

☑ الوحدة الأولى : سرعة التفاعل الكيميائي

سرعة التفاعل الكيميائي : هي مقياس لتحول المواد المتفاعلة الى مواد ناتجة في وحدة الزمن .

التغير في تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة
أما معدل سرعة التفاعل = $\frac{\Delta \text{ن}}{\Delta \text{ت}}$
التغير في الزمن

$$\frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ن}} =$$

وقد تكون ت : إما كتلة أو تركيز أو حجم أو عدد مولات ..

للمعدل سرعة التفاعل = $\frac{\text{القيمة النهائية} - \text{القيمة الابتدائية}}{\text{الزمن النهائي} - \text{الزمن الابتدائي}}$

☐ ملاحظة : يشار الى المواد المتفاعلة بكلمات تدل على تناقص تركيزها مع الزمن : إستهلاك ، إختفاء ، تحلل ويشار الى المواد الناتجة بكلمات تدل على تزايد تركيزها مع الزمن : إنتاج ، ظهور ، تكوين

للمثال : $\text{Mg(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{MgSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
يمكن قياس سرعة التفاعل بقياس التغير في إحدى الكميات التالية مع الزمن :

العلاقة	وحدة السرعة	وحدة الزمن	الوحدة	التغير في الكمية
$\frac{\Delta \text{ك}}{\Delta \text{ن}}$	غ / ث غ / د	ث أو دقيقة	غ	كتلة Mg المستهلكة
$\frac{\Delta [\text{H}_2\text{SO}_4]}{\Delta \text{ن}}$	مول / لتر.ث مول / لتر.د	ث أو دقيقة	مول / لتر	تركيز الحمض المستهلك
$\frac{\Delta \text{ح}}{\Delta \text{ن}}$	مل / ث مل / د	ث أو دقيقة	مل	حجم غاز الهيدروجين الناتج
$\frac{\Delta [\text{MgSO}_4]}{\Delta \text{ن}}$	مول / لتر.ث مول / لتر.د	ث أو دقيقة	مول / لتر	تركيز كبريتات المغنيسيوم الناتجة

■ ملاحظات على الجدول السابق :

- 1- يمكن حساب معدل سرعة التفاعل الكيميائي بشكل عام وفق العلاقة :
معدل سرعة التفاعل الكيميائي = $\frac{\text{التغير في تركيز إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$
- 2- تعتمد وحدة قياس سرعة التفاعل على وحدة الكمية المقاسة ووحدة الزمن
- 3- الإشارة السالبة في العلاقتين الأولى والثانية تدل على تناقص تركيز Mg و H₂SO₄ مع الزمن كمواد متفاعلة .

للهمثال (1) : ما معدل إستهلاك H_2SO_4 في التفاعل السابق إذا تغير تركيزها من (0,8 مول/لتر) الى (0,2 مول/لتر) في زمن مقداره دقيقة بوحدة :

أ- مول/لتر. دقيقة ب- مول/لتر. ث

الحل :

<p>ب- معدل سرعة الاستهلاك = $\frac{(0,8 - 0,2)}{60 \times 1}$</p> <p>= 0,01 مول/لتر. ث</p>	<p>معدل سرعة التفاعل = $\frac{[H_2SO_4] \Delta -}{\Delta n}$</p> <p>أ- معدل سرعة الاستهلاك = $\frac{(0,8 - 0,2)}{1}$</p> <p>= 0,6 مول/لتر. دقيقة</p>
---	--

❖ ملاحظة :

- يشير التغير Δ (التغير) الى (القيمة النهائية - القيمة الابتدائية)
- يضرب التغير في كمية المواد المتفاعلة بإشارة سالبة للحصول على معدل سرعة موجب .

(العلاقات بين سرعات المواد " متفاعلات ونواتج ")



س: □ كم مولاً من N_2 و H_2 يستهلك لإنتاج 2 مول من NH_3 ؟

✓ يتطلب إنتاج 2 مول من NH_3 استهلاك (1 مول N_2) و (3 مول H_2)

س: □ ما العلاقة بين سرعة استهلاك و إنتاج المواد المشتركة في التفاعل ؟

✓ سرعة استهلاك N_2 = $\frac{1}{3}$ سرعة استهلاك H_2 = $\frac{1}{2}$ سرعة إنتاج NH_3

س: □ عبر عن العلاقة السابقة بدلالة التغير في التراكيز مع الزمن ؟

$$\frac{[NH_3] \Delta 1}{\Delta n 2} = \frac{[H_2] \Delta 1}{\Delta n 3} = \frac{[N_2] \Delta -}{\Delta n}$$

للهمثال (2) :

مادة مثل X تغير تركيزها من 0,2 مول/لتر وأصبح 0,1 مول/لتر في زمن مقداره 10 ث ، أجب عما يلي :

أ- هل المادة X متفاعلة أم ناتجة ؟

ب- إحسب معدل السرعة للمادة X (مول/لتر. ث) ؟

الحل :

أ- مادة متفاعلة ب- معدل سرعة X = $\frac{[X] \Delta -}{\Delta n} = \frac{(0,2 - 0,1)}{10 - 0} = 0,01$ مول/لتر. ث

للهمثال (3) :

في التفاعل التالي : $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ إذا تغير تركيز غاز الهيدروجين من 0,5 مول/لتر الى 0,1 مول/لتر في زمن (2 ثانية) إحسب معدل سرعة استهلاك H_2 ؟

الحل : معدل سرعة استهلاك H_2 = $\frac{[H_2] \Delta -}{\Delta n} = \frac{(0,5 - 0,1)}{2} = 0,2$ مول/لتر. ث

للـمثال (4) :

في التفاعل التالي :
$$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$

إذا علمت أن تركيز الاكسجين في بداية التفاعل (0,35 مول/لتر) وبعد (40ث) أصبح التركيز (0,15مول/لتر) احسب معدل سرعة الاكسجين ؟

الحل : معدل سرعة استهلاك $\text{O}_2 = \frac{[\text{O}_2]_{\Delta} - [\text{O}_2]_{\text{بداية}}}{\Delta t} = \frac{(0,15 - 0,35)}{40} = -0,005$ مول/لتر.ث

للـمثال (5) :

في التفاعل التالي :
$$4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$

0,6 مول/لتر.ث ، احسب :

1— معدل سرعة استهلاك NH_3 ؟
2— معدل سرعة إنتاج N_2 ؟
الحل :

1— $\frac{1}{6} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{H}_2\text{O} = \frac{1}{4} \text{ معدل سرعة استهلاك } \text{NH}_3$

$\frac{1}{4} \text{ معدل سرعة استهلاك } \text{NH}_3 = 0,6 \times \frac{1}{6}$

معدل سرعة استهلاك $\text{NH}_3 = 0,4$ مول/لتر.ث

2— الحل

$\frac{1}{6} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{H}_2\text{O} = \frac{1}{2} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{N}_2$

$\frac{1}{2} \text{ معدل سرعة إنتاج } \text{N}_2 = 0,6 \times \frac{1}{6}$

معدل سرعة إنتاج $\text{N}_2 = 0,2$ مول/لتر.ث

للـ سؤال 2014 :

في المعادلة الموزونة
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$$

إذا علمت ان معدل سرعة استهلاك H_2 (0,3) مول/لتر.ث , فما معدل سرعة إنتاج NH_3 ؟

للـ سؤال 2017 ش : في معادلة التفاعل :
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$$

إذا علمت أن معدل سرعة استهلاك H_2 تساوي 0,006 مول/لتر. ث ، احسب معدل سرعة إنتاج NH_3 ؟

للـمثال (6) :

بن خلال دراستك للتفاعل الافتراضي التالي :



إذا علمت انه خلال (٤٠ ث) تغير تركيز المادة B من (٨,٠ مول/لتر) وأصبح (٤,٠ مول/لتر) ، أجب عما يلي :

1— احسب معدل سرعة اختفاء المادة B في تلك الفترة الزمنية ؟

2— احسب معدل إنتاج المادة C في نفس الفترة الزمنية ؟

3— أكتب العلاقة بين معدل سرعة تكون المادة D ومعدل سرعة اختفاء A بدلالة التغير في التركيز لكل منهما ؟

الحل:

$$(-1) \text{ س } B = \frac{[B] \Delta}{\Delta t} = \frac{(0,8 - 0,4)}{40} = 10^{-2} \times 1 = 1 \text{ مول / لتر. ث}$$

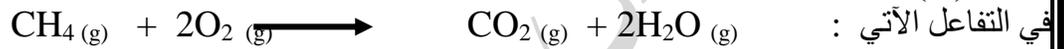
$$(-2) \quad 1 = \frac{\text{معدل سرعة اختفاء } B}{\text{معدل سرعة إنتاج } C} \quad \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} = 0,01 \times \frac{1}{2} \quad \text{معدل سرعة إنتاج } C$$

معدل سرعة إنتاج $C = 0,02$ مول / لتر. ث

$$(-3) \quad \frac{1}{3} = \frac{[A] \Delta}{[D] \Delta} \quad \frac{1}{3} = \frac{1}{5}$$

المثال (7) :



إذا كان معدل سرعة استهلاك O_2 يساوي 0,28 مول / لتر. ث ، احسب معدل سرعة إنتاج CO_2 ؟

الحل :

$$\text{معدل سرعة إنتاج } \text{CO}_2 = \frac{1}{2} = \text{معدل استهلاك } \text{O}_2 = 0,28 \times \frac{1}{2} = 0,14 \text{ مول / لتر. ث}$$

المثال (8) :

في التفاعل $2\text{N}_2\text{O}_5 \longrightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ ، إذا كان معدل سرعة تكون NO_2 (0,04 مول / لتر. ث) :

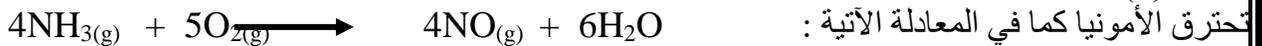
1- احسب معدل إختفاء N_2O_5 ؟

2- ما العلاقة بين سرعة تكون O_2 وسرعة إختفاء N_2O_5 ؟

3- أكتب العلاقة التي تعبر عن معدل سرعة استهلاك N_2O_5 ومعدل سرعة إنتاج NO_2 بدلالة التغير في تراكيز كل منها مع الزمن ؟

الحل:

المثال (9) :



إذا علمت أن سرعة تفاعل الأمونيا في لحظة معينة (0,24 مول / لتر. ث) ، احسب :

1- سرعة تفاعل الأكسجين .

2- سرعة تكون بخار الماء

الحل :

المثال (10) :

يتحلل N_2O_5 إلى NO_2 حسب المعادلة $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ جد معدل السرعة لهذا التفاعل في الفترة (14-6) دقيقة الموضحة بالجدول التالي :

الزمن (دقيقة)	$[N_2O_5]$
صفر	$2 \cdot 10^{-2} \times 2,13$
6	$2 \cdot 10^{-2} \times 1,43$
14	$3 \cdot 10^{-2} \times 6,3$

الحل :

$$\Delta [N_2O_5] = N_2O_5 = \frac{(3 \cdot 10^{-2} \times 14,3 - 2 \cdot 10^{-2} \times 6,3)}{14 - 6} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \times 1}{1} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ مول/لتر.دقيقة}$$

المثال (12) :

في التفاعل التالي $A_2B_3 \longrightarrow 2A + 3B$ إذا تغير تركيز A_2B_3 من (٥,٤٥ مول/لتر) إلى (٣,٣٠ مول/لتر) خلال (٣ دقائق) ، احسب :

٢- معدل سرعة إنتاج B ؟

١- معدل سرعة استهلاك A_2B_3 ؟

الحل :

$$\text{معدل سرعة إنتاج B} = \frac{1}{3} \times \text{معدل سرعة استهلاك } A_2B_3$$

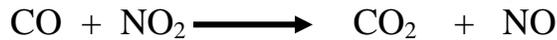
$$\text{معدل سرعة إنتاج B} = 0,05 \times 3 = 0,15 \text{ مول/لتر.دقيقة}$$

$$\Delta [A_2B_3] = A_2B_3 = \frac{(0,45 - 0,3)}{3} = 0,05 \text{ مول/لتر.دقيقة}$$

$$= 0,05 \text{ مول/لتر.دقيقة}$$

تغير سرعة التفاعل مع الزمن

يمكن معرفة سرعة التفاعل بعد مرور زمن معين من بداية التفاعل أي السرعة اللحظية عند أي زمن نريده وذلك برسم بياني لتركيز أحد التفاعلات مع مرور الزمن وأخذ ميل المماس عند زمن معين أو تركيز معين أدرس الجدول التالي :



يلاحظ ما يلي :

السرعة اللحظية مول/لتر.ث	الزمن (ثانية)	$[NO_2]$ مول/لتر	$[CO]$ مول/لتر
$3 \cdot 10^{-2} \times 4,9$	صفر	0,100	100,0
$3 \cdot 10^{-2} \times 2,2$	10	0,076	0,067
$3 \cdot 10^{-2} \times 1,2$	20	0,050	0,050
$3 \cdot 10^{-2} \times 0,8$	30	0,040	0,040
$3 \cdot 10^{-2} \times 0,5$	40	0,033	0,033
$3 \cdot 10^{-2} \times 0,1$	100	0,017	0,017

- يقل تركيز المواد المتفاعلة مع مرور الزمن .
- أعلى سرعة التفاعل تكون عند أول لحظة نضيف فيها CO إلى NO₂ (السرعة الابتدائية).
- السرعة الابتدائية : هي سرعة التفاعل عندما يكون التراكيز أعلى ما يمكن والزمن صفر.
- تقل سرعة التفاعل مع مرور الزمن لأن تراكيز المواد المتفاعلة تقل .
- تقل سرعة التفاعل الأمامي مع مرور الزمن لأن تراكيز المواد المتفاعلة تقل
- تكون سرعة التفاعل العكسي في بداية التفاعل تساوي صفر ولكنها تزداد مع مرور الزمن لأن تراكيز المواد الناتجة يزداد مع الزمن

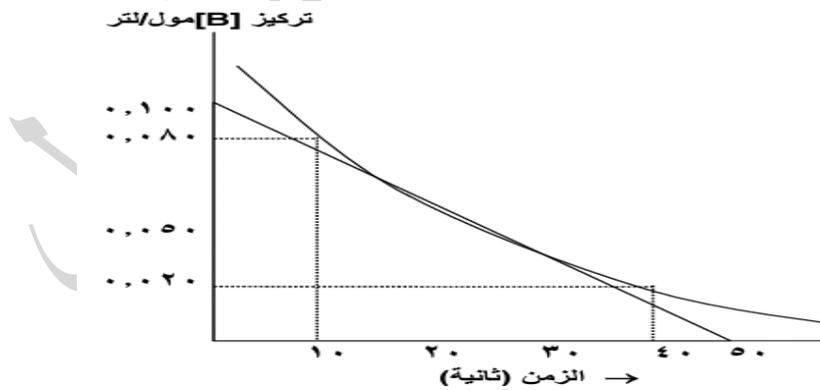
• مستعينا بالجدول السابق :

- 1- متى تكون سرعة التفاعل أعلى عند زمن 20 ث أم 30 ث ؟
- 2- هل تبقى سرعة التفاعل ثابتة مع مرور الزمن ؟
- 3- ماذا يحدث لسرعة التفاعل مع تناقص تراكيز المواد المتفاعلة ؟

☞ الحل :

- (1) عند الزمن 20 ث
- (2) لا
- (3) تتناقص

- للأسؤال (1) : يمثل المنحنى المجاور تغير تركيز المادة B مع الزمن للتفاعل التالي $A + 2B \longrightarrow 3C$
- (1-) إحسب معدل السرعة للمادة B في الفترة (10 - 40) ث ؟
 - (2-) إحسب السرعة اللحظية للمادة A عند الزمن 20 ث ؟



☞ الحل :

$$(-1) \text{ س} = [B]\Delta = \frac{(0,080 - 0,020)}{10 - 40} = 10^{-3} \times 2 \text{ مول/لتر.ث}$$

$$(-2) \text{ السرعة اللحظية للمادة B عند (20ث) = ميل المماس} = \frac{0,100}{50} = 2 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر.ث}$$

$$\hookrightarrow \text{السرعة اللحظية للمادة A} = \frac{1}{2} \text{ السرعة اللحظية للمادة B}$$

$$2 \times \frac{1}{2} = 10^3 \times 1 = 10^3 \text{ مول/لتر.ث}$$

بعض أنماط الوزارة :

س 1999 : في التفاعل التالي : $2\text{NO}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2\text{F}$ إذا كان معدل سرعة استهلاك F_2

0,2 مول/لتر.ث ، فإن معدل سرعة إنتاج NO_2F تساوي :

أ- 0,1 ب- 0,2 ج- 0,4 د- 0,6

س 2001: في التفاعل التالي : $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ إذا كان معدل سرعة استهلاك

$\text{O}_2 = 0,01$ مول/لتر.ث ، فإن معدل سرعة تكون H_2O :

أ- $10^3 \times 1,25$ ب- $10^3 \times 8$ ج- $10^2 \times 1,25$ د- $10^2 \times 8$

س 2008: في التفاعل التالي : $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ إذا كان معدل إختفاء O_2 0,45

مول/لتر.ث ، فإن معدل ظهور CO_2 :

أ- 0,15 ب- 0,30 ج- 0,45 د- 0,60

س 2011 : تغير تركيز مادة من 0,3 مول/لتر الى 0,1 مول/لتر خلال 2 ثانية فإن معدل سرعة التفاعل (مول/لتر.ث) :

أ- 0,1 ب- 0,05 ج- 0,15 د- 10

أثر التركيز في سرعة التفاعل

إن التغير في تركيز المواد المتفاعلة يغير في سرعة التفاعل فقد عرفت أن التفاعل يكون في أقصاه عندما تكون التراكيز للمتفاعلات في أعلاه ، لأن زيادة التركيز يؤدي إلى زيادة التصادمات وبالتالي زيادة في السرعة ووجد عملياً أن سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع تراكيز المواد المتفاعلة مرفوعاً لقوى معينة ، سرعة التفاعل $\alpha [A]^x$

للتفاعل التالي $A \longrightarrow B$

◀ قانون 1: سرعة التفاعل $K [A]^x$

◀ تدعى العلامة أعلاه بقانون سرعة التفاعل ويطلق على الثابت K بثابت سرعة التفاعل والقوة x برتبة التفاعل وقد تكون (صفر ، 1 ، 2 ، 3 ، ... أو كسر) (تفيدنا رتبة التفاعل في معرفة مدى سرعة التفاعل)

ملاحظات :

- إذا كانت $x = 0$ فهذا يعني أنه بمضاعفة تركيز المادة (تبقى سرعة التفاعل ثابتة).
- إذا كانت $x = 1$ فهذا يعني أن مضاعفة تركيز المادة يؤدي إلى (مضاعفة سرعة التفاعل).
- (التغير في سرعة التفاعل يساوي التغير في تركيز المادة)
- إذا كانت $x = 2$ فهذا يعني أنه بمضاعفة التركيز يؤدي إلى (مضاعفة سرعة التفاعل 4 مرات).
- إذا كانت $x = 3$ فهذا يعني أنه بمضاعفة التركيز يؤدي إلى (مضاعفة سرعة التفاعل 8 مرات).

