السلسلة01 : كيمياء حركية (التفاعلات البسيطة)

تمرين 01 : في تحلل خامس اكسيد النيتروجين في محلول رابع كلوريد الكربون عند درجة حرارة 40°م , عينت سرعة التفاعل بقياس كمية التحلل معبرا عنها بواسطة تراكيز الاكسجين الناتج في فترات زمنية مختلفة كمايلي :

الزمن بالثانية (s)	120	240	300
التركيز بـ (mol/l)	11.4	18.9	21.7

يعطى : التركيز الابتدائي لخامس اكسيد النيتروجية هو : 34.75mol/l .

1- عين ثابت السرعة k وأذكر وحدته ؟

2- اثبت ان التفاعل من الرتبة الاولى .

3- ماهو الزمن اللازم ليصل التركيز إلى نصف قيمته الابتدائية .

تمرين 02 : إذا سخنا فوق اكسيد النيتروجين الاكسجين فإنه يتحلل ، وحسب كل تركيز أولي نأخذه نحصل على فترات زمنية لنصف العمر مقابلة كمايلي :

التركيز بـ (mol/l)	36	299	254	162
زمن نصف العمر (s)	212	255	300	470

1- ماهي رتبة التفاعل ؟

2- عين ثابت السرعة k وأذكر وحدته ؟

تمرين 03 : إذا إذا كانت فترات نصف العمر لأحد التفاعلات مقاسة عند تراكيز اولية مختلفة كالتالي :

التركيز بـ (mol/l)	0.02	0.03	0.04
زمن نصف العمر (s)	40	60	80

1- ماهي رتبة التفاعل ؟

2- عين ثابت السرعة k ؟

تمرين 04 : نضع éthylamine داخل حوجلة مفرغة من الهواء عند درجة حرارة 500°م وعند اللحظة الزمنية t=0 كان الضغط 55mmHg , تفكك هذا الغاز في درجة حرارة التفاعل كان كالتالي :

$$C_2H_5NH_2\ (g) \longrightarrow C_2H_5(g) + NH_3(g)$$

حجم الحوجلة ثابت طيلة التفاعل , ويتم قياس الضغط الاجمالي P في فترات زمنية مختلفة كالتالي :

زمن (min)	0	1	4	10
الضغط (mmHg)	55	60	72	89

- **برهن بحساب ثابت السرعة ان التفاعل من الرتبة 1.**

تمرين **05 :**

إذا علمت ان الرتبة الاجمالية لتفاعل التصبن لـ formiate d'ethyle مع الصودا هو الرتبة 2 .

$$HCOOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow HCOONa + C_2H_5OH$$

عند درجة الحرارة 25° م , التراكيز الاولية كالتالي : $[HCOOC_2H_5] = [NaOH] = 0.01\ mol.l^{-1}$

الزمن بالثانية (s)	0	180	240	300	360
التركيز بـــ $[C_2H_5OH]$ (mol/l)	0	$2.6.10^{-3}$	$3.17.10^{-3}$	$3.66.10^{-3}$	$4.11.10^{-3}$

احسب من خلال هذه المعطيات :

1- ثابت السرعة k .

2- زمن نصف التفاعل .

تمرين 05

1- عندما يتفاعل غاز النشادر مع الاكسجين عند درجة الحرارة العالية يتكون أول اكسيد الآزوت وبخار الماء ، فغذا علمت أن سرعة التفاعل إختفاء غاز النشادر تساوي $-3.5.10^{-2}\ M.s^{-1}$ عندها أحسب :

- سرعة إختفاء الاكسجين ووسرعة تكوين أول اسيد الآزوت والماء .
- سرعة التفاعل .

2- يتفكك Butane معطيا ثابت سرعة تفاعل تساوي $9.2.10^{-3}\ min^{-1}$ وأن التركيز الابتدائي له 0.5M. .

- أحسب الزمن اللازم لإستهلاك 80 %من هذا التركيز .

تمرين 06

1- في تفاعل الكيميائي لنترجة لحلقة البنزن أعطى مايلي :

$$C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$$

وأعطى هذا التفاعل ثابت السرعة له $39.1\ L.mol^{-1}.min^{-1}$ في خليط مكون من 0.04 M من البنزن و 0.05M من حمض النتريك

- كم الزمن اللازم لتفاعل 90 % من البنزن .

2- كان تركيز Aو B في التفاعل التالي : $A+B \longrightarrow C$

واحدا يساوي 0.5 M وبعد 25min من خلط المادتين كان التفاعل 25% تاما .

