوجود عامل مساعد .

③ ما قيمة Ea أمامي بدون عامل مساعد .

④ ما قيمة التغير في المحتوى الحراري (ΔH) .

⑤ هل التفاعل طارد أم ماص لطاقة ؟

الإتزان الديناميكي ...

عرفنا سابقاً أن سرعة التفاعل تتناقص تدريجياً مع الزمن لأن المواد المتفاعلة تستهلك خلال الزمن ولكن لو تركنا أحد التفاعلات لفترة طويلة من الزمن، ماذا يحدث؟

لقد أثبت التجارب العملية أن التفاعلات الكيميائية تقسم إلى قسمين هما :-

أ) تفاعلات غير منعكسة : حيث يتم فيها تفاعل أمامي فقط وينتهي التفاعل نهائياً مثل :-

⇐ تفاعل إحتراق السكر $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2$ حيث نلاحظ أن جميع المتفاعلات تحولت إلى النواتج (نحو اليمين).

ب) تفاعلات منعكسة : أي أن المواد المتفاعلة بعد إنتهائها وتكوين النواتج تعود مرة أخرى لتكوين المتفاعلات أي أن هناك تفاعلان يحدثان في إناء واحد هما التفاعل الأمامي والتفاعل العكسي مثل تفاعل انتاج الأمونيا أو تفاعل تحلل الهيدرازين كالآتي :-

$N_2H_4(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + N_2(g)$ "يسهم دليل على وجود تفاعلين"

حيث يسمى هذا التفاعل تفاعل منعكس (Reversible) . والإتزان الديناميكي حالة تتعلق بالتفاعلات المنعكسة .

مثال : يتفاعل غاز CO مع بخار الماء H_2O حسب المعادلة $H_2O(g) + CO(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$

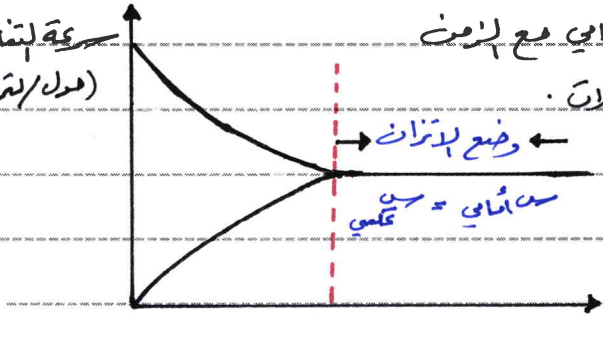
فعند خلط كميتين مناسبتين تبدأ جزيئاتها بالتصادم لتكون مكونة غاز $H_2 + CO_2$ ومجرد انتاج كمية كافية من النواتج يبدأ تكوين المتفاعلات مرة أخرى وبذلك فإن هناك تفاعلين في إناء واحد « التفاعلين الأمامي والعكسي » ويمكن القول بأن :-

① سرعة التفاعل الأمامي في بداية التفاعل تكون أكبر ما يمكن ومع مرور الوقت يزداد تركيز النواتج فتزداد سرعة التفاعل العكسي .

② تستمر سرعة التفاعلين الأمامي والعكسي بالتناقص تدريجياً حتى تصبح السرعتان متساويتان . وعندها يصبح التفاعل متزن ديناميكياً .

⇐ يمكن تمثيل الإتزان الديناميكي لأي تفاعل بطريقتين هما :-

الأولى ... « تمثيل سرعة التفاعل مع الزمن » وتمثل كالآتي :-

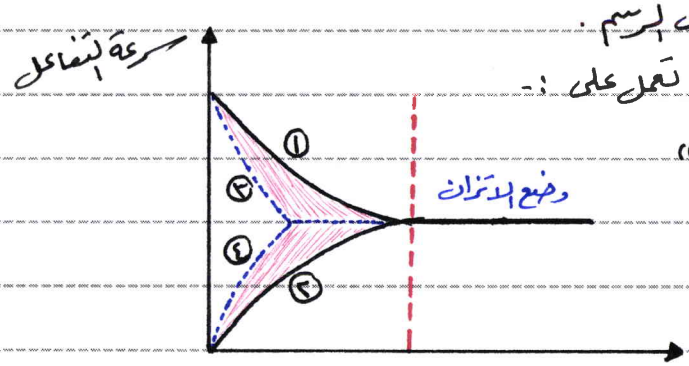


⇐ نلاحظ نقصان سرعة التفاعل الأمامي مع الزمن وذلك بسبب نقصان تركيز المتفاعلات .