لاحظ :

- 1- عدم وجود كلمة معدل كما في الدرس السابق (انما سرعة التفاعل فقط)
- 2- دراسة تراكيز المواد المتفاعلة فقط في سرعة التفاعل (تركيز المواد الناتجة لا يؤثر في السرعة)

السرعة الابتدائية مول/لتر.ث	التركيز الابتدائي (مول/لتر)	(رقم التجربة)
$10^{-6} \times 1$	0,1	-1
$10^{-6} \times 9$	0,3	-2

مثال : في

A المادة في كل

التفاعل الافتراضي التالي
B ما هي رتبة
من الحالات التالية :

1- مضاعفة تركيز A مرتين ومضاعفة السرعة مرتين ؟

$$2 = x(2) \Leftrightarrow \text{رتبة } A = 1$$

2- مضاعفة تركيز A ومضاعفة السرعة أربع مرات ؟

$$4 = x(2) \Leftrightarrow \text{رتبة } A = 2$$

3- مضاعفة تركيز A ثلاث مرات ومضاعفة السرعة 9 مرات ؟

$$9 = x(3) \Leftrightarrow \text{رتبة } A = 2$$

4- مضاعفة تركيز مرتين ومضاعفة السرعة 8 مرات ؟

$$8 = x(2) \Leftrightarrow \text{رتبة } A = 3$$

◀ **قانون 2: (مضاعفت السرعة) = (مضاعفت A) ^x × (مضاعفت B) ^y**

◀ يستخدم عند ذكر تضاعفات في السؤال واذا ذكر ثبوت تركيز مادة تهمل من القانون او تساوي واحد =1

للهمثال (1) : في التفاعل الافتراضي التالي : $A \longrightarrow C$

يكتب قانون سرعة التفاعل $k [A]^x$

(القانون العام) وهنا لا بد من استخدام القسمة ولاستخدام القسمة نعوض قيم التراكيز وسرعة التفاعل لكل تجربة كما يلي :-

$$\text{جربة (1) } K = 10^{-6} \times 1^x$$

$$\text{جربة (2) } K = 10^{-6} \times 9^x$$

$$\frac{k(0,3)^x}{k(0,1)^x} = \frac{10^{-6} \times 9^x}{10^{-6} \times 1^x} \quad \text{بقسمة العلاقتين}$$

$$\Leftrightarrow 9 = x(3)$$

$$\text{رتبة } A = 2$$

□ يكتب قانون سرعة التفاعل $k [A]^2$

$$\square \text{ لحساب قيمة ثابت السرعة } k = \frac{10^{-6} \times 1^2}{(0,1)^2} = \frac{10^{-6}}{1} \text{ س}$$

□ الرتبة الكلية = مجموع الرتب (X + Y)
تعتمد وحدة ثابت سرعة التفاعل على الرتبة الكلية

لاحظ ما يلي :

$$\begin{aligned} \text{سرعة التفاعل} &= k \text{ (1) عندما تكون رتبة التفاعل} \\ \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[\text{A}]} &= k \\ \text{تركيز [A]} & \\ \text{سرعة التفاعل} &= k \text{ (2) عندما تكون رتبة التفاعل} \\ \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[\text{A}]^2} &= k \\ \text{سرعة التفاعل} &= k \text{ (3) عندما تكون رتبة التفاعل} \\ \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[\text{A}]^3} &= k \end{aligned}$$



رتبة k = لتر⁻¹مول⁻¹ث
حيث ن الرتبة الكلية للتفاعل وهي مجموع الرتب

المثال (2) : في التفاعل الآتي : $\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

رقم التجربة	[NO ₂] مول / لتر	[HCl] مول / لتر	السرعة الابتدائية مول / لتر. ث
1	0,20	0,20	$1,4 \times 10^{-3}$
2	0,40	0,20	$2,8 \times 10^{-3}$
3	0,20	0,40	$2,8 \times 10^{-3}$

أجب عما يلي :

2- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة HCl
4- اكتب قانون السرعة للتفاعل ؟

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة NO₂
3- ما الرتبة الكلية للتفاعل
5- احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل K ؟

الحل :

1- لإيجاد رتبة NO₂ نأخذ التجريبتين (1، 2) - [HCl] - ثابت :
الصيغة العامة لقانون س = $[\text{NO}_2]^x [\text{HCl}]^y K$ ، نقسم تجربة 2 / تجربة 1 :

$$\frac{y (0,2)^x (0,40) K}{y (0,2)^x (0,20) K} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 2,8}{3 \cdot 10^{-3} \times 1,4}$$

$$1 = X \leftarrow X (2) = 2$$

1 = رتبة NO₂

2- لإيجاد رتبة HCl التجريبتين (1، 3) - [NO₂] - ثابت - وبقسمة تجربة 3 / تجربة 1 :

$$\frac{y (0,4)^1 (0,20) K}{y (0,20)^1 (0,20) K} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 2,8}{3 \cdot 10^{-3} \times 1,4}$$

$$1 = y \leftarrow y (2) = 2 \leftrightarrow$$

1 = رتبة HCl

3- الرتبة الكلية للتفاعل = 2

4- سرعة التفاعل = $[\text{HCl}]^1 [\text{NO}_2]^1 K$

5- نحسب قيمة K من أي تجربة (مثلاً من رقم 1) ونعوض في قانون السرعة السابق :

$$K = \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 1,4}{0,20 \times 0,20} = 3,5 \times 10^{-2} \text{ لتر}^2 / \text{مول}^2 \cdot \text{ث}$$

للهمثال(3) : اعتمادا على البيانات الخاصة بالتفاعل : $2A + 3B \rightarrow 3C + 2D$ الواردة في الجدول ، أجب عما يليه:

سرعة التفاعل مول / لتر. ث	[B] مول / لتر	[A] مول / لتر
$2 \cdot 10 \times 1,2$	0,1	0,1
$2 \cdot 10 \times 1,2$	0,1	0,2
$2 \cdot 10 \times 3,6$	0,3	0,2

- 1- ما رتبة التفاعل لكل من A , B ؟
- 2- اكتب قانون السرعة للتفاعل ؟
- 3- احسب قيمة K للتفاعل مع ذكر وحدته ؟
- 4- احسب سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = 0,01$ مول / لتر و $[B] = 0,05$ مول / لتر ؟

الحل :

1- رتبة A = صفر , رتبة B = 1

2- سرعة التفاعل $K = [B]^1$

$$K = \frac{2 \cdot 10 \times 1,2}{(0,1)^1} = 24 \text{ ث}^{-1}$$

(0,1)

4- سرعة التفاعل $= 0,05 \times 2 \cdot 10 \times 12 = 12$

$$= 6 \cdot 10^3 \text{ مول / لتر. ث}$$

للهمثال(4) : في التفاعل الافتراضي الآتي : $(A + B \rightarrow 2C)$ تم جمع البيانات كما في الجدول :

رقم التجربة	[A] مول / لتر	[B] مول / لتر	السرعة الابتدائية مول / لتر. ث
1	0,01	0,1	$5 \cdot 10 \times 6$
2	0,01	0,2	$4 \cdot 10 \times 2,4$
3	0,02	0,1	$4 \cdot 10 \times 1,2$

- 1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A ؟
- 2- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B ؟
- 3- اكتب قانون السرعة لهذا التفاعل ؟
- 4- احسب قيمة ثابت السرعة (K) ؟
- 5- كم مرة تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز A ثلاث مرات وتركيز B مرتين ؟

الحل :

1- رتبة A = 1

2- رتبة B = 2

3- سرعة التفاعل $K = [A]^1 [B]^2$

4- لحساب قيمة K نعوض من أي تجربة (مثلاً من رقم 1) في قانون السرعة السابق :

$$K = \frac{5 \cdot 10 \times 6}{(0,01)^1 (0,1)^2} = 6000 \text{ لتر}^2 \text{ / مول}^2 \text{ ث}$$

5- تضاعفت 12 مرة .

من خلال قانون التضاعف (مضاعفت السرعة) = (مضاعفت A) \times (مضاعفت B)

$$12 = 2^2 (2) \times 3^1 (3) =$$

للهمثال (5) : يبين الجدول المجاور بيانات التفاعل الافتراضي $A + 2B \longrightarrow 3C$ ، أدرسه ثم أجب عما يليه :

- 1- ما رتبة المادة A ؟
- 2- ما رتبة المادة B ؟
- 3- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟
- 4- إحسب قيمة (K) , مع ذكر وحدته ؟
- 5- جد تركيز A في التجربة رقم (4) ؟

الحل :

$$1- \text{رتبة } A = 2 \quad 2- \text{رتبة } B = \text{صفر} \quad 3- \text{س} = k[A]^2$$

$$4- k = \frac{3 \cdot 10 \times 1}{(0,1)^2} = 0,1 \text{ لتر/مول.ث}$$

$$5- 0,1 = 3 \cdot 10 \times 9 [A]^2 \Rightarrow [A] = 0,3 \text{ مول/لتر}$$

للهمثال (6) : في التفاعل الآتي : $A + 3B + 2C \longrightarrow X$

التجربة	[A]	[B]	[C]	معدل السرعة
1	0,3	0,4	0,5	$3 \cdot 10 \times 1,2$
2	0,6	0,1	0,6	$3 \cdot 10 \times 1,2$
3	0,6	0,4	0,5	$3 \cdot 10 \times 4,8$
4	0,6	0,8	0,5	$3 \cdot 10 \times 9,6$
5	0,3	0,4	1,5	$3 \cdot 10 \times 1,2$

- 1- ما رتبة المواد A,B,C ؟
- 2- أكتب قانون السرعة ؟
- 3- أوجد قيمة k مع ذكر وحدته ؟
- 4- كم مرة تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة كل من A,B,C مرتين لكل منهما ؟

الحل :

$$1- \text{رتبة } A \text{ من التجريبتين } (1,3) = 2$$

$$\text{رتبة } B \text{ من التجريبتين } (3,4) = 1$$

$$\text{رتبة } C \text{ من التجريبتين } (1,5) = \text{صفر}$$

$$2- \text{س} = k[A]^1[B]^2$$

$$3- k = \frac{3 \cdot 10 \times 1,2}{(0,4)^2(0,3)} = 10 \text{ لتر}^2/\text{مول}^2 \cdot \text{ث}$$

4- 8 مرات

للهمثال (7) : في التفاعل الآتي : $2NO_2(g) + F_2(g) \longrightarrow 2NO_2F(g)$ ، تضاعفت السرعة مرتين ، وعند مضاعفة تركيز كل من NO_2 و F_2 مرتين ، ثابت ، وعند مضاعفة

تركيز كل من NO_2 و F_2 معاً مرتين تضاعفت السرعة (8) أجب عما يلي :

- 1- ما رتبة كل من NO_2 و F_2 ؟
- 2- اكتب قانون سرعة التفاعل ؟

3- احسب قيمة (K) اذا كانت سرعة التفاعل تساوي $10 \times 4,2$

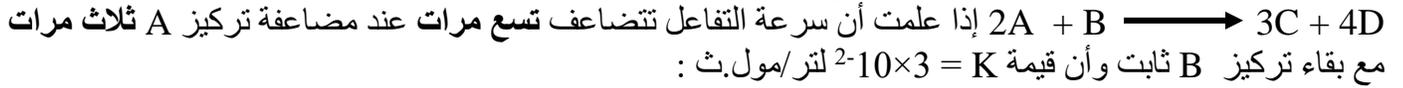
عندما يكون $[F_2] = 0,2$ ، $[NO_2] = 0,1$ (مول / لتر) ؟

الحل :

$$1- \text{رتبة } F_2 = 1 \quad 2- \text{رتبة } NO_2 = 2 \quad 3- K = \frac{5 \cdot 10 \times 4,2}{(0,1)^2(0,2)} = 21 \cdot 10^3 \text{ لتر}^2/\text{مول}^2 \cdot \text{ث}$$

التجربة	[A]	[B]	سرعة استهلاك A
1	0,1	0,1	$3 \cdot 10 \times 1$
2	0,2	0,1	$3 \cdot 10 \times 4$
3	0,2	0,2	$3 \cdot 10 \times 4$
4	س	0,3	$3 \cdot 10 \times 9$

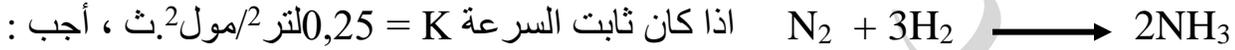
المثال (8): من خلال دراستك للتفاعل الافتراضي :



- 1- ما رتبة كل من A و B ؟
 - 2- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟
 - 3- إحسب سرعة التفاعل عندما $[B] = [A] = 0,2$ مول/لتر ؟
- الحل :

- 1- رتبة A = 2 ، رتبة B = صفر (من خلال وحدة k يظهر ان التفاعل ثنائي الرتبة)
 - 2- $K = [A]^2$ س
 - 3- $3 \times 10^{-2} = (0,2)^2$ س
- 12×10^{-4} مول/لتر.ث =

المثال (9) : يبين الجدول المجاور بيانات التفاعل التالي :



رقم التجربة	[N ₂] مول/لتر	[H ₂] مول/لتر	سرعة التفاعل
1	0,1	0,2	1×10^{-3}
2	0,2	0,2	2×10^{-3}
3	0,3	س	12×10^{-3}

- 1- إحسب رتبة المادة N₂ ؟
 - 2- إحسب رتبة المادة H₂ ؟
 - 3- أكتب قانون السرعة ؟
 - 4- إحسب [H₂] في التجربة رقم (3) ؟
- الحل :

- 1- رتبة N₂ = 1 (-2) رتبة H₂ = 2 (-3) س
 - 2- رتبة H₂ = 1 (-2) رتبة N₂ = 1 (-2) س
 - 3- $[H_2]^2$ س
 - 4- $[H_2] = 0,4$ مول/لتر
- ملاحظة :

في التفاعل الغازي فإنه عند زيادة الضغط الى الضعف (أي نقصان الحجم الى النصف) فإن ذلك يؤدي الى زيادة تراكيز المواد المتفاعلة الى الضعف .

المثال (10) : يبين الجدول أدناه بيانات التفاعل التالي :



رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة تكون C مول/لتر.ث
1	0,3	0,2	؟؟؟
2	0,3	0,4	24×10^{-3}
3	0,1	0,4	8×10^{-3}

أجب عما يلي :

- 1- ما رتبة A ؟
 2- إحسب سرعة تكون C في التجربة (1) ؟
 3- إحسب قيمة K مع ذكر وحدته ؟

الحل :

$$(-1) \text{ رتبة } A = 1$$

$$(-2) \text{ س} = K [A]^1 [B]^1 \\ 1 \cdot 10 \times 2 = \frac{3 \cdot 10 \times 24}{(0,4)^1 (0,3)^1} = K$$

$$\hookrightarrow \text{س} = 1 \cdot 10 \times 2 = (0,2)^1 (0,3)^1 \times 10^{-3} \times 12 = 10^{-3} \times 12 \text{ مول/لتر.ث} \\ (-3) \text{ ك} = 1 \cdot 10 \times 2 = 1 \text{ لتر/مول.ث}$$

للهمثال (11) : إعتماًداً على بيانات التفاعل ا الموضحة في الجدول التالي $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$ واجب

رقم التجربة	[N ₂] مول/لتر	[H ₂] مول/لتر	سرعة تكون NH ₃ مول/لتر.ث
1	0,3	0,1	$4 \cdot 10 \times 3$
2	0,4	0,2	$4 \cdot 10 \times 8$
3	س	0,5	$4 \cdot 10 \times 5$
4	0,2	0,1	$5 \cdot 10 \times 20$

- 1- إحسب رتبة N₂ و H₂ ؟ (-2) أكتب قانون سرعة التفاعل ؟ (-3) إحسب قيمة ثابت السرعة K ؟
 4- أوجد قيمة (س) في التجربة رقم (3) ؟
 الحل: (-1) رتبة N₂ = 1 (-2) H₂ = 1 (-3) س = K [N₂]¹ [H₂]¹ (-4) K = 0,01 (-5) س = 0,1 مول/لتر

للهمثال (12) : في التفاعل العام التالي الذي يتم عند درجة حرارة (100) كلفن :



وجد أنه عند مضاعفة تركيز A أربع مرات تضاعفت السرعة أربع مرات مع ثبوت تركيز B ، ولكن عند مضاعفة تركيز كل من A و B معاً ثلاث مرات تضاعفت السرعة 27 مرة ، أجب عما يلي :