أحسب ثابت السرعة وفترة زمن نصف التفاعل ؟ وما إذا كان التفاعل من الرتبة 2 في كل من Aو B فكم من الزمن اللازم حتى يتبقى 25 % من المتفاعلات .

تمرين 07

1- إذا علمت ان تفاعل تحلل الراديوم المشع هو من الرتبة 01 وأن ثابت سرعة تحلله هو $1.25.10^{-4}\ min^{-1}$.

- ماهو الكسر من المادة الاصلية الذي يتبقى بعد مرور 5.33 يوما (اوجد x على شكل كسر عددي بدلالة a)؟

2- إذا كان تفاعل من الرتبة الاولى .

- أثب ان الزمن اللازم لإتمام 99.9 % من المادة الابتدائية هو يساوي 10 أضعاف من أجل إتمام نصف التفاعل منها .

3- لوحظ في تفاعل معين من الرتبة الاولى , الذي يحوي تركيز إبتدائي (a=01 mol/l) , أنه يلزم 10 دقائق لكي يتفاعل 10 % منه .

- كم من الوقت يلزم لكي يتفاعل 50 % من المادة الابتدائية .

تمرين08:

يتفاعل يوديد الميثان مع كبريتات الصوديوم معطيا التفاعل التالي :

$$CH_3I + Na_2S_2O_3 \longrightarrow NaS_2CH_3 + NaI$$

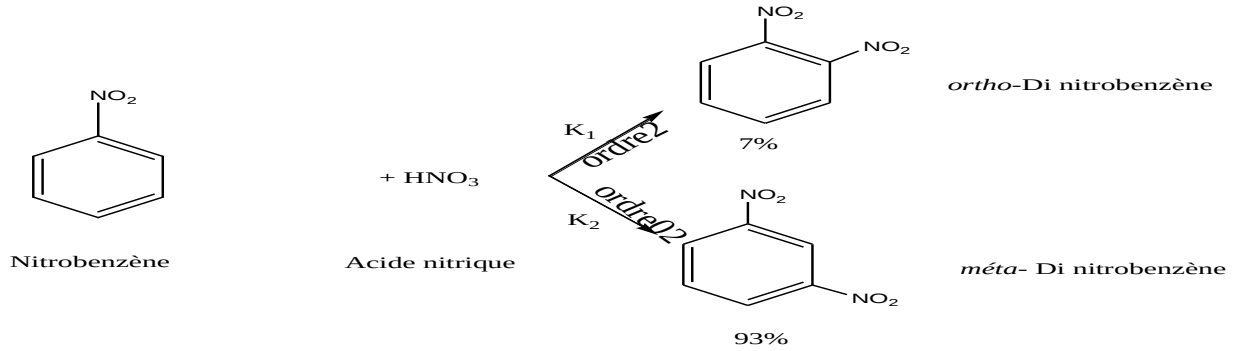
عينت سرعة التفعال بـمعايرة حجم ثابت من المخلوط عند 25° م بواسطة محلول اليود وكانت النتائج كالآتي :

t (min)	0	9	15.5	22
$[CH_3I]$ mol/l	35.35	27	23.2	20.3

- أثبت أن التفاعل من الرتبة 01 . أوجد زمن نصف التفاعل ؟

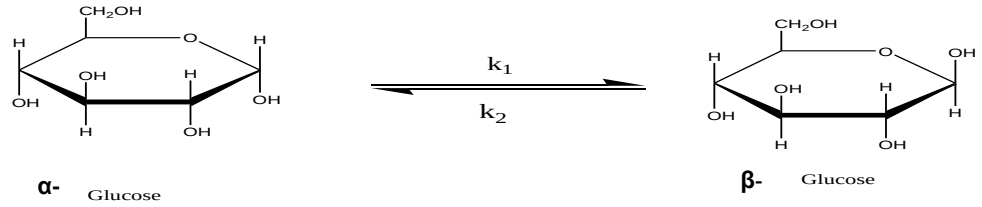
سلسلة الاعمال الموجهة 02

تمرين 01: لندرس النترجة الأحادية لـ (Nitrobenzène) بدءا بـ 3M من Acide nitrique و 1M من Nitrobenzène.