⇐ زيادة سرعة التفاعل العكسي بسبب زيادة تركيز النواتج .

أثر العامل المساعد على وضع الإتزان

عرفنا أن العامل المساعد يزيد من سرعة التفاعل عن طريق تقليل Ea ولكن كيف يمكن تمثيل ذلك من خلال الإتزان الديناميكي ؟ أدرس الرسم .



شكل (١-١٣) ص ٤٤

- نلاحظ من الرسم أن إضافة العامل المساعد تعمل على :-

« زيادة سرعة الوصول إلى وضع الإتزان »

وبذلك تزداد سرعة التفاعل وعنصرها :-

① سرعة التفاعل الأمامي بدون عامل مساعد .

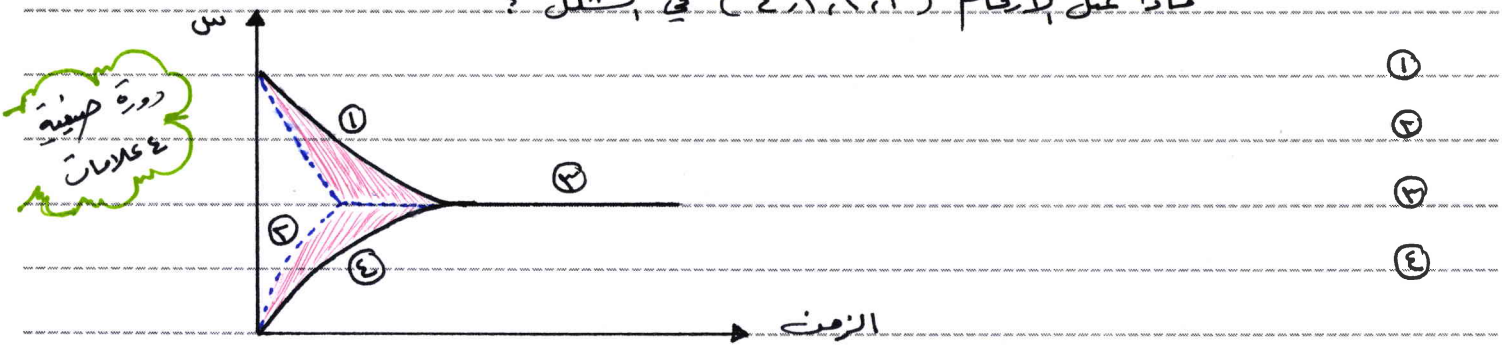
② سرعة التفاعل العكسي بدون عامل مساعد .

③ سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد .

④ سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد .

- ملحوظة : وضع الإتزان لا يتأثر بالعامل المساعد ولكن تزداد سرعة الوصول للإتزان .

س) وزارة ٢٠١٢ : يبين الشكل المجاور أثر اضافة العامل المساعد في سرعة وصول التفاعل لوضع الإتزان ماذا تمثل الأرقام (١، ٢، ٣، ٤) في الشكل ؟



دورة صينية ٤ علامات

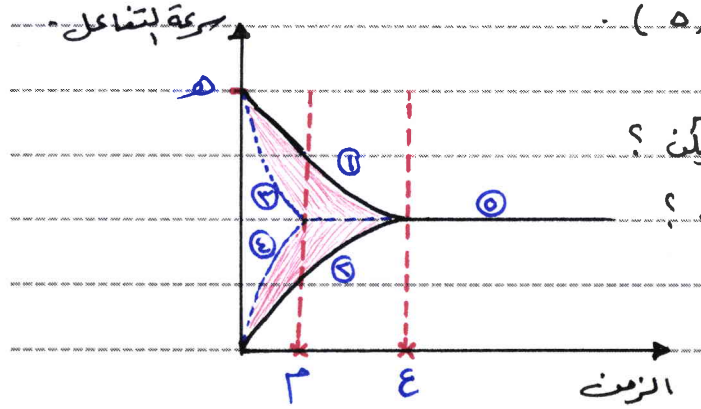
س) متوقع : يبين الشكل المجاور أثر اضافة العامل المساعد في سرعة وصول التفاعل لوضع الإتزان

① إلى ماذا تشير الأرقام (١، ٢، ٣، ٤، ٥) .

② ماذا تمثل الرموز (ع ، م ، هـ) .