- 1- ما رتبة المادة A ؟
 2- ما رتبة المادة B ؟
 3- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟
 4- إذا كان معدل سرعة تكون C = 0,3 مول/لتر.ث فما معدل اختفاء A ؟
 الحل : من خلال قانون التضاعف : (تضاعف السرعة) = (مضاعفت A)^x × (مضاعفت B)^y

$$(-1) (4) = (4) \times (1)^y$$

$$(-2) \text{ رتبة } B = 2 \quad (-3) \text{ س} = K [A]^1 [B]^2$$

$$(-4) \text{ معدل اختفاء } A = \frac{2}{3} \times \text{معدل سرعة تكون } C$$

$$\hookrightarrow \text{معدل سرعة اختفاء } A = \frac{2}{3} \times 0,3 = 0,2 \text{ مول/لتر.ث}$$

مثال (13) وزاري 2016 : اعتمادا على البيانات الواردة في الجدول الآتي للتفاعل الافتراضي : $2A + B \longrightarrow 3C$:
أجب عما يلي :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة استهلاك A مول/لتر.ث
1	0,1	0,1	$2 \cdot 10^{-2}$
2	0,2	0,2	$4 \cdot 10^{-2}$
3	0,2	0,4	$8 \cdot 10^{-2}$

- 1- ما رتبة التفاعل للمادة A ؟
- 2- ما رتبة التفاعل للمادة B ؟
- 3- ما قيمة ثابت السرعة K ؟
- 4- ما سرعة إنتاج المادة C في التجربة (3) ؟

مثال (14) في التفاعل التالي $2NO_{(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ ، تم جمع البيانات الآتية :

رقم التجربة	[NO] (مول/لتر)	[H ₂] (مول / لتر)	السرعة الابتدائية (مول/ لتر. ث)
1	0,2	0,12	6×10^{-4}
2	0,2	0,24	$1,2 \times 10^{-3}$
3	0,4	0,12	$2,4 \times 10^{-3}$

- أجب عما يلي :
- 1- جد قانون السرعة لهذا التفاعل ؟
 - 2- احسب قيمة K وما وحدته ؟
 - 3- كم مرة تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز H₂ ثلاث مرات وتركيز NO مرتين ؟

ورقة عمل رقم (1)

السؤال الأول :

في التفاعل الافتراضي التالي : $A_2 + B \longrightarrow 2AB$ ، تم الحصول على تغير تركيز A₂ مع الزمن كما يلي :

الزمن (ثانية)	[A ₂] مول/لتر
صفر	0,08
2	0,04
4	0,02

- 1- احسب سرعة استهلاك A₂ في الفترة الزمنية (4-2) ث ؟
- 2- ماذا تسمى سرعة التفاعل عند الزمن صفر ؟

السؤال الثاني :

في التفاعل : $2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$
 إذا كان معدل استهلاك NO = 0,12 مول/لتر.ث ، احسب معدل تكون N_2 ؟

السؤال الثالث :

للتفاعل التالي $A + 2B \longrightarrow C + 3D$ تم تسجيل البيانات الموضحة في الجدول ، ادرسه ثم أجب عن الاسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	سرعة استهلاك A مول/لتر.ث
١	٠,٢	٠,١	$١,٧ \times ١٠^{-٢}$
٢	٠,٢	٠,٣	$٥,١ \times ١٠^{-٢}$
٣	٠,٤	٠,٣	$٢,٠٤ \times ١٠^{-٢}$

١- ما رتبة المادة A ؟

٢- ما رتبة المادة B ؟

٣- أكتب قانون سرعة التفاعل ؟

٤- احسب قيمة ثابت السرعة K مع ذكر وحدته ؟

٥- إذا علمت أن سرعة استهلاك A (١×١٠^{-٢} مول/لتر.ث) ، فما سرعة إنتاج المادة D ؟

السؤال الرابع :

في التفاعل $2A + 3B \longrightarrow A_2B_3$ وجد أن مضاعفة تركيز A ثلاث مرات أدت إلى مضاعفة سرعة التفاعل ثلاث مرات ، وأن مضاعفة تركيز كل من A ، B معاً بمقدار مرتين لكل منهما أدت الى مضاعفة سرعة التفاعل 8 مرات :

١- احسب رتب A ، B ؟

٢- إذا كانت سرعة التفاعل = 3,2 مول/لتر.ث ، عندما $[B] = [A] = 0,2$ مول/لتر ، احسب K ؟

الفصل الثاني : العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

١- تراكيز المواد المتفاعلة

٢- طبيعة المواد المتفاعلة (مساحة سطح المواد المتفاعلة)

٣- درجة الحرارة

٤- العوامل المساعدة

☑ ملاحظة : في التفاعلات الغازية فإن زيادة الضغط (أي نقصان الحجم) يزيد من سرعة التفاعل .

أولاً : تركيز المواد المتفاعلة :

العلاقة بين سرعة أي تفاعل وتركيز المواد المتفاعلة هي علاقة طردية دائماً: أي كلما زاد تركيز المواد المتفاعلة فإن سرعة التفاعل تزداد ، وكلما قل تركيز المواد المتفاعلة فان سرعة التفاعل تقل .

سؤال : ما سبب زيادة سرعة التفاعل بزيادة تراكيز المواد المتفاعلة؟
بسبب زيادة عدد جزئيات المواد المتفاعلة مما يزيد من فرص تصادمها معاً فتزداد سرعة التفاعل.

ثانياً طبيعة المواد المتفاعلة (مساحة سطح المواد المتفاعلة المعرضة للتفاعل) :

إن الحالة الفيزيائية للمادة تؤثر في سرعة التفاعل فالمحاليل المائية تتفاعل معاً بسرعة أكبر من المواد الصلبة وكما سحقت المادة الصلبة إلى مساحيق ناعمة كلما زادت سرعة التفاعل .

□ برادة الحديد تصدأ بشكل أسرع من نفس الكمية من سلك الحديد معرض للهواء والرطوبة .

◀ علل : علل تحترق نشارة الخشب بسرعة أكبر من قطعة الخشب بنفس الكتلة ؟

☞ لأن **مساحة السطح** بين نشارة الخشب والأوكسجين **أكبر** من الحالة الأخرى وتكون سرعة التفاعل أعلى .

ملاحظة : الغاز < السائل < الصلب ، من حيث السرعة .

والمسحوق (البودرة) أسرع من البلورات .

ثالثاً درجة الحرارة :

إن زيادة درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي وهذا واضح عند التعامل مع المواد الغذائية فنحن نزيد من سرعة تتفاعل أثناء الطبخ ونقل من سرعة التفاعل عند وضع المادة الغذائية في الثلاجة حيث تقل درة الحرارة ، وإن التفاعلات حينها سواء كانت ماصة أم طاردة للحرارة فإن سرعة التفاعل تزداد بزيادة درجة الحرارة ، ويمكن مشاهدة أثر درجة الحرارة عند إضافة اليود إلى محلول النشا حيث يظهر اللون الأزرق عند تسخين المحلول أسرع من وضع قطع من الثلج حول الإناء.

◀ أما تفسير الحالات السابقة (التركيز ، مساحة السطح ، درجة الحرارة) فيتم عن طريق نظرية التصادم !

نظرية التصادم

◀ ما هي فروض نظرية التصادم ؟

- 1- أن يحدث تصادم بين دقائق المواد المتفاعلة
- 2- سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع عدد التصادمات الحاصلة بين دقائق المواد المتفاعلة في وحدة الزمن
- 3- أن يكون التصادم فعال

◀ ما هي شروط التصادم الفعال ؟

- 1- أن يكون اتجاه التصادم مناسب
- 2- أن تمتلك الجزيئات المتصادمة حد أدنى من الطاقة يكفي لكسر الروابط في المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة تؤدي إلى تكوين النواتج عند اصطدامها يطلق عليها اسم طاقة التنشيط .

فسر : أثر زيادة تركيز المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل حسب نظرية التصادم ؟

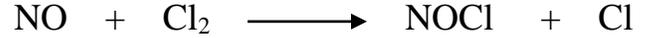
☞ لأنه كلما زاد التركيز كلما زادت عدد الجزيئات وبالتالي تزداد عدد التصادمات وبالتالي تزداد سرعة التفاعل .

فسر : أثر زيادة مساحة سطح المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل حسب نظرية التصادم ؟

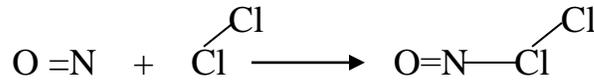
☞ لأنه كلما زادت مساحة السطح المعرضة للتفاعل كلما زادت عدد الجزيئات المتصادمة وبالتالي تزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل .

- س : ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل :
- 1- تركيز المواد المتفاعلة
 - 2- طبيعة المادة المتفاعلة
 - 3- مساحة سطح المواد المتفاعلة في الحالة الصلبة
 - 4- درجة الحرارة
- س) فسرتفاعل الصوديوم اسرع من المغنيسيوم مع الماء ؟
تختلف طبيعة المادة وفق

□ والآن نوضح التصادم الفعال الذي يؤدي الى تكوين نواتج ، ففي التفاعل التالي :



يكون التصادم الصحيح بين جزيئات المواد المتفاعلة كالتالي :



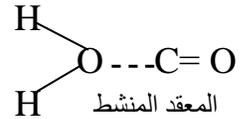
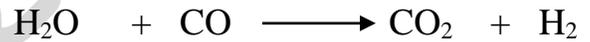
يجب أن تصدم ذرة النيتروجين المركزية مع ذرة الكلور ليتكون تصادم فعال يؤدي الى تكوين نواتج .

بالتالي المعقد المنشط :

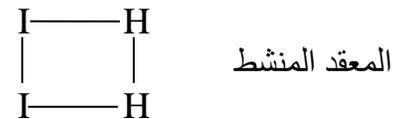


□ ملاحظة : التصادم الفعال هو نفسه المعقد المنشط .

سؤال : وزراي 2011 : ارسم التصادم الفعال (المعقد المنشط) في التفاعل التالي :



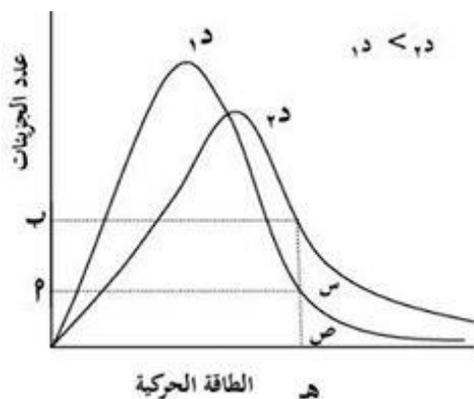
مثال(1): ارسم التصادم الفعال في التفاعل التالي :



مثال(2): أرسم المعقد المنشط للتفاعل التالي :



* من خلال فرضيات نظرية التصادم كيف يمكن تفسير أثر درجة الحرارة على سرعة التفاعل؟
عند زيادة درجة الحرارة فإن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط أو أعلى يزداد وبالتالي يزداد عدد التصادمات التي تؤدي إلى تفاعل (فعال) وهذا يزيد من سرعة التفاعل .
درست من خلال فرضيات نظرية الحركة الجزيئية أن تتوزع الطاقة الحركية على الجزيئات ينسجم مع منحنى ماكسويل-بولتزمان ، وأن معدل الطاقة الحركية للجزيئات يزداد بازدياد درجة الحرارة .



- (أ) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط عند د 1 (ب) عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط عند د 2
 (س) المساحة المحصورة تحت د 2 ، تمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط أو أعلى منها عند د 2
 (ص) المساحة المحصورة تحت د 1 ، وتمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط أو أعلى منها عند د 1
 (هـ) طاقة التنشيط (Ea)

□ ملاحظات :

- 1- العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل علاقة عكسية
- 2- كل تفاعل كيميائي له طاقة تنشيط خاصة به
- 3- طاقة التنشيط لا تتأثر بدرجة الحرارة .

العلاقة بين طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل

تقسم التفاعلات حسب التغير في المحتوى الحراري الى قسمين هما :

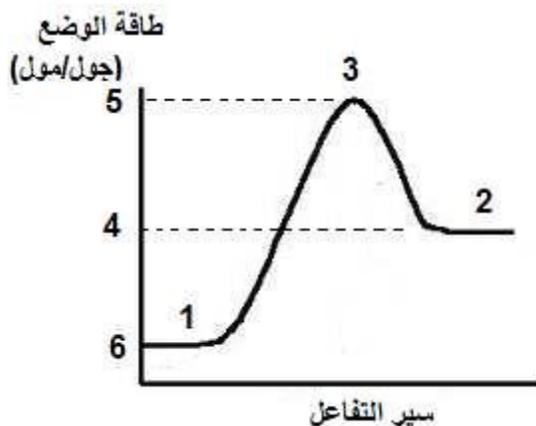
- 1- تفاعل ماص للطاقة
- 2- تفاعل طارد للطاقة

أولاً - التفاعل الماص للطاقة :

هو التفاعل الذي يحتاج الى طاقة حتى يتم وتكتب كلمة طاقة مع المواد المتفاعلة أو رقماً أو كتابة كما يلي :

$$2AB + 40 \text{ كيلوجول/مول} \longrightarrow A_2 + B_2 \quad \text{أو} \quad 2AB + \text{طاقة} \longrightarrow A_2 + B_2$$

ملاحظة : الرقم 40 كيلوجول/مول يمثل التغير في المحتوى الحراري .
 التغير في المحتوى الحراري $H\Delta =$ طاقة الوضع الناتج - طاقة وضع المتفاعلات
 $H =$ نواتج - H متفاعلات



□ لاحظ في الشكل المجاور :

- (1) المواد المتفاعلة
- (2) المواد الناتجة
- (3) المعقد النشط
- (4) طاقة وضع المواد الناتجة
- (5) طاقة وضع المعقد النشط
- (6) طاقة وضع المواد المتفاعلة

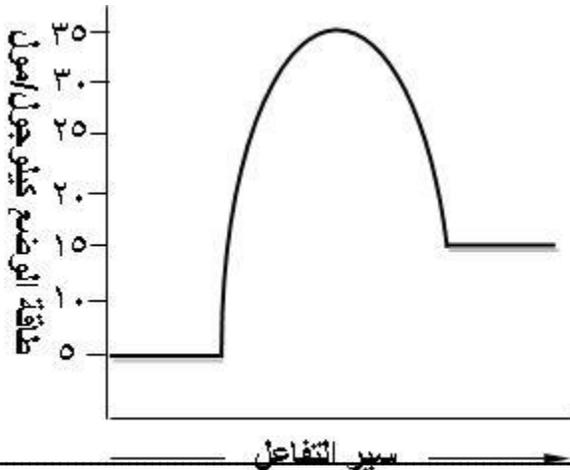
ملاحظات :

- ✓ طاقة تنشيط التفاعل الأمامي أكبر من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي .
- ✓ طاقة وضع المواد الناتجة أكبر من طاقة وضع المواد المتفاعلة .
- ✓ ΔH : تكون موجبة لأن الطاقة المخزونة في المواد الناتجة أكبر من الطاقة المخزونة في المواد المتفاعلة (كبير - صغير = موجب)

- ✓ طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = طاقة التنشيط للتفاعل العكسي + ΔH .
- ✓ طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = طاقة وضع المعقد النشط - طاقة وضع المتفاعلات
- ✓ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي - ΔH .
- ✓ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = طاقة وضع المعقد النشط - طاقة وضع النواتج .
- ΔH = نواتج - متفاعلات

*** ΔH اما موجبة وتعني تفاعل ماص للطاقة , واما سالبة وتعني تفاعل طارده للطاقة.

مثال (1) : أدرس منحنى تفاعل ما ثم أجب عن الاسئلة التي تليه :



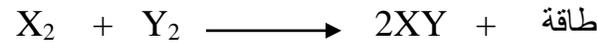
- 1- ما قيمة طاقة وضع المعقد النشط ؟
- 2- ما قيمة طاقة وضع النواتج ؟
- 3- ما قيمة طاقة وضع المتفاعلات ؟
- 4- احسب مقدار التغير في المحتوى الحراري ΔH ؟
- 5- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي ؟
- 6- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ؟

الحل :

35(-1) 15(-2) 5(-3) 10(-4) 30(-5) 20(-6)

التفاعل الطارد للطاقة : هو التفاعل الذي يرافقه انبعاث طاقة ويمكن التعبير عنه كما يلي في المعادلة الافتراضية :

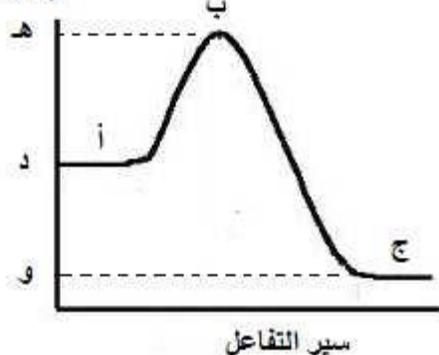
ثانيا



حيث ان $\Delta H = -30$ كيلوجول/مول (لاحظ أن الإشارة سالبة)

طاقة الوضع

(كيلوجول/مول)



✓ لاحظ الشكل المجاور :

ΔH = سالبة (و - د)

(كبير - صغير)

طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = طاقة التنشيط الأمامي + ΔH

* طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = طاقة التنشيط العكسي - ΔH

* طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = ه - د .

* طاقة التنشيط للتفاعل العكسي = ه - و .

* ΔH = طاقة التنشيط للتفاعل العكسي - طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي .

* $\Delta H =$ و - د

للمثال (2) : في التفاعل الآتي : حرارة $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$:
إذا علمت أن : طاقة الوضع للمواد المتفاعلة = 150 كيلو جول ، طاقة الوضع للمواد الناتجة = 60 كيلو جول .
طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي = 20 كيلو جول ، أجب عما يأتي :

- 1- ما قيمة $H\Delta$ للتفاعل ؟
 - 2- ما قيمة طاقة الوضع للمعقد المنشط ؟
 - 3- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟
 - 4- هل التفاعل طارد أو ماص للطاقة ؟
 - 5- ما أثر رفع درجة الحرارة على سرعة التفاعل العكسي ؟ (تزداد ، تبقى ثابتة ، تقل) ؟
 - 6- ما أثر زيادة ضغط كل من N_2 و H_2 على سرعة إنتاج NH_3 ؟ (تزداد ، تبقى ثابتة ، تقل) ؟
- الحل :

1- $H\Delta$ = طاقة وضع المواد الناتجة - طاقة وضع المواد المتفاعلة

$H\Delta = 60 - 150 = -90$ كيلو جول

2- طاقة وضع المعقد المنشط = طاقة وضع المواد المتفاعلة + E_a أمامي

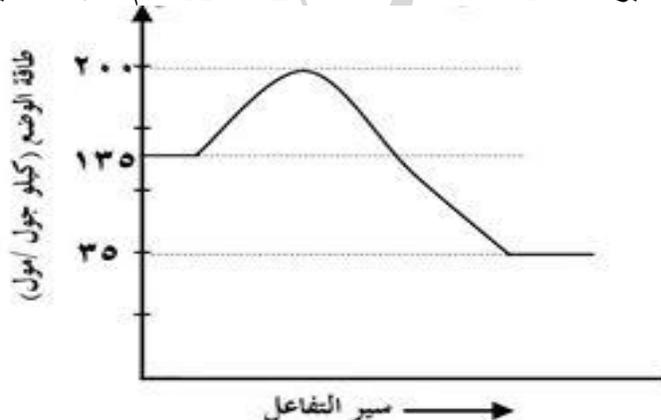
طاقة وضع المعقد المنشط = $150 + 20 = 170$ كيلو جول

3- E_a عكسي = طاقة معقد منشط - طاقة وضع النواتج

E_a عكسي = $170 - 60 = 110$ كيلو جول

4- (طارد للطاقة)
5- (تزداد)
6- (تزداد)

للمثال (3) : الشكل التالي يمثل مخطط سير التفاعل $A + B \longrightarrow C$ ، ثم أجب عما يليه :



1- احسب قيمة المحتوى الحراري ($H\Delta$) ؟

2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي ؟

3- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ؟

4- هل التفاعل طارد أم ماص ؟

الحل :

1- (100-) كيلو جول/مول 2- 65 كيلو جول/مول 3- 165 كيلو جول/مول 4- طارد

□ ما العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل ؟

علاقة عكسية كلما زادت طاقة التنشيط قلت سرعة التفاعل .

* ماذا يحدث لطاقة التنشيط بزيادة درجة الحرارة ؟ لا تتأثر طاقة التنشيط بزيادة درجة الحرارة بل إن عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط عالية تزداد .

رابعاً العوامل المساعدة :

يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين $2H_2O_2$ إلى ماء وأوكسجين حسب المعادلة $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ وهو بطيء في درجات الحرارة العادية ويمكن تتبع التفاعل بجمع كمية الأوكسجين الناتج وقد ثبت بالتجربة أن جمع (50مل) من الأوكسجين يستغرق ما يقارب من (500 يوم) ولكن عند إضافة (1غ) من مادة أوكسيد المنغنيز $(MnO_2)(IV)$ أو مادة يوديد البوتاسيوم (KI) إلى فوق أوكسيد الهيدروجين في درجات الحرارة العادية فإنه يمكن جمع نفس الكمية من الأوكسجين في دقائق معدودة دون تأثير كتلة (MnO_2) المضافة .

☞ وضع المقصود بالعامل المساعد ؟

☞ هو مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك في أثناء التفاعل .

☞ لماذا نستخدم العوامل المساعدة ؟

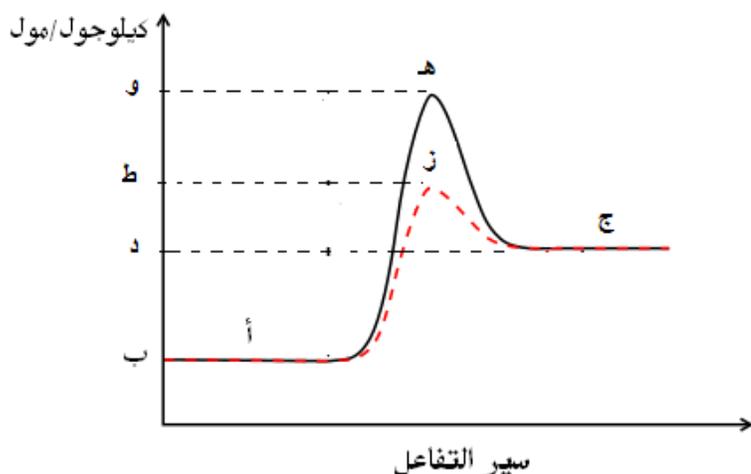
☞ لتقليل زمن التفاعل وزيادة سرعة الإنتاج عن طريق تقليل طاقة التنشيط للتفاعل

□ آلية عمل الأنزيم في التفاعل :

◀ E_a : تمثل طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بدون وجود العامل المساعد

◀ E_a^* : تمثل طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد

طاقة الوضع



☑ لاحظ الشكل التالي :

أدرس المنحنى التالي ثم اذكر ما تشير اليه الرموز المبينة :

أ- المتفاعلات

ب- طاقة وضع المتفاعلات

ج- النواتج

د- طاقة وضع النواتج

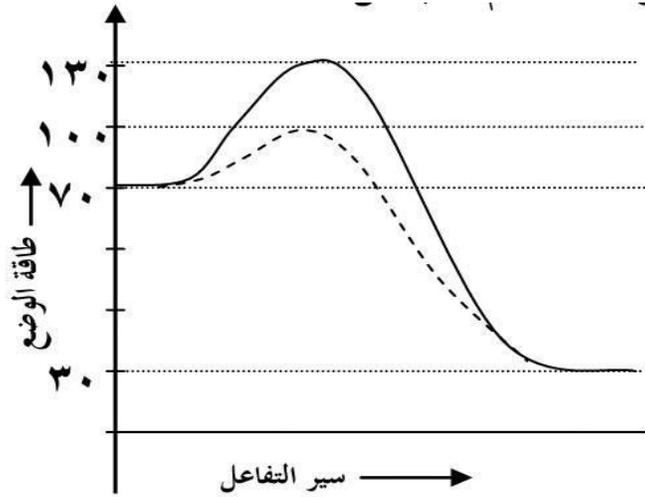
هـ- المعقد المنشط بدون عامل مساعد

و- طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد

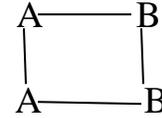
ط- طاقة وضع المعقد المنشط باستخدام عامل مساعد

ز- المعقد المنشط باستخدام عامل مساعد

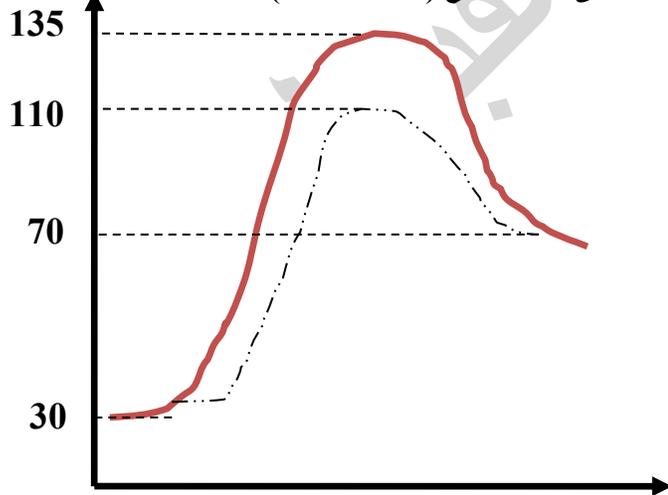
مثال (4) : الشكل التالي يمثل منحنى طاقة وضع التفاعل $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$ أدرسه جيدا ثم أجب عما يليه :



- 1- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بدون عامل مساعد ؟ $60 = 70 - 130$
- 2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي مع عامل مساعد ؟ $70 = 30 - 100$
- 2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الامامي مع عامل مساعد ؟ $30 = 70 - 100$
- 4- ما قيمة طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد ؟ 130
- 5- احسب قيمة المحتوى الحراري $H\Delta$ ؟ $40 = 70 - 30$
- 6- ارسم المعقد المنشط ؟



مثال (5) : للتفاعل $NO + Cl_2 + \text{حرارة} \longrightarrow NOCl + Cl$ ادرس منحنى طاقة الوضع (كيلو جول/مول) خلال سير التفاعل :



- 1- ما قيمة كل :
 - (أ) طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بدون عامل مساعد؟
 - (ب) طاقة المعقد المنشط بوجود عامل مساعد؟
 - (ج) التغير في المحتوى الحراري ؟
 - (د) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد؟
- 2- هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة ؟
- 3- ما أثر إضافة العامل المساعد على طاقة وضع النواتج ؟

مثال (6) : إذا كانت قيم الطاقات (كيلو جول/مول) لتفاعل ما هي :
المواد المتفاعلة (40) ، $H\Delta$ للتفاعل (-75) ، طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بعدم وجود العامل المساعد (135)

مقدار النقصان في المعقد المنشط عند استخدام العامل المساعد (30) جد :

- أ- قيمة طاقة وضع المواد الناتجة ؟
ب- قيمة طاقة وضع المعقد المنشط بوجود عامل مساعد ؟
ج- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد ؟
د- ما أثر العامل المساعد في طاقة وضع المعقد المنشط ؟

الحل :

أ- (35) كيلو جول/مول ب- 70 كيلو جول/مول ج- 30 كيلو جول/مول د- يقل

مثال (7) : للتفاعل التالي $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$ باستخدام العامل المساعد ودون استخدام العامل المساعد :
إذا علمت :

- طاقة وضع النواتج = ٤٣ كيلو جول/مول
- المحتوى الحراري = -٥٧ كيلو جول/مول
- مقدار الانخفاض في طاقة المعقد المنشط = ١٥ كيلو جول/مول
- طاقة وضع المعقد المنشط دون استخدام العامل المساعد = ١٦٠ كيلو جول/مول

أجب عما يلي :

- ١- ما قيمة طاقة وضع المتفاعلات ؟
- ٢- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي باستخدام العامل المساعد ؟
- ٣- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون استخدام العامل المساعد ؟
- ٤- أرسم بناء المعقد المنشط للتفاعل ؟
- ٥- أيهما أسرع تكون HF أم تفككه ؟
- ٦- ما أثر إضافة العامل المساعد على المحتوى الحراري ΔH (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة) ؟

مثال (8) : في التفاعل الافتراضي التالي : $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$ + 40 كيلو جول/مول
إذا علمت :

- ❖ طاقة وضع النواتج = 20 كيلو جول/مول
 - ❖ طاقة وضع المعقد المنشط بوجود عامل مساعد = 90 كيلو جول/مول
 - ❖ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد = 110 كيلو جول/مول
- 1- ما قيمة طاقة وضع المتفاعلات (2- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد ؟
 - 3- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد ؟ (4- ما قيمة طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد؟
- الحل () :
- (-1) 60 (-2) 30 (-3) 70 (-4) 130

مثال (9) : اعتمادا على الجدول التالي الذي يبين قيم الطاقة لسير تفاعل ما بوجود عامل مساعد وبدونه ، أجب عما يليه :

طاقة التنشيط		طاقة وضع المعقد المنشط	طاقة الوضع		سير التفاعل
العكسي	الأمامي		المواد الناتجة	المواد المتفاعلة	
م	ن	150	15	60	وجود عامل مساعد
175	ل	ص	15	س	بدون عامل مساعد

أجب عما يلي :

- 1- هل التفاعل طارد أم ماص ؟
- 2- أيهما أسرع التفاعل الأمامي أم العكسي ؟
- 3- إحسب قيمة المحتوى الحراري ΔH ؟
- 4- ما قيمة كل من الرموز التالية : س ، ص ، ن ، ل ، م ؟

الحل :

ا- طارد 2- الأمامي 3- (45-) 4- س : 60 ، ص : 190 ، ن : 90 ، ل : 130 ، م : 135

مثال (10) : في التفاعل الافتراضي التالي الذي يتم عند درجة حرارة معينة :-



واجب

إذا علمت أن :

- ❖ المحتوى الحراري للتفاعل = 35 كيلو جول/مول
- ❖ طاقة وضع المعقد المنشط بوجود عامل مساعد = 115 كيلو جول/مول
- ❖ طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد = 70 كيلو جول/مول
- ❖ طاقة وضع المواد الناتجة = 55 كيلو جول/مول

أجب عما يلي :

- 1- ما هي قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة ؟
- 2- ما هي قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود العامل المساعد ؟
- 3- ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود العامل المساعد ؟
- 4- ما هو النقص في طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي نتيجة استخدام العامل المساعد ؟
- 5- ما أثر العامل المساعد على طاقة وضع النواتج (تقل ، تزداد ، تبقى ثابتة) ؟
- 6- أرسم التصادم الفعّال للتفاعل ؟

الحل:

ملخص التفاعلات الطاردة والماصة للطاقة

علاقة طاقة التنشيط بالتغير في المحتوى الحراري للتفاعل ΔH

(H: طاقة الوضع "جول أو كيلو جول")



ملخص هام جداً :

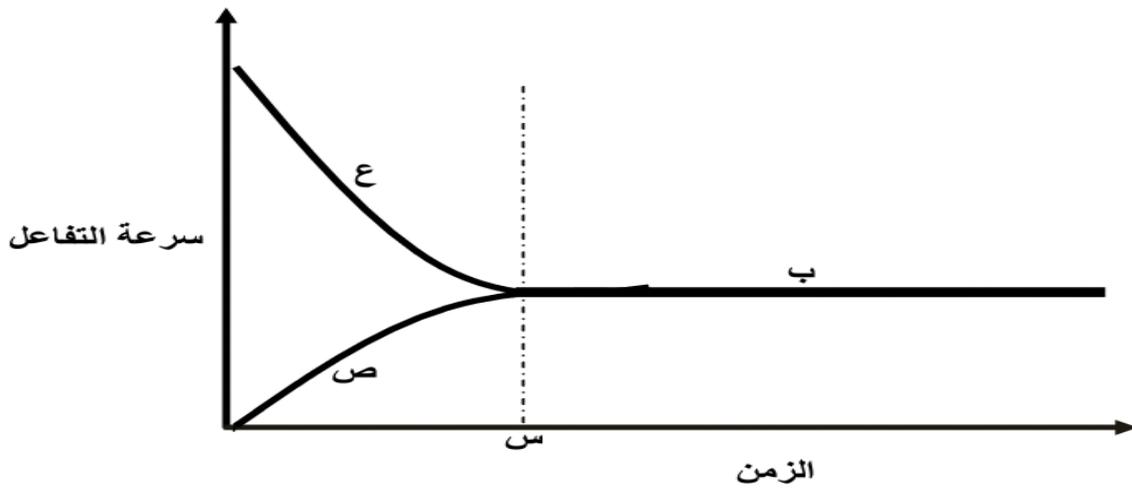
التأثير في	استخدام العامل المساعد	زيادة درجة الحرارة
المحتوى الحراري للتفاعل	تبقى ثابتة	تبقى ثابتة
طاقة وضع المتفاعلات	تبقى ثابتة	تبقى ثابتة
طاقة وضع النواتج	تبقى ثابتة	تبقى ثابتة
طاقة وضع المعقد النشط	تقل	تبقى ثابتة
طاقة التنشيط (أمامي ، عكسي)	تقل	تبقى ثابتة
زمن التفاعل	يقل	يقل
وضع الاتزان	يبقى ثابت	يبقى ثابت
عدد التصادمات الفعالة	يزداد	يزداد
سرعة التفاعل (أمامي، عكسي)	يزداد	تزداد

الإتزان الديناميكي

هو عبارة عن وصف لسير التفاعل عندما تتساوى فيه سرعتي التفاعل الأمامي والعكسي .

❖ يوصف التفاعل بأنه متزن اذا احتوت المعادلة الكيميائية على سهمين متعاكسين كالتالي \rightleftharpoons وبهذا فإن التفاعل المنعكس (المتزن) : هو التفاعل الذي يسير في اتجاهين أمامي وعكسي حيث تتحول المواد المتفاعلة فيه الى مواد ناتجة وبعد فترة زمنية تتحول المواد الناتجة الى مواد متفاعلة .

سؤال : من خلال دراستك للشكل المجاور الذي يبين كيف تتغير سرعة التفاعل الامامي والعكسي مع الزمن للوصول الى وضع الاتزان :

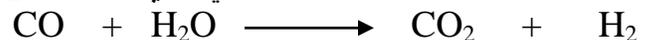


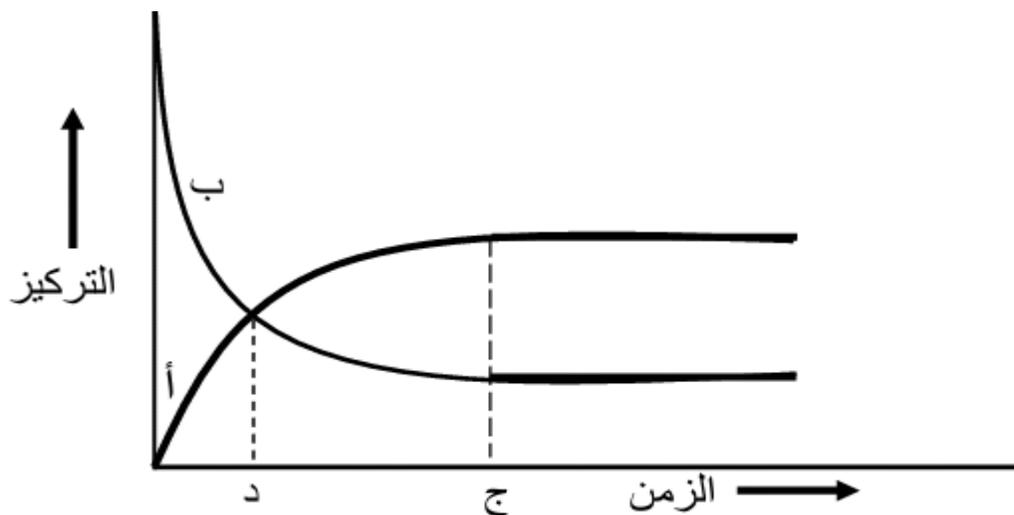
- 1- الى ماذا تشير الرموز ع ، ص ، س ، ب ؟
- 2- هل يمكن أن تكون سرعة التفاعل الأمامي صفر ؟
- 3- ماذا يحصل لسرعة التفاعل الأمامي مع الزمن ولماذا ؟
- 4- ماذا يحصل لسرعة التفاعل العكسي مع مرور الزمن ولماذا؟

للحل :

- 1- ع : سرعة التفاعل الأمامي
ص : سرعة التفاعل العكسي
س : الزمن اللازم للوصول الى وضع الاتزان
ب : وضع الاتزان (حالة الإتزان)
- 2- لا ، تكون أعلى ما يمكن
- 3- تقل مع مرور الزمن ، لأن تركيز المواد المتفاعلة يقل مع الزمن
- 4- تزداد مع مرور الزمن ، لأن تركيز المواد الناتجة يزداد مع الزمن .