في اللحظة الزمنية 20min أصبح تركيز nitrobenzèn النصف , ومع مرور الوقت يتشكل مماكبين من nitrobenzène ؛ المماكب الاول من نوع *méta* بـــ (93%) ومماكب آخر من نوع *ortho* بـــ(7%) . 1- مانوع التفاعل ؟ 2- اوجد k_1/k_2 ؟ 3- أوجد K_1 و k_2 ؟

تمرين02 : ندرس تفاعل تماكب الغلوكوز (Glucose) عند درجة حرارة 25 °م في حجم ثابت ،حيث التفاعل في الاتجاه المباشر والمعاكس من الرتبة 01 .



إذا علمت ان α -Glucose الابتدائي في المحلول يعطي بتغير الزمان التراكيز الآتية ؛

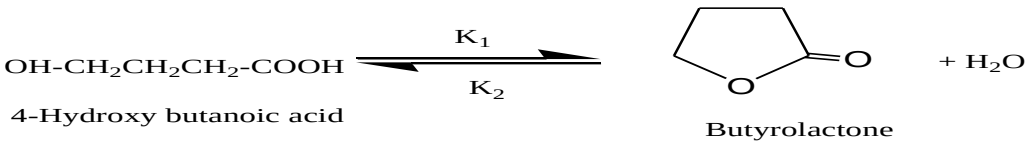
t (min)	0	20	45	70	200	250
$[\alpha\text{-}C_6H_{12}O_6]$ mmol/l	10	9.1	8.3	7.7	6.6	6.5

1-مانوع هذا التفاعل ؟ 2- أثبت من النتائج التجريبية أن ثابت السرعة k_1 و k_2 , متوافقة مع القيم: $k_1 = 5.4.10^{-3}$min و $k_2 = 9.7.10^{-3}$ min .

3- أوجد X_{eq} ؟

تمرين03 : ليكن لدينا تفاعل الاتزان التالي :

تفاعل لكتنة حامض (4-Hydroxy butanoic acid) والمتحصل عليه هو مركب Butyrolactone



المحلول في البداية يحوي على تركيز قدره 0.178 mol/l من الحمض : [a-x] (4-Hydroxy butanoic acid) .

نتركه يتفاعل بمرور الزمن يتفاعل , لنحصل على النتائج التالية للحامض المتبقي ؛

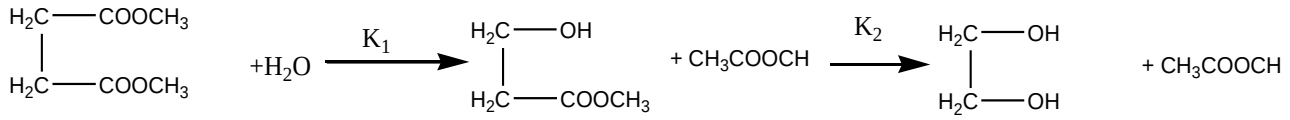
t (min)	0	20	40	60	80	100	150	200	250
[a-x] mol/l	0.178	0.156	0.137	0.122	1.109	0.099	0.08	0.068	0.061

1- مانوع هذا التفاعل ؟ أعط علاقة السرعة بحيث أن رتبة التفاعل في الاتجاه المباشر والمعاكس هي 1 .

2- عبر عن التركيز x_{eq} للمتفاعل بدلالة التركيز الابتدائي a و ثابت السرعة k_1 و k_2 وذلك عند الاتزان .

3- أعط علاقة تركيز المتفاعل بدلالة الزمن و التركيز x_{eq} . 4- أحسب ثابت السرعة k_1 و k_2 عندما تكون ; x_{eq} =0.129 mol/l .

التمرين 04 : في محلول مائي نحقق التفاعل الآتي :



A **B** **C**

1- مانوع هذا التفاعل ؟ 2- استنتج علاقة التراكيز [C] ، [B]، [A] بدلالة الزمن مع العلم أن رتب التفاعل في كل مرحلة تساوي 1.

2- أوجد التراكيز [C] ، [B]، [A] في اللحظة (t=10min) مع العلم أن التركيزالابتدائي للمركب A؛ a=0.25mol/l

3- ماهي قيمة tmax و Bmax . يعطى :-K1=0.1min . K2=0.2min-1.

تمرين05 : عند التحليل الحراري ليوديد الهيدروجين نحصل على اليود والهيدروجين الكل في حالة غازية ، وهذا التفاعل له حركية في الاتجاهين وهي من الرتبة 02 حيث: ($\alpha=\beta=1$) :

$$2HI \underset{K_2}{\overset{K_1}{\rightleftharpoons}} I_2 + H_2$$

حيث : K_1: ثابت سرعة التفاعل في الاتجاه المباشر بالنسبة للتحليل الحراري . K_2: ثابت سرعة التفاعل في الاتجاه المعاكس بالنسبة لتفاعل التخليق .