③ أين تكون سرعة التفاعل الأمامي أكبر ما يمكن ؟

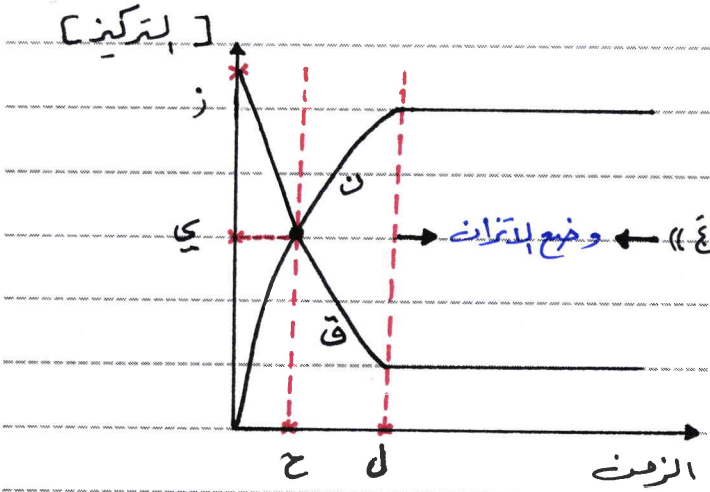
④ ما أثر إضافة العامل المساعد على الإتزان ؟



الحل :-

الثانية ....

« تمثيل التركيز مع الزمن » وتمثل كالآتي :-



من الرسم نستنتج الآتي :-

ن : منحنى تغير تركيز النواتج مع الزمن

ق : منحنى تغير تركيز المتفاعلات مع الزمن

ي : نقطة تساوي التركيز « [ ]متفاعلات = [ ]نواتج » ← وضع الاتزان

ل : زمن وصول التفاعل لوضع الاتزان

وهو الزمن الذي تثبت عنده التراكيز .

ح : الزمن الذي تتساوى عنده التراكيز .

س) ماذا يحدث لتركيز أ) المتفاعلات ب) النواتج في الفترة الزمنية بين ل و ح

س) ماذا يحدث لسرعة التفاعل الأمامي بعد الزمن ل .

س) ماذا تمثل النقطة ز

س ٤٣ حر ، س ٤٤ حر

الحل :- ① أ) المتفاعلات : تقل ب) النواتج : تزداد .

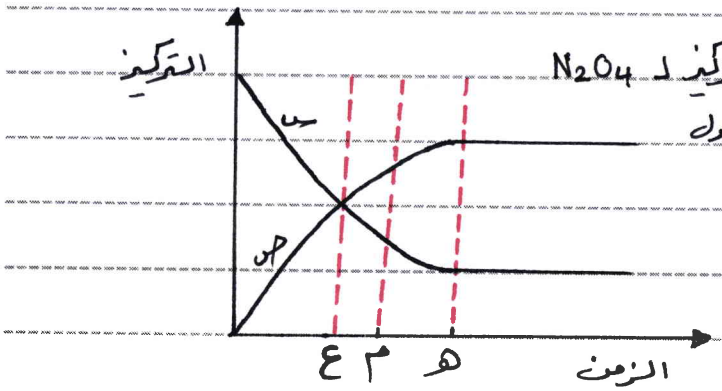
② ثابتة : لأنه التراكيز ثابتة .

③ النقطة ز : تركيز المتفاعلات في بداية التفاعل ، عندما الزمن = صفر .

ملحوظة هامة : « الاتزان الديناميكي يحدث عندما تتساوى السرعة ويثبت التركيز » .

س وزارة ٢٠١٠ : إعتماداً على الشكل المجاور الذي يمثل سير التفاعل الاتزان $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

٦ علامات



① ما اسم المنحنى الذي يمثل التغير في تركيز N_2O_4

② ما الرمز الذي يمثل الزمن اللازم للوصول لحالة الاتزان

③ ماذا يحدث لتركيز NO_2 في الفترة الزمنية بين ع و م .

إضافي ④ ماذا يحدث لتركيز N_2O_4 في الفترة الزمنية بين م و هـ .

إضافي ⑤ ماذا يمثل الرمز ع .

س ٤٨ حر — وزارة ٢٠١٥ صيفي

الحل :- ① س ② هـ ③ يزداد ④ يقل بشكل طفيف .

⑤ ع : هو الزمن الذي تتساوى عنده التراكيز « وهو ليس زمن الاتزان » .

مراجعة عامة

مراجعة عامة