للأسؤال : من خلال دراستك للشكل التالي الذي يبين منحنى العلاقة بين تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة للتفاعل التالي :





للحل أجب عما يلي :

- 1- إلى ماذا تشير الرموز (أ ، ب ، ج ، د) ؟
- 2- ماذا يحصل لتراكيز المواد المتفاعلة قبل الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 3- ماذا يحصل لتراكيز المواد المتفاعلة بعد الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 4- ماذا يحصل لتراكيز المواد الناتجة قبل الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 5- ماذا يحصل لتراكيز المواد الناتجة بعد الوصول إلى وضع الاتزان ؟
- 6- هل تتساوى تراكيز المواد المتفاعلة مع تراكيز المواد الناتجة عند الإتزان ؟
- 7- إذا كانت المواد المتفاعلة لا لون لها والناتجة حمراء اللون ما يحدث للون المحلول حتى الاتزان الديناميكي.

الحل :

- 1- أ- تراكيز المواد الناتجة ب- تراكيز المواد المتفاعلة ج- الزمن اللازم للوصول إلى وضع الاتزان د- الزمن الذي تتساوى عنده كل من تراكيز المتفاعلات والنواتج (تكون قبل الوصول إلى وضع الإتزان)
- 2- تقل 3- تثبت 4- تزداد 5- تثبت 6- لا . (تثبت التراكيز ولا تتساوى)
- 7- يبدأ ظهور اللون الأحمر تدريجياً وتثبت شدة اللون الأحمر عند الاتزان لأن تراكيز المواد الناتجة أعلى من المتفاعلة فتظهر صفات المواد الناتجة.

ملاحظات مهمة جداً :

للحل عند الإتزان :

- 1 سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي
- 2 تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة ولا تتساوى .
- 3 تراكيز المواد الناتجة تكون أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة
- 4 عند الإتزان لا يتوقف التفاعل بل يستمر في الإتجاهين الأمامي والعكسي بنفس السرعة ولهذا تثبت التراكيز .

أثر العامل المساعد في وضع الإتزان :

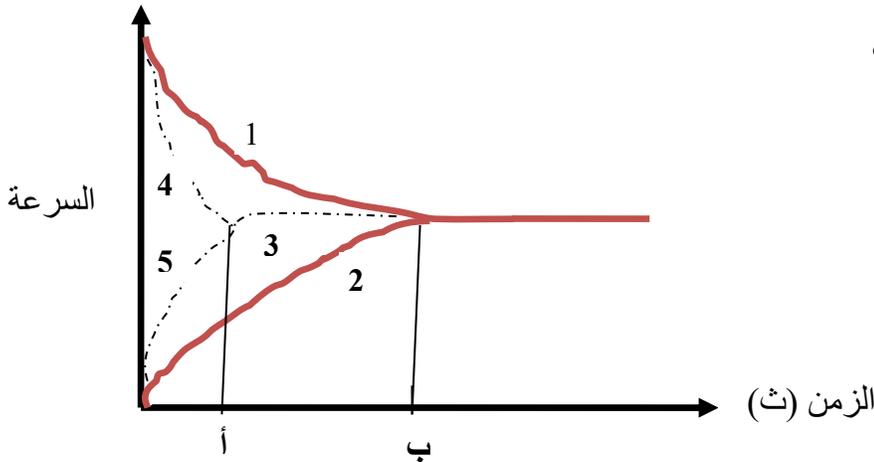
أن العامل المساعد يزيد من سرعة التفاعل الأمامي والعكسي عن طريق تقليل طاقة التنشيط في كلا الاتجاهين وفي التفاعلات المتزنة فإن العامل المساعد لا يؤثر في حالة الاتزان وإنما يزيد من سرعة التفاعل للوصول إلى حالة الاتزان أي أنه يقلل من

زمن الوصول إلى حالة الاتزان .

☑ من خلال دراستك للشكل التالي الذي يوضح اثر اضافة العامل المساعد وسرعة تفاعل متزن :

(-1) الى ماذا تشير الارقام (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5) ؟

(-2) الى ماذا تشير الرموز (أ ، ب) ؟



الحل :

(-1)

1- سرعة التفاعل الأمامي بدون عامل مساعد

2- سرعة التفاعل العكسي بدون عامل مساعد

3- حالة الإتزان بوجود عامل مساعد

4- سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد

5- سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد

(-2) أ- الزمن اللازم للوصول إلى الإتزان بوجود عامل مساعد

ب - الزمن اللازم للوصول إلى وضع الاتزان بدون عامل مساعد

☑ سؤال : فسر ثبات اللون البني عند وصول التفاعل الآتي إلى حالة الاتزان : $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ ؟
لأن سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي وتثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج .

**** تطبيقات حياتية :

تعمل الانزيمات على خفض طاقة التنشيط للتفاعلات وتسريع العمليات الحيوية وتنظيمها .

س: اذكر امثلة على انزيمات وعملها في جسم الانسان ؟

الحل : 1- انزيم الاميلز : يعمل على تحليل النشا الى سكريات ثنائية

2- الانزيمات الهاضمة : تفرزها المعدة وتساعد على هضم الطعام .

تعمل بعض المضادات الحيوية على تعطيل الانزيمات في اجسام مسببات الامراض مما يؤثر في بعض عملياتها الحيوية مسبب الموت لها .

دعاني لكم ابنائي واحبائي
الطالبة بالنجاح والتوفيق
الاستاذ بلال مقبول
هاتف
0797106370

**** لا تنسى عزيزي الطالب ان حل الاسئلة الوزارية خلف كل وحدة مقياس لمدى استيعابك ****

الاستاذ بلال سعدي مقبول

(وما توفيقى إلا بالله)

0797106370

الحموض والقواعد

الفصل الأول : مفاهيم متعلقة بالحموض والقواعد

◀ صفات الحموض :

☑ ذات طعم حمضي ☑ كاوية حارقة للجلد ☑ محاليلها موصلة للتيار الكهربائي ☑ تؤثر على ورقة تباع الشمس الزرقاء

◀ صفات القواعد :

☑ ذات طعم مر لاذع ☑ كاوية حارقة للجلد ☑ محاليلها موصلة للتيار الكهربائي ☑ تؤثر على ورقة تباع الشمس الحمراء

أهم تعريفات الحموض والقواعد :

■ مفهوم أرهينيوس.

■ مفهوم برونستد - لوري .

■ مفهوم لويس .

مفاهيم الحموض والقواعد :

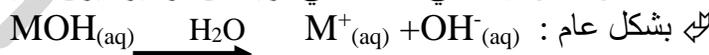
أولاً

حمض أرهينيوس : هي المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروجين (H^+) عند إذابتها في الماء .



- $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cl}^{-} + \text{H}^{+}$
- $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NO}_3^{-} + \text{H}^{+}$
- $\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{ClO}_4^{-} + \text{H}^{+}$
- $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^{+} + \text{CH}_3\text{COO}^{-}$

قاعدة أرهينيوس : هي المادة التي تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد (OH^{-}) عند إذابتها في الماء .



⚠ **لاحظ :** الحمض يعمل على زيادة تركيز H^+ عند إذابته في الماء ، والقاعدة تعمل على زيادة تركيز OH^{-} عند إذابتها في الماء .

أهمية مفهوم أرهينيوس

☑ استطاع التمييز بين الحموض القوية والحموض الضعيفة :

الحموض القوية : وهي الحموض التي تتأين (تتفكك كلياً) عند إذابتها في الماء .

يعبر عن معادلة تأين الحمض القوي بسهم



لحموض الضعيفة : وهي الحموض التي تتأين جزئياً عند إذابتها في الماء



☑ استطاع التمييز بين القواعد القوية والقواعد الضعيفة :

لقواعد القوية : وهي القواعد التي تتأين (تتفكك) كلياً عند إذابتها في الماء .

عبر عن معادلة تأين القاعدة القوية بسهم
□ أمثلة على القواعد القوية : NaOH , KOH , LiOH , Ba(OH)_2 , Ca(OH)_2 ,

■ أوجه القصور في مفهوم أرهينيوس :

① اقتصرت مفاهيمه للحموض والقواعد على المحاليل المائية فقط .

② لم يفسر السلوك القاعدي للأمونيا (NH_3) .

③ لم يفسر سلوك الأملاح الحمضي أو القاعدي مثل : NaNO_2 , NH_4Cl , CH_3COONa ,

والتي لا تحتوي على H^+ أو OH^-

أيون الهيدرونيوم H_3O^+

☞ لا يوجد أيون الهيدروجين H^+ منفرداً؟!
السبب : لأن أيون الهيدروجين متناه الصغر ، ذو كثافة كهربائية موجبة عالية جداً ، لذا يرتبط أيون الهيدروجين مع الماء
برابطة تناسقية مكوناً أيون الهيدرونيوم .



ثانياً

مفهوم برونستد – لوري للحموض والقواعد والازواج المترافقة :

حمض برونستد – لوري : هو مادة (جزيئات أو ايونات) القادرة على منح بروتون H^+ لمادة أخرى في التفاعل .

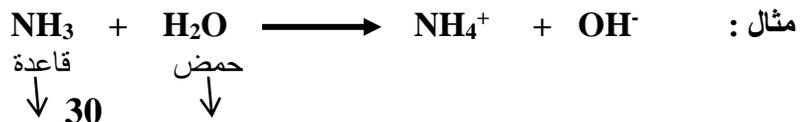
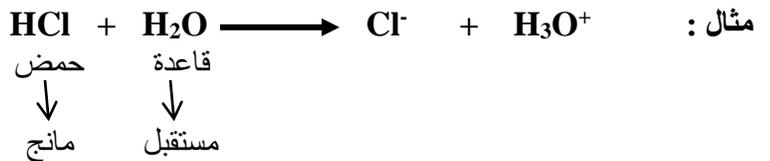
((مانح للبروتون))

قاعدة برونستد – لوري : هي المادة (جزيئات أو ايونات) القادرة على استقبال البروتون H^+ عند تفاعلها مع غيرها

((مستقبل للبروتون))

للمنقطة هامة :

① تشمل تفاعلات برونستد- لوري على أحماض وقواعد ② يتم نقل بروتون واحد فقط من الحمض إلى القاعدة



مانح مستقبل



مثال :

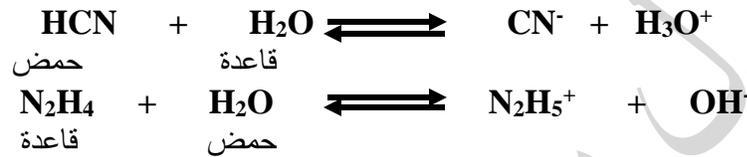
◀ نقاط مهمة جداً :

① تمثل الأيونات الموجبة (أحماض) مثل : $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$, CH_3NH_3^+ , N_2H_5^+ , NH_4^+

② تمثل الأيونات السالبة التي لا تحتوي هيدروجين (قواعد) مثل : PO_4^{3-} , S^{2-} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Br^- , NO_3^- , CN^-

③ بعض المواد تسلك سلوك الحمض في تفاعلات وسلوك القاعدة في تفاعلات أخرى تدعى الامفوتيرية :

أ- الماء



ب- الأيونات السالبة التي تحتوي هيدروجين مثل : HS^- , HSO_4^- , HCO_3^- : * ما عدا : HCOO^- (قاعدة)



سؤال : أدرس المعادلات الآتية ، ثم حدد الحمض والقاعدة وفق مفهوم برونستد - لوري ؟

- ① $\text{HNO}_2 + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{HBr}$
حمض قاعدة
- ② $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HF} \rightleftharpoons$
قاعدة حمض
- ③ $\text{NH}_4^+ + \text{N}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons$
حمض قاعدة
- ④ $\text{HS}^- + \text{CN}^- \rightleftharpoons$
حمض قاعدة
- ⑤ $\text{HBrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$
حمض قاعدة

◀ الأزواج المترافقة

لكل قاعدة حمض مرافق

لكل حمض قاعدة مرافقة

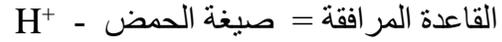
الحمض المرافق : هو المادة التي تنتج عن استقبال القاعدة للبروتون .

الحمض المرافق = صيغة القاعدة + H^+

سؤال : ما الحمض المرافق لكل من قواعد برونستد التالية :



القاعدة المرافقة : هو المادة الناتجة من منح الحمض للبروتون .



سؤال : ما القاعدة المرافقة لكل من الأحماض التالية :

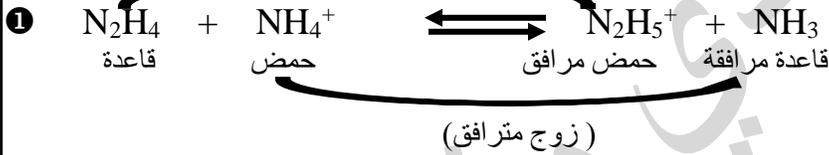


انتبه للإشارات عند كتابة الأزواج المترافقة لأن عدم وضع الإشارة يجعلك تخسر العلامة .

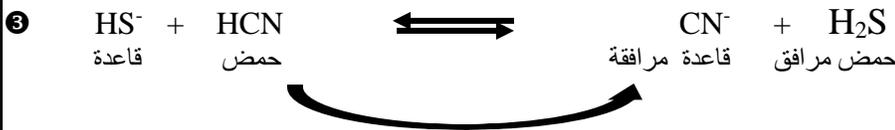
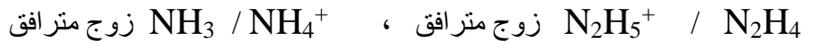
سؤال : ما صيغة القاعدة المرافقة لكل من الاحماض التالية ؟



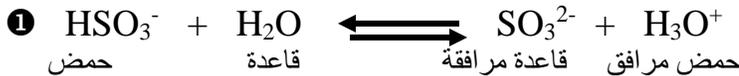
سؤال : حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل من التفاعلات التالية :
(زوج مترافق)

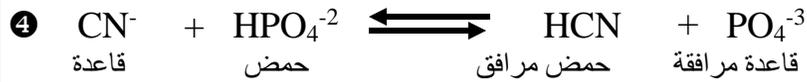
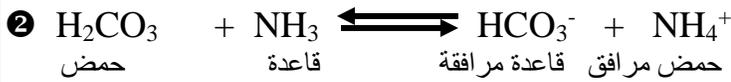


طريقة أخرى للحل :



سؤال : ادرس التفاعلات التالية ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة ؟





المواد الامفوتيرية هي تلك المواد التي تسلك كحمض او كقاعدة تبعا للظروف الموجودة في التفاعل مثل:
 HSO_3^- , HCO_3^-

رابعاً القوى النسبية للحموض والقواعد :

□ نقاط هامة :

- ✓ الحمض الأقوى يعطي القاعدة المرافقة الأضعف .
- ✓ الحمض الأضعف يعطي القاعدة المرافقة الأقوى .
- ✓ القاعدة الأقوى يعطي الحمض المرافق الأضعف .
- ✓ القاعدة الأضعف تعطي الحمض المرافق الأقوى .

☞ مثال : الجدول التالي يحتوي على أحماض مرتبة حسب قوتها :

HClO_4
HCl
H_2SO_4
HNO_3
HF
HCOOH
H_2CO_3

□ اعتمد على الجدول في الإجابة عن الأسئلة الآتية :

- 1- اكتب صيغة الحمض الأقوى؟ (HClO_4)
- 2- اكتب صيغة الحمض الأضعف؟ (H_2CO_3)
- 3- اكتب صيغة الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الأقوى؟ (H_2CO_3)

- 4- اكتب صيغة الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الأضعف؟ (HClO_4)
 5- أكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى ؟ (HCO_3^-)
 6- اكتب صيغة القاعدة المرافقة الأضعف ؟ (ClO_4^-)
 7- أي القواعد (NO_3^- أم F^-) هي الأقوى ؟ (F^-)

لا تنسى عزيزي الطالب ان التوفيق من الله فادعو الله كثيرا ثم
 خذ بالاسباب وضاعف جهودك فتعب هذه السنة تجني ثماره
 طوال حياتك انت وابنائك في المستقبل.



مثال : بالاعتماد على الجدول التالي الذي يحتوي على محاليل قواعد مرتبة حسب قوتها ، أجب عما يليه :

	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$
	CH_3NH_2
	NH_3
	N_2H_4
	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

- 1- أكتب صيغة القاعدة الأقوى ؟ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$)
 2- أكتب صيغة القاعدة الأضعف ؟ ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)
 3- أكتب صيغة الحمض المرافق الأضعف؟ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$)
 4- أكتب صيغة الحمض المرافق الأقوى ؟ ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$)

خامساً

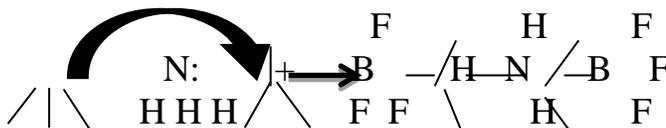
مفهوم لويس :

نحن نعلم ان الأساس الذي أعتمده العالمان برونستد-لوري هو انتقال البروتون H^+ من الحمض للقاعدة وهذا التعريف فسر الكثير من التفاعلات إلا أنه لم يستطيع تفسير بعض التفاعلات التي لا يرافقها انتقال بروتون H^+ مثل تفاعل الامونيا NH_3 مع BF_3 وكذلك تفاعل CO_2 مع الماء لتكوين حمض H_2CO_3 .