داخل إناء زجاجي حجمه 22.4 لتر نضع 01 مول من يوديد الهيدروجين في درجة حرارة 666°K ، ونقيس بدلالة الوقت كمية يوديد الهيدروجين المتفككة اي القيمة (x) ، والنتائج التجريبية موثقة في الجدول التالي :

t(min)	60	120	240	∞
x(mol)	0.027	0.055	0.097	0.20

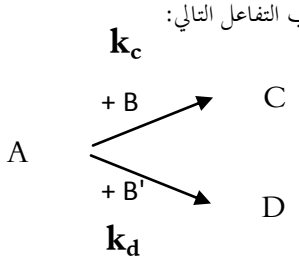
1- أحسب K_{eq} ؟ 2-أوجد علاقة بين K_1 و K_2 بدلالة الرتب الجزئية .

2- التفاعل المباشر والمعاكس يكون علاقة حركية كالتالي : $\frac{2k_1}{V}dt = \frac{dx}{(1-5x)(1+3x)}$

- برهن على هذه العلاقة .

3- أحسب K_1 ، K_2 ؟

التمرين 6 : تتفاعل المادة A حسب التفاعل التالي:



عند $t = 0$ $[A]0 = a(M)$; $[B]_0 = 1M$; $[B']_0 = 2M$ وتراكيز النواتج معدومة.

الرتبة الجزئية بالنسبة لـ A هي n و الرتبة الجزئية لكل من B و.B' هي 1.

تعرف kc و kd بثوابت سرعة التفاعل .

1- مانوع هذا التفاعل ؟ 2- أكتب عبارة السرعات لتكوين C و D (VC و VD)

2- برهن أنه يمكن استنتاج علاقة بين تركيز C وتركيز D بدون الزمن ، ثم استنتج الحاصل kc / kd !

3- عند اللحظة t=4 min يكون لدينا : [C] =0.2M و [D] =0.8M . عندها أوجد kc / kd

سلسلة الاعمال الموجهة 03

تمرين 01 : إذا علمت أنه قيست ثوابت سرعة التفاعل لتفكك مركب الأسيتالدهيد في الطور الغازي عند خمس درجات حرارة مختلفة.:

$$CH_3CHO(g) \longrightarrow CH_4(g) + CO(g)$$

حسب الجدول التالي :فأحسب طاقة التنشيط Ea للتفاعل.

T (K)	700	730	760	790	810
K (mol^{-1} L s^{-1}	0.011	0.035	0.105	0.343	0.789

تمرين 02 : إذا كان لديك تفاعلاً من الرتبة الأولى، وكان ثابت سرعة التفاعل له عند درجة الحرارة 298°م يساوي $k_1 = 3.46 \times 10^{-2}\ s^-$.

- فأحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k_2 عند درجة الحرارة 350°م ، إذا علمت أن طاقة التنشيط تساوي $Ea = 50.2\ kJ/mol$.

تمرين03 : إذا كان ثابت سرعة التفاعل (k) للتفاعل :

$$2HI \longrightarrow H_2 + I_2$$

يتغير مع درجة الحرارة كما في الجدول الآتي:: .

T (°C)	302	342	374	410	427
K (mol^{-1} L s^{-1})	1.18×10^{-6}	1.24×10^{-5}	8.96×10^{-5}	5.53×10^{-4}	1.21×10^{-3}

فاحسب : أ- احسب طاقة التنشيط لهذا التفاعل ب - ثابت سرعة التفاعل عند (400 °C).

التمرين 04: وجد أن قيمتي ثابتي سرعة التفاعل ؛

$$2ICl + H_2 \longrightarrow I_2 + 2HCl$$

عند درجتي حرارة 230 °C و 240 °C تساوي 0.163 L mol^{-1} s^{-1} و 0.348 L mol^{-1} s^{-1} على التوالي :

1- أحسب قيمة Ea بالكيلوجول لكل مول وكذلك بالكيلوكالوري لكل مول .

2- أحسب قيمة الثابت A .