- ❖ حمض لويس : هي المادة القادرة على استقبال زوج من الإلكترونات غير الرابطة من مادة أخرى لاحتواها افلاك فارغة .
- ❖ قاعدة لويس : هي المادة القادرة على منح زوج من الإلكترونات الى مادة أخرى (لديها أزواج من الإلكترونات غير رابطة)

يمكن توضيح تفاعل الامونيا NH_3 مع فلوريد البورون BF_3 والتي ترتبط فيما بينها بـ رابطة تناسقية كالتالي :

الرابطة التناسقية: هي رابطة تنشأ بين ذرتين أحدهما يمتلك زوج من الإلكترونات غير الرابطة والذرة الأخرى تمتلك فلك فارغ أو أكثر.



- الجزيء NH_3 يمتلك زوجاً من الإلكترونات غير المرتبطة، وعليه فإنه يكون قادر على منح زوج من الإلكترونات: لذا يعد قاعدة لويس.
- الجزيء BF_3 يحتوي على فلك فارغ لذا يستقبل زوج من الإلكترونات: لذا يعد حمض لويس.

◀◀ حموض لويس تشمل :

- 1- مركبات عنصر البريليوم (Be) مثل: $\text{BeBr}_2, \text{BeCl}_2, \text{BeF}_2, \text{Be(OH)}_2, \text{BeH}_2$
 - 2- مركبات عنصر البورون (B) مثل: $\text{BCl}_3, \text{B(OH)}_3, \text{BH}_3, \text{BF}_3$
 - 3- الأكاسيد اللافلزية: $\text{CO}, \text{CO}_2, \text{NO}, \text{NO}_2, \text{SO}_2, \text{SO}_3$
 - 4- الأيونات الفلزية الموجبة: $\text{Fe}^{+3}, \text{Zn}^{+2}, \text{Ag}^+, \text{Cu}^{+2}, \text{Au}^{+3}, \text{Na}^+, \text{Co}^{+3}$
- وكذلك أحماض أرهينيوس وأحماض برونستد لوري تعتبر أيضاً أحماض لويس: $\text{HBr}, \text{HClO}_4, \text{HF}$... الخ

◀◀ قواعد لويس تشمل :

- 1- مركبات الأكسجين: مثل $\text{Cl}_2\text{O}, \text{OF}_2, \text{H}_2\text{O}$
 - 2- مركبات النيتروجين: مثل $\text{N}_2\text{H}_4, \text{CH}_3\text{NH}_2, \text{NF}_3, \text{NCl}_3, \text{NH}_3$
 - 3- مركبات الفسفور: مثل $\text{PBr}_3, \text{PF}_3, \text{PCl}_3, \text{PH}_3$
 - 4- الأيونات السالبة: $\text{O}^{2-}, \text{I}^-, \text{Br}^-, \text{CN}^-, \text{OH}^-$
 - 5- أكاسيد فلزية: $\text{CaO}, \text{BaO}, \text{Na}_2\text{O}$
- ملاحظات هامة: 1- الأيونات الموجبة حموض لويس غالباً مثل $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$
2- الأيونات السالبة تعتبر من قواعد لويس مثل CN^-
3- الماء يعتبر قاعدة لويس إلا إذا وجد ما ينفي ذلك مثل وجود سالب
4- مركبات B(OH)_3 يعتبر من حموض لويس حتى بوجود الهيدروكسيد

سؤال: حدد حمض وقاعدة لويس في كل من التفاعلات التالية:



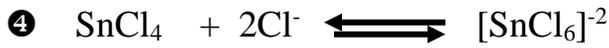
☞ حمض لويس: BF_3 ☞ قاعدة لويس (سالب): F^-



☞ حمض لويس (موجب): Cu^{+2} ☞ قاعدة لويس: H_2O



قاعدة لويس : H_2O حمض لويس : $B(OH)_3$

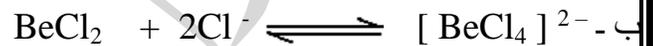


قاعدة لويس : Cl^- حمض لويس : $SnCl_4$

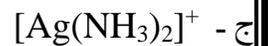
سؤال : حدد حمض وقاعدة لويس لكل مما يلي :



الحمض : Fe^{+3} القاعدة : CN^-



الحمض : $BeCl_2$ القاعدة : Cl^-



الحمض : Ag^+ القاعدة : NH_3



الحمض : Cr^{+3} القاعدة : NH_3
هـ- $Co^{+2} + 4CN^- \rightleftharpoons [Co(CN)_4]^{-2}$
الحمض : Co^{+2} القاعدة : CN^-

ملاحظة : عند ذكر سبب تحديد المادة حمضا او قاعدة حسب تعريف عالم يجب التقييد بتعريف ذلك العالم ...

مثال : فسر سلوك الحمض HCN حسب :

أ - ارهينيوس ب - برونستد - لوري

ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة :

1- (1997) : المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم لويس .

(أ) Cl^- (ب) OH^- (ج) $B(OH)_3$ (د) NH_3

2- (1999) : أي من الآتية يسلك كحمض في تفاعلات وكقاعدة في تفاعلات أخرى حسب مفهوم برونستد-لوري :

(أ) CO_3^{2-} (ب) H_2S (ج) H_2SO_3 (د) HCO_3^-

3- (2000) : المادة التي تعد من حموض لويس من المواد الآتية هي : (ع.ذ. — : $H=1, B=5, O=8, F=9$).

(أ) H_2O (ب) BF_3 (ج) OH^- (د) NH_3

4- (2000/ الدورة التكميلية) : إحدى المواد الآتية تسلك كحمض لويس فقط :

- 5- (2001) إحدى الصيغ الآتية تسلك سلوك القاعدة فقط :
 (أ) NH_3 (ب) NH_4^+ (ج) H_2O (د) HCO_3^-
- 6- (2002) إحدى المواد الآتية تعتبر قاعدة لويس : (ع.ذ.ل. : H=1, B=5, O=8, F=9)
 (أ) HCOO^- (ب) NH_4^+ (ج) H_2O (د) HCO_3^-
- 7- (2003/ش): المادة التي تسلك سلوكاً قاعدياً وفق مفهوم لويس :
 (أ) Ag^+ (ب) H_2O (ج) B(OH)_3 (د) SnCl_4
- 8- (2004/ش): المادة التي تسلك سلوكاً حمضياً وفق مفهوم لويس هي :
 (أ) Cl^- (ب) OH^- (ج) NH_3 (د) Ag^+
- 9- (2004/ص) : يعرف الحمض حسب مفهوم بونستد- لوري على انه قادر على :
 (أ) منح زوج إلكترونات أو أكثر . (ب) استقبال زوج إلكترونات أو أكثر (ج) استقبال البروتون (د) منح البروتون
- 10- (2004/ص) أي من المواد الآتية يسلك كحمض ويسلك كقاعدة :
 (أ) NH_4^+ (ب) HCOO^- (ج) HCrO_4^- (د) CH_3NH_3^+
- 11- (2005/ش): أحد الآتية يعد قاعدة لويس :
 (أ) NH_3 (ب) HCl (ج) BF_3 (د) Cd^{2+}
- 12- (2005/ص) : المادة التي تعتبر حمضاً حسب تعريف لويس فقط هي :
 (أ) HNO_3 (ب) H_2O (ج) HCOOH (د) Mn^{2+}
- 13- (2006/ش): إحدى الصيغ الآتية تسلك كحمض وقاعدة حسب مفهوم بونستد و لوري :
 (أ) HNO_3 (ب) NH_4^+ (ج) H_2O (د) CO_3^{2-}
- 14- (2006/ص): الأيون الذي يعتبر قاعدة حسب مفهوم لويس هو :
 (أ) I^- (ب) Cd^{2+} (ج) Ag^+ (د) NH_4^+
- 15- (2008/ش) أحد الآتية يعتبر من حموض لويس :
 (أ) B(OH)_3 (ب) NF_3 (ج) PH_3 (د) CH_3NH_2
- 16- (2008/ص): أي من الآتية يمكن أن يسلك كحمض وقاعدة .
 (أ) CH_3NH_3^+ (ب) HCOO^- (ج) HCO_3^- (د) SO_3^{2-}
- 17- (2009/ش): المادة التي تعد من حموض لويس من بين المواد الآتية هي:
 (أ) H_2O (ب) B(OH)_3 (ج) NH_3 (د) OH^-
- 18- (2009/ص) : إحدى الصيغ الآتية تسلك كحمض وكقاعدة وفق بونستد – لوري :
 (أ) HCOO^- (ب) H_3O^+ (ج) O^{2-} (د) HSO_4^-
- 19- (2010/ش): المادة التي تزيد من تركيز H^+ عند إذابتها في الماء تسمى:
 (أ) حمض لويس (ب) حمض أرهينوس (ج) قاعدة لويس (د) قاعدة أرهينوس
- 20- (2010/ص) : المادة التي تسلك كحمض وفق مفهوم لويس فقط هي :

(أ) NH₄⁺ (ب) HCl (ج) BF₃ (د) HCOOH

21- (2011/ش): قاعدة لويس فيما يلي هي :

(أ) B(OH)₃ (ب) NCl₃ (ج) NH₄⁺ (د) Fe₃⁺
22- (2011/ص): المادة التي تعد حمضاً حسب مفهوم لويس فقط :

(أ) HCl (ب) CN⁻ (ج) HCOOH (د) Cu²⁺

23- (2011/ص): الحمض القوي من الآتية هو

(أ) H₂CO₃ (ب) H₂SO₄ (ج) HCN (د) HF

24- (2012/ش): قاعدة لويس فيما يلي هي :

(أ) B(OH)₃ (ب) NCl₃ (ج) NH₄⁺ (د) Fe³⁺

25- (2012/ص): اي من الآتية تمثل قاعدة لويس ؟

(أ) Cu²⁺ (ب) CN⁻ (ج) NH₄⁺ (د) HCl

26 - (2012/ص) : الحمض حسب مفهوم برونستد- لوري هو مادة قادرة على:

(أ) استقبال البروتون (ب) منح البروتون (ج) استقبال زوج إلكترونات (د) منح زوج إلكترونات

27- (2013/ش): الحمض وفق مفهوم برونستد-لوري هو مادة :

(أ) مانحة للإلكترون
(ب) مانحة للبروتون
(ج) مستقبلة للإلكترون
(د) مستقبلة للبروتون

سؤال 2017 / شتوي : ادرس المعادلة التالية ثم أجب عن الاسئلة التي تليها:



أ- أي المادتين المتفاعلتين تسلك كحمض وفق مفهوم لويس ؟

ب - ما نوع الرابطة المتكونة بين المادتين المتفاعلتين عند تكوين الناتج ؟

الجواب : أ - BF₃ ب - تناسقية

التأين الذاتي للماء

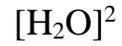
- يتاين الماء النقي بدرجة ضئيلة جداً وفق المعادلة التالية :



☑ يطلق على هذا التفاعل : التأين الذاتي للماء حيث تكون أيونات OH⁻ ، H₃O⁺ في حالة اتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة .

يعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل على النحو الآتي :

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = K_c$$



ولأن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جداً فإن تركيزه يعد ثابتاً .

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_2\text{O}]^2 \times K_C \quad \text{فيصبح القانون:}$$

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = K_W \quad ***$$

* حيث K_W ثابت تأين الماء .

$$K_W = 1 \times 10^{-14} \text{ عند درجة حرارة } 25^\circ \text{س}$$

اذن نلاحظ من معادلة التأيين الذاتي للماء أن $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ وعلية :

$$[\text{OH}^-]^2 = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_W$$

اذن

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{10^{-14}}$$

$$= 10^{-7} \text{ مول / لتر}$$

تقسم المحاليل الى ثلاثة أقسام :

- 1- المحاليل المتعادلة : $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ مول / لتر}$
- 2- المحاليل الحمضية : $[\text{OH}^-] < [\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ مول / لتر}$
- 3- المحاليل القاعدية : $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ مول / لتر}$

◆ تستعمل معادلة التأيين الذاتي للماء في حساب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ أو $[\text{OH}^-]$ إذا كان أحدهما معلوماً في المحاليل الحمضية والقاعدية .
مثال : إذا كان تركيز $[\text{OH}^-]$ في محلول ما يساوي $2 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$. أوجد $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في المحلول؟
الحل :

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$$

$$[\text{OH}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] = K_W$$

$$K_W$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14} \times 1}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10} \text{ مول / لتر}$$

محاليل الحموض القوية والقواعد القوية :

◀ الاحماض القوية

(1) تتأين كلياً .

(2) القواعد المرافقة لها ضعيفة (لا تتميه) ، لا تتفاعل مع الماء .

(3) يكون تركيز أيون الهيدرونيوم مساوياً لتركيز الحمض أو أحد مضاعفاته .

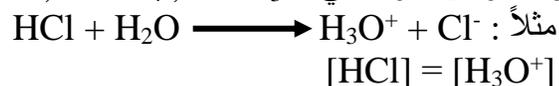
- تقسم الحموض القوية الى :

① الحموض أحادية البروتون (HA)

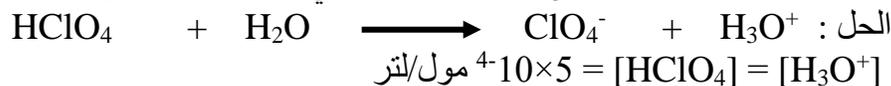


حيث : $[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HA}]$

والحموض القوية هي : $\text{HI}, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HClO}_4, \text{HNO}_3$

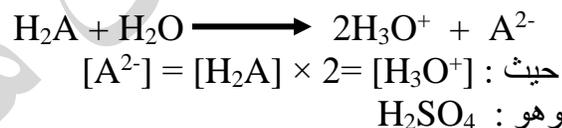


◀ مثال : إحسب تركيز H_3O^+ و تركيز OH^- في محلول الحمض HClO_4 بتركيز (0,0005 مول/لتر) ؟

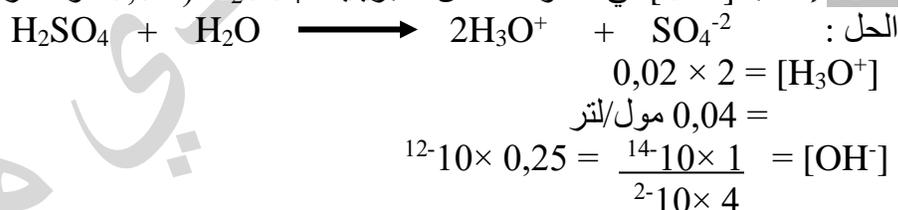


$$[\text{OH}^-] = \frac{k_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^{-11} \text{ مول/لتر}$$

2) الحموض ثنائية البروتون (H_2A) :



مثال : إحسب $[\text{OH}^-]$ في محلول حمض الكبريتيك (H_2SO_4 0,02 مول/لتر) ؟



سؤال : إحسب تركيز كل من (OH^- , H_3O^+) في كل من المحلولين الآتيين :

1- محلول HCl تركيزه 2×10^{-3} مول/لتر 2- محلول HNO_3 تركيزه 5×10^{-2} مول/لتر

القواعد القوية :

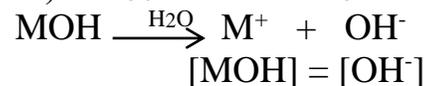
(1) تتأين كلياً .

(2) الحموض المرافقة لها ضعيفة (لا تتميه) ، لا تتفاعل مع الماء .

(3) يكون تركيز ايون الهيدروكسيد مساوياً لتركيز القاعدة أو أحد مضاعفاتها .

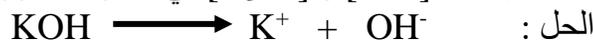
◀ تقسم القواعد القوية إلى عدة أنواع منها :

1- القواعد أحادية الهيدروكسيد (MOH) :



للمثل : $\text{LiOH}, \text{KOH}, \text{NaOH}$

مثال : إحسب $[\text{OH}^-]$ و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه (0,005 مول/لتر) ؟



$$0,005 = [\text{KOH}] = [\text{OH}^-] \text{ مول/لتر}$$

$$11 \cdot 10 \times 2 = \frac{14 \cdot 10 \times 1}{3 \cdot 10 \times 5} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ مول/لتر}$$

◆ تذكر :

$$\frac{\text{التركيز}}{\text{الحجم}} = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الكتلة المولية}} \text{ ، } \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{\text{التركيز}}{\text{الكتلة المولية}}$$

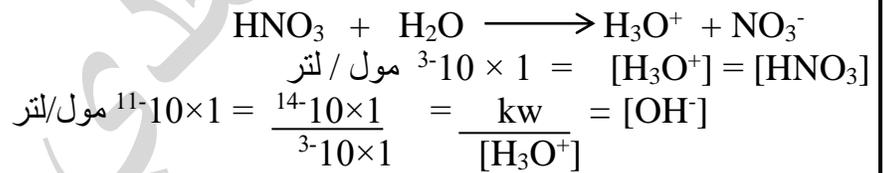
مثال (1): احسب تركيز أيون $[\text{OH}^-]$ في محلول الحمض HCl تركيزه (0,02) مول / لتر ؟
الحل :



$$0,02 = \frac{kw}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = [\text{OH}^-]$$

$$12 \cdot 10 \times 0,5 = \frac{14 \cdot 10 \times 1}{2 \cdot 10 \times 2} = \frac{kw}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

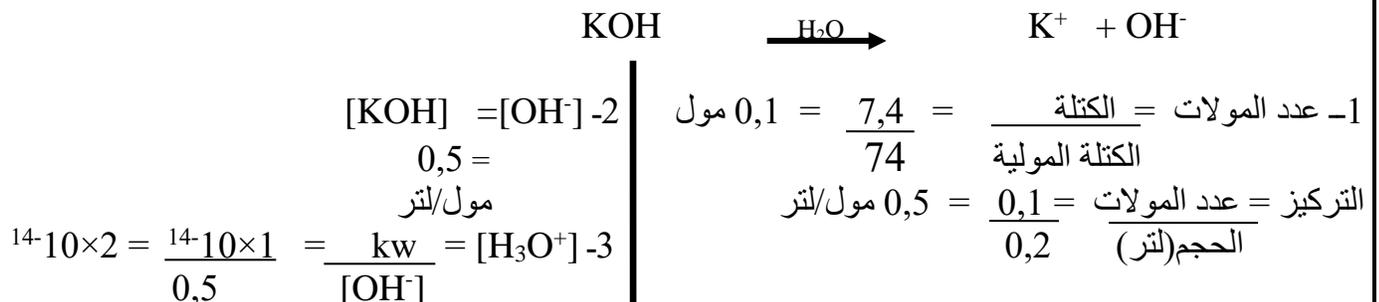
مثال (2): احسب تركيز $[\text{OH}^-]$ و $[\text{H}_3\text{O}^+]$ لمحلول حمض HNO_3 تركيزه (0,001) مول / لتر ؟
الحل :



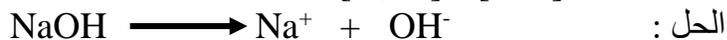
مثال (3): عند اذابه 7,4 غم من محلول KOH في الماء النقي أصبح الحجم 200 مل ، اذا علمت أن الكتلة المولية لـ $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74$ غم /مول أحسب ما يلي :

1- تركيز KOH الابتدائي ؟ 2- $[\text{OH}^-]$ 3- $[\text{H}_3\text{O}^+]$

الحل :



مثال (4) : تم اذابة 8 غرام من NaOH في الماء حتى أصبح الحجم 10 لتر اذا علمت أن الكتلة المولية لـ NaOH = 40 غ/مول
إحسب تركيز $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$ ؟



عدد المولات = $\frac{الكتلة}{ك.م} = \frac{8}{40} = 0,2$ مول

التركيز = $\frac{ع.م}{ح} = \frac{0,2}{10} = 0,02$ مول/لتر

$0,02 = [KOH] = [OH^-]$ مول/لتر
 $10^{-14} \times 1 = \frac{14 - 10 \times 1}{2 \times 10^2} = [H_3O^+]$ مول/لتر

H.W

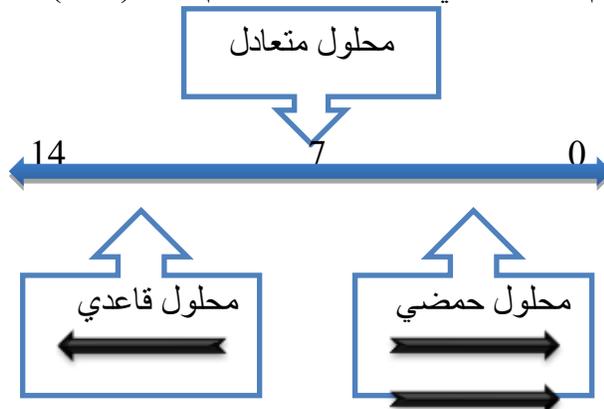
مثال (5) : اذيب 18 غم من HCl في الماء حجمه 1 لتر ، الكتلة المولية لـ HCl = 36 غم /مول إحسب $[OH^-]$ ؟



NO body can destroy your Dream

الرقم الهيدروجيني PH

◀ هو اللوغاريتم السالب للأساس 10 لتركيز ايون الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول .
يعبر عن درجة الحموضة بالرقم الهيدروجيني PH يأخذ PH القيم : من (صفر) إلى (14)



يعتبر الرقم الهيدروجيني مقياس لقوة الحمض .
◆ تزداد قوة الحمض بنقصان قيمة PH ⇨ عكسية .

يعتبر الرقم الهيدروجيني مقياس لقوة القاعدة .
 تزداد قوة القاعدة بزيادة قيمة PH \diamond طردية

ويمكن التعبير رياضياً عن الرقم الهيدروجيني كالتالي :
 $PH = -\text{لو} [H_3O^+]$

مثال من الجدول التالي جد

C	F	D	B	A	M	المحلول
١١	8	١٣	6	1	٧	PH

1- محلول KOH

2- محلول HCl

3- محلول HCOOH

4- محلول NH₃

5- محلول فيه تركيز H₃O⁺ = 10×10^{-6} مول/لتر

6- محلول فيه تركيز OH⁻ = 10×10^{-6} مول/لتر

الحل : 1- D لأنه قاعدة قوية

2- A لأنه حمض قوي

3- B لأنه حمض ضعيف

4- F لأنه قاعدة ضعيفة

5- PH = $-\text{لو} [H_3O^+] = -\text{لو} (10 \times 10^{-6}) = 6 - 1 = 5$ لو اذا الرمز هو B

7- $K_w = [H_3O^+][OH^-]$

[OH⁻]

$$= \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-6}} = 10^{-8}$$

= 10^{-8} مول / لتر

** PH = $-\text{لو} [H_3O^+] = -\text{لو} (10 \times 10^{-8}) = 8 - 1 = 2$ لو اذا الرمز هو F

مثال : لديك حمضين HX الحمض الرقم الهيدروجيني له = 2 والحمض HZ الرقم الهيدروجيني له = 4 :
 الحمض HX أقوى من HZ

الحمض HZ	الحمض HX
1- له أقل صفات حمضية	1- له أعلى صفات حمضية
2- له أكبر صفات قاعدية	2- له أقل صفات قاعدية
3- له أعلى درجة حموضه PH	3- له أقل درجة حموضه PH
4- له أقل [H ₃ O ⁺]	4- له أعلى [H ₃ O ⁺]
5- له أعلى [OH ⁻]	5- أقل [OH ⁻]
6- يعطى أقوى قاعدة مرافقة Z ⁻	6- يعطى أضعف قاعدة مرافقه X ⁻

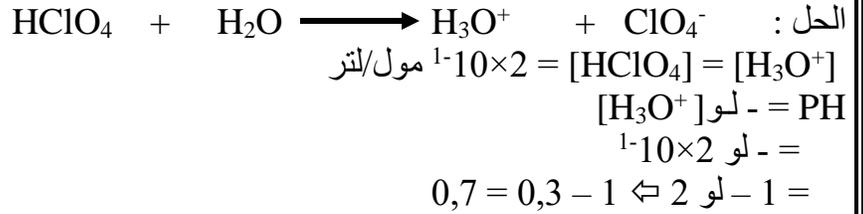
بعض علاقات اللوغاريتمات (⊕) للمعرفة فقط

1- لو (س × ص) = لو س + لو ص

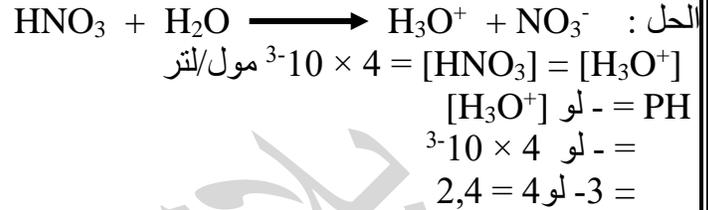
2- لو $\frac{س}{ص}$ = لو س - لو ص

3- لو س ص = ص لو س (-4) إذا كان ص = لو س فإن س = 10 ص (-5) لو 1 = صفر ، لو 10 = 1

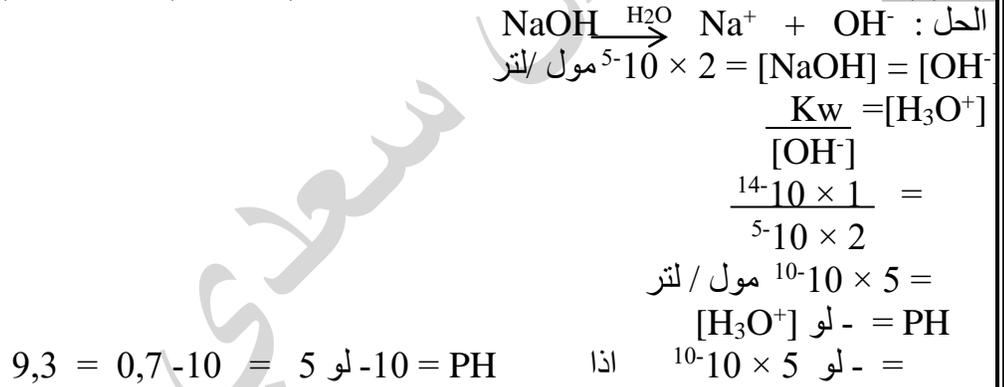
مثال (1): محلول حمض البيروكلوريك HClO_4 تركيزه 0,2 مول/لتر ، احسب قيمة الرقم الهيدروجيني PH ؟ لو 2 = 0,3



مثال (2): احسب قيمة PH لمحلول الحمض HNO_3 تركيزه (0,004) مول/لتر ؟ (لو 4=0,6)



مثال (3): احسب قيمة PH لمحلول NaOH القاعدة تركيزه (2×10^{-5}) مول/لتر ؟ (لو 5=0,7)



مثال (4): عند اذابه 2,22 غرام من هيدروكسيد الليثيوم LiOH في الماء النقي أصبح حجم المحلول 300 مل إذا علمت أن الكتلة المولية LiOH ل = 74 غم/مول ، لو 5 = 0,7 احسب ما يلي :

(1) $[\text{LiOH}]$ الابتدائي (2) $[\text{OH}^-]$ (3) $[\text{H}_3\text{O}^+]$ (4) درجة الحموضة pH ؟
 الحل :

1- عدد المولات = $\frac{2,22}{74} = 0,03$ مول
 $[\text{LiOH}] = \frac{0,03}{0,3} = 0,1$ مول/لتر
 2- $[\text{OH}^-] = 0,1$ مول/لتر
 3- $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-14} \times 1}{1 \times 10^{-1}} = 10^{-13}$ مول/لتر
 4- $\text{pH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] = -\text{لو} 10^{-13} = 13 = 13 - \text{لو} 1 = 13 =$

◀ ملاحظة هامة جداً : يمكن معرفة $[\text{H}_3\text{O}^+]$ و $[\text{OH}^-]$ من خلال معرفة قيمة PH :

$$pH=10 = [H_3O^+]$$

مثال (1) : أوجد $[H_3O^+]$ لمحلول قيمة PH فيه = 3 ؟

$$\text{الحل : } pH = -\log [H_3O^+]$$

$$3 = -\log [H_3O^+]$$

$$-3 = \log [H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

مثال (2) : احسب تركيز الحمض HBr ، علماً بأن قيمة PH له تساوي 5 ؟



$$5 = pH$$

$$5 = pH = -\log [H_3O^+] = \log 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$[HBr] = [H_3O^+] = 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

مثال (3) : احسب $[H_3O^+]$ في كل من الحالات التالية :

$$1- \text{ محلول قيمة PH له } = 4,3$$

$$2- \text{ محلول قيمة PH له } = 8,4$$

$$3- \text{ محلول قيمة PH له } = 10,53$$

الحل :

$$(-1) \text{ } pH = -\log [H_3O^+]$$

$$-4,3 = -\log [H_3O^+] \Rightarrow \text{للتخلص من السالب نأخذ المتتم}$$

$$4,3 = \log [H_3O^+] \Rightarrow 10^{4,3} = [H_3O^+] \text{ مول/لتر}$$

$$(-2) \text{ } pH = -\log [H_3O^+] = 8,4 \Rightarrow \log [H_3O^+] = -8,4$$

$$[H_3O^+] = 10^{-8,4} \text{ مول/لتر}$$

$$(-3) \text{ } pH = -\log [H_3O^+] = 10,53$$

$$[H_3O^+] = 10^{-10,53} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-11,053} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-11,053} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-11,053} \text{ مول/لتر}$$

مثال (5) : احسب عدد مولات $[LiOH]$ اللازم إذابتها في الماء ليصبح الحجم 2 لتر وقيمة PH = 13,3 ؟

حل :

$$pH = -\log [H_3O^+] = 13,3$$

$$[H_3O^+] = 10^{-13,3} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = 10^{-14} \times 1 = 10^{-14} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{لو } 1 = \text{صفر}$$

$$\text{لو } 2 = 0,3$$

$$\text{لو } 3 = 0,47$$

$$\text{لو } 4 = 0,6$$

$$\text{لو } 5 = 0,7$$

$$\text{لو } 6 = 0,78$$

$$\text{لو } 7 = 0,84$$

$$\text{لو } 8 = 0,9$$

$$\text{لو } 9 = 0,95$$

$$\text{لو } 10 = 1$$

$$14 \times 10^{-5} = [\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] = 0,2 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{عدد مولات} = \text{ح} \times \text{ت} = 0,2 \times 2 = 0,4 \text{ مول}$$

مثال (6) : احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH اللازم إذابتها في 100 مل ماء لينتج محلول PH له تساوي 13 (ك.م = 171 غم / مول) ؟



$$0,1 \text{ مول/لتر} = 10^{-1} \times 1 = [\text{OH}^-] = [\text{KOH}]$$

التركيز = ع = $0,1 \times (100 \times 10^{-3}) = 0,01 \text{ مول/لتر}$

عدد المولات لـ KOH = $0,01 \times 0,1 = 0,001 \text{ مول/لتر}$

كتلة KOH = ع.م × ك.م = $0,001 \times 171 = 0,171 \text{ غرام}$

$$171 \times 0,005 = 0,855 \text{ غرام}$$

مثال (7) : احسب تركيز الحمض HClO₄ قيمة PH له = 4,4 ؟ (لو = 4 = 0,6)

الحل :

$$10^{-4,4} = \text{PH} = 10^{-\text{PH}} = 10^{-4,4} = 4 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$4 \times 10^{-5} = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_2\text{SO}_4]$$

مثال (8) : احسب كتلة HCl المذابة في 500 مل ماء للحصول على PH = 2 ، اذا علمت أن ك.م لـ HCl = 36 غ/مول ؟

الحل :

تطبيقات حياتية

◀ كيف يمكن تغيير لون أزهار نبات القُرطاسيا

تتلون القرطاسيا بالون الازرق اذا كانت التربة حمضية ورقمها الهيدروجيني اقل من 6 لان النبتة تمتص الالمنيوم من الترب

***وتتلون بالزهري عندما تكون التربة قاعدية فلا تستطيع النبتة امتصاص الالمنيوم.

***اذا اراد مزارع لون القرطاسيا زهري اضف الملح القاعدي كربونات الكالسيوم CaCO₃ فيرتفع الرقم الهيدروجيني .

*وإذا اراد المزارع لون نبات القرطاسيا ازرق يضيف كبريتات الامنيوم (ملح حمضي) والخل مع الماء لتقليل الرقم الهيدروجيني

الفصل الثاني : الإتزان في محاليل الاحماض والقواعد الضعيفة:

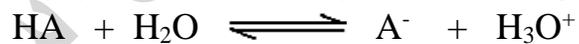
الإتزان في محاليل الأحماض الضعيفة

□ الحموض الضعيفة تتأين بشكل جزئي .

□ الحموض الضعيفة تتأين بشكل جزئي هي :

H₂SO₃ , HF , HCOOH , C₆H₅COOH , CH₃COOH , H₂CO₃ , H₂S , HCN , HClO₃ , HClO₂ , HClO

اتفق العلماء عن التعبير للحمض الضعيف بالرمز HA :



[HA] س س

$$\frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a$$

والجدول التالي يبين صيغ بعض الحموض الضعيفة وقيم ثابت التأيين Ka :

ثابت التأيين Ka	اسم الحمض	صيغة الحمض
1,7 × 10 ⁻²	حمض الكبريتوز	H ₂ SO ₃
6,8 × 10 ⁻⁴	حمض الهيدروفلوريك	HF
4,5 × 10 ⁻⁴	حمض النيتروز	HNO ₂
1,8 × 10 ⁻⁴	حمض الميثانويك	HCOOH
6,3 × 10 ⁻⁵	حمض البنزويك	C ₆ H ₅ COOH
1,8 × 10 ⁻⁵	حمض الايثانويك	CH ₃ COOH
4 × 10 ⁻⁷	حمض الكربونيك	H ₂ CO ₃

ملاحظات هامة جدا :

① كلما زادت قيمة Ka زادت قوة الحمض

② كلما زادت قيمة Ka زاد التأيين في الماء

③ أعلى قيمة Ka أقل رقم هيدروجيني PH

◀◀ الحمض القوي : له أكبر Ka ، أكبر تأين ، أعلى [H₃O⁺] اقل [OH⁻] , أقل PH

سؤال : أكتب قانون ثابت الاتزان Ka للأحماض التالية ؟



$$\frac{[CN^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCN]} = K_a$$



$$\frac{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = K_a$$

مثال (1): من خلال دراستك للجدول التالي الذي يبين قيم ثابت تأين بعض الحموض الضعيفة K_a المتساوية في التركيز :

الحمض	K_a
H_2CO_3	4×10^{-7}
H_2S	1×10^{-7}
HNO_2	$4,5 \times 10^{-4}$
HF	$6,8 \times 10^{-4}$

1- ما هي صيغة أقوى حمض ؟

2- ما هي صيغة أضعف قاعدة مرافقة ؟

3- ما هي صيغة الحمض الذي له أكبر قيمة PH ؟

4- ما صيغة القاعدة المرافقة للحمض H_2S ؟

5- أي هذه الحموض أكبر تأينا في الماء ؟

6- أي المحلولين H_2CO_3 أم H_2S يكون فيه $[\text{OH}^-]$ أكبر ؟

7- أيهما له أكثر صفات قاعدية NO_2^- أم F^- ؟

8- أكمل المعادلة التالية ، ثم حدد الجهة التي يرجحها الإتزان :