التمرين 05 : لدراسة حركية التفاعل تفكك الميثان CH_4 نقترح الآلية التالية:

$CH_4 \xrightarrow{k1} CH_3^{\bullet} + H^{\bullet}$ $\quad Ea_1 = 101$ Kcal /mole

$CH_4 + CH_3^{\bullet} \xrightarrow{k2} C2H_6 + H^{\bullet}$ $\quad Ea_2 = 48$ Kcal /mole

$CH_4 + H^{\bullet} \xrightarrow{k3} CH_3^{\bullet} + H$ $\quad Ea_3 = 7$ Kcal /mole

$CH_3^{\bullet} + H^{\bullet} + M \xrightarrow{k4} CH_4 + M$ $\quad Ea_4 = 0$ Kcal /mole

حيث M : يمثل مكون ثالث مسهل لإنتاج الجذور $\dot{CH_3}$ و $\dot{H}$.

وبكتابة معادلة التفاعل الإجمالي :

$$(4) + (3) + (2) + (1)..... \Rightarrow \qquad 2CH_4 \longrightarrow C_2H_6 + H_2$$

1- عبر عن سرعة التفاعل بدلالة : $k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , [CH_4] , [M]$.

2- إذا اعتبرنا أن تركيز $[CH_4] = [M]$ عندها كيف تكون عبارة سرعة التفاعل .

3- إذا علمت أن درجة الحرارة ثابتة، فأحسب طاقة التنشيط لهذا التفاعل.

التمرين 06 :

نقوم بدراسة التفاعل التالي : $NH_2CONH_2 + ROH \longrightarrow NH_2COOR + NH_3$

يتم التفاعل عند 147.9°م حيث :

$t=0$ ..... $[NH_2CONH_2]_0 = U_0 = 0.15$ mol/1 $\qquad [ROH]_0 = 9.25$ mol/1

$t=t'$ ..... $[NH_2CONH_2] = U$

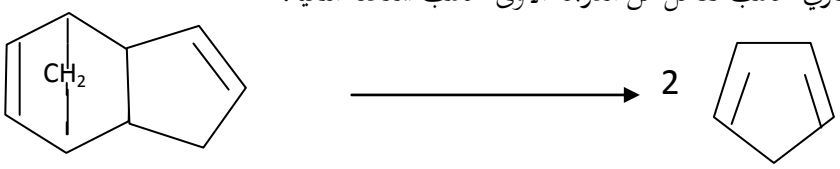
فكانت آلية التفاعل كالآتي:

$$NH_2CONH_2 \underset{k-1}{\overset{k1}{\rightleftharpoons}} NH_3 + NHCO$$

$$NHCO + ROH \xrightarrow{k2} NH_2COOR$$

برهن أن $\dfrac{[U]}{R} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{k_{-1}[NH_3]}{(k_1 - k_2)[ROH]}$ حيث : $-d[U]/dt = R$

التمرين 07 : يتفكك البنتاديان الحلقي في طور غازي حسب تفاعل من الدرجة الأولى حسب المعادلة التالية.



قمنا بحساب ثابت السرعة عند درجات حرارة مختلفة:

T(°K)	456	483
$k.10^3(s^{-1})$	0.49	358

1-باعتبار أن تغير أنتالبي التنشيط ΔH^* وأنتروبي التنشيط ΔS^* للتفاعل ثابتين في مجال درجة الحرارة ، استنتج قيم ΔH^* وΔS^* للتفاعل.

2-تنص نظرية أرينيوس على أن ثابت السرعة $k = Ae^{-Ea/RT}$ حيث A يمثل ثابت التكامل و Ea طاقة التنشيط. استنتج Ea و k_o، قارن بين النظريتان.

3- ماهي قيمة ΔG^* وK^* للتفاعل عند 205°C .

الأعمال الشخصية – الكيمياء الحركية -

تمرين 01 :

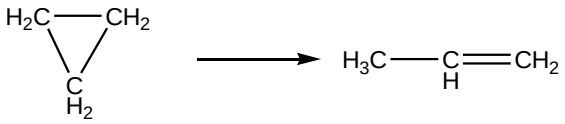
إذا كان لديك تفاعل من الرتبة الأولى يحدث عند درجة حرارة 70°C ، والتفاعل تم منه 20% في زمن قدره 22min عندها أحسب :

1- ثابت سرعة التفاعل ، 2- نصف زمن التفاعل ، 3- نسبة مايتبقى من المادة المتفاعلة بعد خمس ساعات من التفاعل .

يعطى : التركيز الإبتدائي للمتفاعل A: $[A]_0 = a = 100mol/l$

تمرين 02 :

ليكن لدينا تفاعل تحول البروبان الحلقي إلى بروبين في الطور الغازي كالتالي :



عند درجة حرارة 250 °C كان التفاعل من الرتبة الأولى ، وثابت سرعة التفاعل له عند هذه الدرجة يساوي $6.71\ 10^{-4}\ s^{-1}$ ، وكان التركيز الابتدائي للبروبان الحلقي 0.25M عندها أحسب :

أ- تركيز البروبان الحلقي بعد 4.5min . **ب-** الفترة الزمنية اللازمة لخفض تركيز البروبان الحلقي من 0.25M إلى 0.15M .

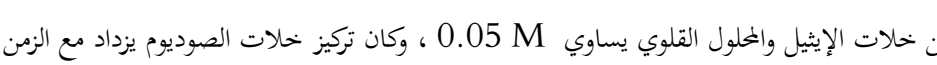
ج- الزمن اللازم من أجل أن يتحول 72% من التركيز الإبتدائي. **د-** زمن نصف التفاعل .

تمرين 03 :

أوجد أن 30 % من مركب A يتحلل في مدة 10 ساعات عند درجة حرارة ثابتة .

-كم يلزم من الوقت لتحلل 99 % من نفس المركب في حال كون التفاعل من الرتبة الأولى ؟

تمرين 04 : أوجد أن تصبن خلات الإيثيل في محلول قلوي من الرتبة الثانية يتم عند درجة جرارة 30°C حسب المعادلة التالية :



فإذا علمت أن تركيز كل من خلات الإيثيل والمحلول القلوي يساوي 0.05 M ، وكان تركيز خلات الصوديوم يزداد مع الزمن كما في الجدول التالي :

t(min)	4	9	15	22	24	37	53
$[CH_3COONa].10^3M$	5.91	11.42	16.3	22.07	27.17	27.17	31.47

أحسب مايلي : 1- ثابت سرعة التفاعل 2- زمن نصف التفاعل .

تمرين 05 :

يتفكك الماء الأكسجيني (H_2O_2) ذو تركيز 1M عند الدرجة 25°C وعند ضغط 1atm ، يتم التفاعل في إناء ذو حجم إبتدائي 1 لتر ، ولدراسة حركية التفاعل قمنا بقياس حجم الاكسجين المنطلق خلال الزمن فكانت النتائج كالتالي :

t(h)	0.5	1	2	2.5	3	4	7	10
V_{O2} (l)	2.51	4.53	7.37	8.36	9.16	10.3	11.6	11.9

1- أكتب معادلة تفكك الماء الأكسجيني .

2- ارسم المنحنى البياني $\ln[H_2O_2]=f(t)$ ، ماذا تستنتج .

3- من المنحنى أوجد تركيز الماء الاكسجيني عند الازمنة : 5،6،7،8،9 ساعات .

4- أوجد ثابت السرعة وزمن نصف التفاعل .

تمرين 06 :

في عملية الأسترة 56.5% من محلول الإيثانول يتفاعل مع حامض الفورميك بوجود 0.026 N من حامض الهيدروكلوريك فإن ثابت السرعة للتفاعل المباشر هو $1.85.10^{-3}\ min^{-1}$ وللإتجاه المعاكس هو $1.76.10^{-3}\ min^{-1}$ ، فإذا كان التركيز الإبتدائي للإيثانول هو 0.07mol/l في وسط حمضي .

أحسب : 1- النسبة المئوية لحامض الفورميك في حالة التوازن ، 2- الزمن اللازم لأسترة 90% ؟

يعطى تفاعل الأسترة كالتالي :

$$C_2H_5OH + HCOOH \rightleftharpoons HCOOC_2H_5 + H_2O$$

تمرين 07 :

إن قيم ثابت السرعة لتحلل خامس أوكسيد النيتروجين هي $3.46.10^{-5}$ عند درجة الحرارة 25°C و $4.87.10^{-3}$ عند درجة الحرارة 65°C والمطلوب : حساب طاقة التنشيط Ea ؟ يعطى التفاعل $N_2O_5 \longrightarrow N_2O_4 + 1/2O_2$.

تمرين 08 :

إن معدل ثابت سرعة تفاعل المرتبة الأولى لتحلل الأسيتون ثنائي حمض الكاربوكسيل في محلول مائي مبين في الجدول التالي :

T(°C)	0	10	20	30	40	50	60
$K(s^{-1})$	2.46	10.8	47.5	163	576	1850	5480

-أحسب طاقة التنشيط Ea ؟