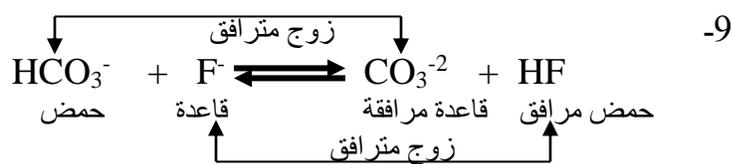
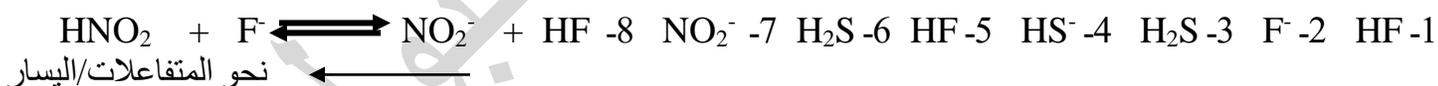
9- حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في التفاعل التالي :



10- أكتب معادلة تأين H_2S في الماء ؟

الحل :

((نرتب))



مثال (2): يبين الجدول الآتي محاليل حموض ضعيفة متساوية التركيز وقيم K_a لها ، أجب عن الأسئلة الآتية اعتماداً على

المعلومات في الجدول :

1- ما صيغة الحمض الأقوى ؟

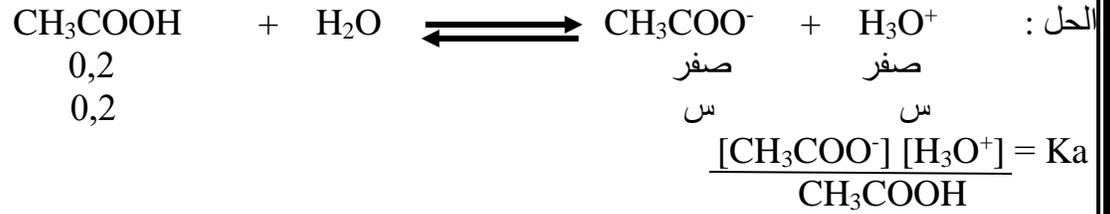
2- ما صيغة القاعدة المرافقة الأقوى ؟

3- أيهما يكون $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في محلوله أعلى HX أم HZ ؟

4- أيهما لمحلوله أعلى رقم هيدروجيني HY أم HZ ؟

صيغة الحمض	K_a
HX	1×10^{-7}
HY	1×10^{-5}
HZ	1×10^{-10}

مثال (5): محلول حمض الايثانويك CH_3COOH تركيزه 0,2 مول/لتر اذا علمت أن $K_a = 2 \times 10^{-5}$ ، لو $2 = \text{pH}$ ، احسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH ؟



$$2 \times 10^{-5} = \frac{2 \times \text{س}}{0,2} \leftarrow \text{س} = 2 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(2 \times 10^{-3}) = 2,7$$

مثال (6): محلول من الحمض CH_3COOH حجمه (1) لتر ، و pH له (3) ، احسب كتلة الحمض في المحلول (K_a للحمض $\text{CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-5}$ ، الكتلة المولية للحمض = 60 غم / مول) ؟

الحل :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$



$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = k_a$$

$$\frac{2 \times (10^{-3})^2}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 2 \times 10^{-5}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,05 \text{ مول / لتر}$$

$$\text{عدد المولات} = \text{التركيز} \times \text{حجم المحلول} = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ مول}$$

$$\text{الكتلة} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة المولية} = 0,05 \times 60 = 3 \text{ غم}$$

مثال (7): احسب قيمة K_a للحمض الافتراضي HX تركيزه (0,001) مول / لتر و pH لمحلوله (5) ؟

الحل :

$$\text{pH} = 5 = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ مول / لتر}$$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]} = k_a$$

$$1 \times 10^{-7} = \frac{2 \times (1 \times 10^{-5})^2}{1 \times 10^{-3}} = k_a$$

**ملاحظات هامة جدا!!!!!! (علاقات مهمة في الحل) طردي مع

Ka (الحمض) ----- 1- قوة الحمض
 2- [H₃O⁺]
 3- درجة التاين في الماء

عكسي مع

[OH⁻]-1
 PH-2

Kb (القاعدة) ----- 1- قوة القاعدة

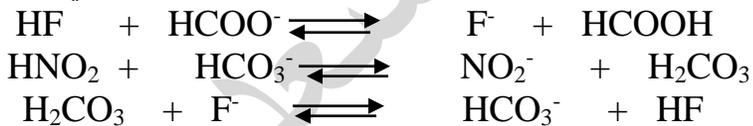
طردي مع

[OH⁻]-2
 3- درجة التاين
 PH-4

عكسي مع

[H₃O⁺]-1

مثال (8) : ادرس التفاعلات التالية لعدد من الاحماض الضعيفة المتساوية في التركيز ثم أجب عما يليها من اسئلة :



إذا علمت أن الاتزان يرجح نحو النواتج (→) :

1- رتب محاليل الاحماض تصاعدياً حسب قوتها ؟

2- ما صيغة الحمض الذي له أقل Ka ؟

3- ايهما أقوى كقاعدة (HCO₃⁻ أم NO₂⁻) ؟

4- ايهما له أكبر [OH⁻] : HF أم HCOOH ؟

5- أكتب تفاعل الأيون HCO₃⁻ كحمض في الماء ؟

6- عند تفاعل HCOO⁻ مع HF حدد الجهة التي يرجحها الاتزان ؟

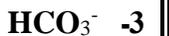
منطقة التجهيز :



كقواعد مرافقة :



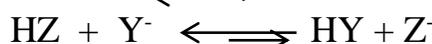
الحل :

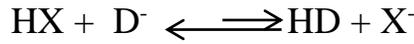


6- نحو النواتج أو نحو التفاعل الأمامي

مثال (9) :

أدرس المعادلات التالية جيداً التي تمثل احماض ضعيفة افتراضية ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :





- 1- أي الحموض : له أعلى قيمة K_a ؟
- 2- أي القواعد : Y^- أم D^- هي الأقوى ؟
- 3- أي الحموض يكون $[\text{H}_3\text{O}^+]$ هو الأقل ؟
- 4- أي الحموض يكون $[\text{OH}^-]$ هو الأعلى ؟
- 5- إذا علمت أن قيمة PH لمحلول الحمض $\text{HX} = 4,3$ ، وأن تركيزه $(0,1 \text{ مول/لتر})$ أوجد قيمة K_a له ؟ (لو $5=7,0$)

الحل:

◀◀ ورقة عمل ▶▶

سؤال ① :

احسب قيمة PH لمحلول حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ الذي تركيزه $(0,01)$ مول/لتر .
 علما بأن K_a لـ $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} = 6,4 \times 10^{-5}$ (لو $8 = 0,9$) ؟

سؤال ② :

يمثل الجدول التالي قيم PH لعدد من المحاليل تركيز كل منها $(0,1 \text{ مول/لتر})$ ، ادرسه ثم أجب عما يليه :

المحلول	M	HA	HB	D	F	C
PH	7	2,7	3	13	9,3	11

1- أي المحاليل يمثل :

ب- ملح متعادل مثل NaCl

أ- قاعدة قوية مثل NaOH

2- احسب قيمة K_a للحمض HA (لو $2 = 0,3$) ؟

3- أكمل التفاعل التالي ثم حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة :



4- حدد الجهة التي يرجحها الإتزان في التفاعل السابق ؟

سؤال ③ :

أوجد كتلة الأمونيا NH_3 اللازمة إذابتها في الماء لتحضير محلول حجمه 400 مل ورقمه الهيدروجيني يساوي 12
 (الكتلة المولية لـ $\text{NH}_3 = 17$ غ/مول ، K_b لـ $\text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$) ؟

سؤال ④ :

تمثل الصيغ الافتراضية التالية عددا من الحموض الضعيفة : HB ، HZ ، HY ، HX

فإذا علمت أن : - (X^-) أقوى من (Y^-)

- عند تفاعل HX مع Z^- فإن الجهة التي يرجحها الاتزان نحو النواتج

- قيمة PH للحمض HB أعلى من الحمض HZ

أجب عما يلي :

1- ما صيغة الحمض الذي له أعلى قيمة K_a ؟

2- أكمل المعادلة التالية ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :



3- أكتب معادلة تفاعل KB مع HX ثم حدد الجهة التي يرجحها الإتزان ؟

سؤال 5 :

محلول الحمض الضعيف HZ تركيزه 0,049 مول/لتر اذا كانت $Ka = 1 \times 10^{-5}$ ، احسب PH ؟ (لو $7 = 0,84$)
الحل:

سؤال 6 :

500 مل من الحمض HX قيمة PH له = 4 و قيمة $Ka = 1 \times 10^{-5}$ ، احسب كتلة HX (ك.م لـ HX = 200 غ/مول)
الحل:

الإتزان في محاليل القواعد الضعيفة

القواعد الضعيفة :

❖ تتأين جزئياً .

فرض أن B قاعدة ضعيفة ، يكون الصيغة العامة لتأين القواعد الضعيفة كالتالي :



$$\frac{[BH^+][OH^-]}{B} = Kb$$

الجدول التالي يوضح صيغ بعض القواعد الضعيفة مع قيم ثابت التأيين Kb لكل منها :

اسم القاعدة	صيغة القاعدة	ثابت التأيين Kb
إيثيل أمين	$C_2H_5NH_2$	$4 \times 10^{-6,4}$
ميثيل أمين	CH_3NH_2	$4 \times 10^{-4,4}$
أمونيا	NH_3	$1,8 \times 10^{-5}$
هيدرازين	N_2H_4	$1,3 \times 10^{-6}$

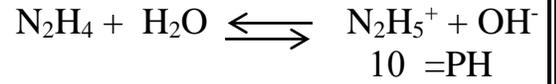
$$12 - 10 \times 2,5 =$$

$$12 - 2,5 =$$

$$11,6 = 0,4 - 12 =$$

مثال (3): أوجد قيمة ثابت التاين K_b لمحلول القاعدة الضعيفة N_2H_4 تركيزها (0,1) مول/لتر . علماً بأن قيمة الرقم الهيدروجيني PH تساوي 10؟

الحل :



$$10 = PH$$

$$10^{-10} = [H_3O^+] \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-10} \times 1} =$$

$$10^{-4} \times 1 =$$

$$\frac{[N_2H_5^+][OH^-]}{[N_2H_4]} = K_b$$

$$\frac{2(10^{-4} \times 1)}{0,1} = K_b$$

$$2 \times 10^{-3} = K_b$$

عزيزي الطالب المرهق!!! :
الراحة عند الشعور بالتعب
تؤدي إلى استعادة النشاط
الجسمي والذهني...
ويفضل الوضوء والصلاة

مثال (4): أوجد كتلة القاعدة X اللازمة لتحضير محلول حجمه 2 لتر ، وقيمة PH له تساوي 12,7 من القاعدة الافتراضي X علماً بأن الكتلة المولية لـ X = 52 غ/مول و $K_b = x \times 10^{-2}$ (لو $2 = 0,3$)



$$12,7 = PH$$

$$10^{-12,7} = [H_3O^+] \text{ مول/لتر}$$

$$2 \times 10^{-13} = 0,3 + 0,3 - 12,7 - 10 =$$

$$\frac{K_w}{[H_3O^+]} = [OH^-]$$

$$\frac{10^{-14} \times 1}{10^{-13} \times 2} =$$

$$5 \times 10^{-2} =$$

$$\frac{(2 \times 10^{-2}) \times 5}{(2 \times 10^{-2}) \times 5} = 2 \times 10^{-2} \times 1$$

$$[X]$$

$$0,25 = [X] \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ع.م} = \text{ح} \times \text{ت}$$

$$0,5 = 2 \times 0,25 =$$

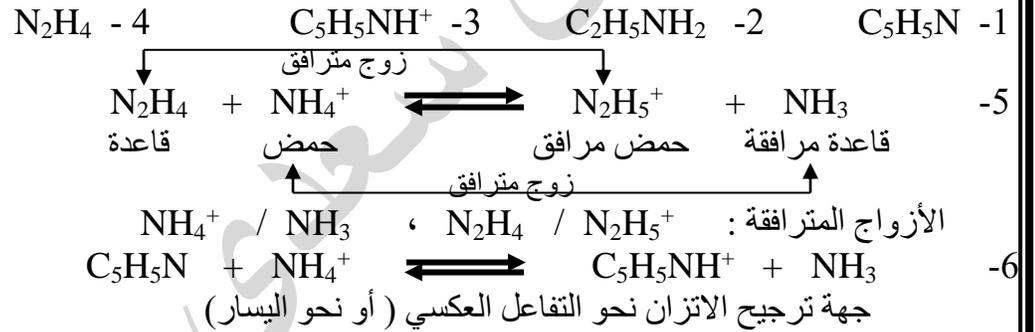
$$\text{ك} = \text{ع.م} \times \text{ك.م}$$

$$52 \times 0,5 =$$

مثال (5) : يُبين الجدول المجاور قيم K_b التقريبية لعدد من محاليل القواعد متساوية التركيز، ادرسه وأجب عن الأسئلة الآتية :

K_b	صيغة القاعدة
$10^{-6} \times 1$	N_2H_4
$10^{-9} \times 2$	C_5H_5N
$10^{-4} \times 6$	$C_2H_5NH_2$
$10^{-5} \times 2$	NH_3

- 1- ما صيغة القاعدة الأضعف ؟
 - 2- ما صيغة القاعدة التي لمحلولها أعلى pH ؟
 - 3- ما صيغة الحمض المرافق الأقوى ؟
 - 4- في أي من المحلولين N_2H_4 أم $C_2H_5NH_2$ يكون $[H_3O^+]$ أعلى ؟
 - 5- أكمل المعادلة الآتية ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :
 $N_2H_4 + NH_4^+ \rightleftharpoons \dots + \dots$
 - 6- حدد الجهة التي يرجحها الاتزان عند تفاعل C_5H_5N مع NH_4^+ ؟
- الحل :



مثال (6) : اعتمادا على المعلومات الموضحة في الجدول التالي الذي يبين قيم ثابت التآين K_b لبعض القواعد الضعيفة الذي تركيز كل منها (0,01 مول/لتر) ، أجب عما يلي :

صيغة القاعدة	C_5H_5N	N_2H_4	NH_2OH	NH_3
K_b	$10^{-9} \times 2$	$10^{-7} \times 1$	$10^{-8} \times 1$	$10^{-10} \times 2$

- أجب عما يلي :
- 1- ما صيغة الحمض المرافق الأضعف ؟
 - 2- ما صيغة القاعدة التي لها أقل $[H_3O^+]$ ؟
 - 3- أكتب معادلة تفاعل NH_2OH مع الماء ؟
 - 4- أيهما له أكبر قيمة PH : محلول N_2H_4 أم محلول C_5H_5N ؟
 - 5- احسب قيمة PH لمحلول NH_2OH ؟
 - 6- احسب قيمة $[N_2H_5^+]$ في محلول N_2H_4 ؟
 - 7- أكمل التفاعل التالي ثم حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة :
 $NH_3 + N_2H_5^+ \rightleftharpoons \dots + \dots$
 - 8- أيهما له أقل درجة حموضة NH_2OH أم NH_3 ؟
 - 9- أيهما له أكبر $[H_3O^+]$ الأيون NH_4^+ أم الأيون $N_2H_5^+$ ؟

مثال (7) :

لديك عدد من القواعد الضعيفة الافتراضية المتساوية في التركيز وقيم PH لكل منها كما هو موضح بالجدول التالي :

القاعدة	A	B	C	D	G
PH	8,6	8	7,5	11,3	9

1 أي القواعد يعتبر :

أ - اقوى قاعدة

ب - تمتلك أقل $[OH^-]$

ج - أقل تأين في الماء

د - حمضها المرافق الاضعف

هـ - لها أكبر K_b

و - لها أقل $[H_3O^+]$

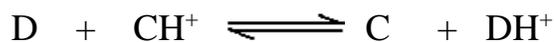
2 أكتب معادلة تفاعل القاعدة D مع الحمض المرافق من C ثم حدد الأزواج المترافقة ؟

الحل :

(1

أ- D ب- C ج- C د- D هـ- D و- D

(2



مثال (8) : لديك أربعة محاليل مائية لبعض القواعد الضعيفة بتركيز متساوية (0,1 مول/لتر) لكل منها بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول أجب عما يلي :

المعلومات	القاعدة
$9 \cdot 10 \times 4 = K_b$	Y
$10 = PH$	Q
$3 \cdot 10 \times 2 = [XH^+]$	X
$9 \cdot 10 \times 1 = [H_3O^+]$	T

1- رتب محاليل القواعد حسب قوتها ؟

2- ما قيمة K_b لمحلول القاعدة X ؟

3- إحسب PH لمحلول القاعدة Y ؟ (لو $5 = 0,7$)

4 - أي القواعد لها أعلى PH ؟

5- أكتب معادلة تفاعل Q مع TH^+ ثم حدد الجهة التي يرجحها الاتزان ؟

الحل:

الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

أولاً : الأملاح :

الملح : مركب أيوني ينتج من تفاعل حمض مع قاعدة $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ فعلى سبيل المثال: ملح NaCl ناتج من تفاعل حمض HCl مع القاعدة NaOH ومحاليل الأملاح المائية تقسم حسب قوة الحمض وقوة القاعدة المكونة لها إلى **ثلاثة أقسام** :

- 1- ملح مكون حمض قوي وقاعدة قوية (محلولة متعادل)
- 2- ملح مكون من حمض قوي وقاعدة ضعيفة (محلولة حمضي)
- 3- ملح مكون من حمض ضعيف وقاعدة قوية (محلولة قاعدي)

1 - ملح مكون من حمض قوي وقاعدة قوية (محلولة متعادل) :

أمثلة : (NaCl , KNO_3 , NaI , Na_2SO_4 , Li_2SO_4 , KBr , BaCl_2 , LiNO_3)

سؤال : فسر محلول الملح NaCl (ملح متعادل) ؟



← والأيونات (Na^+ ، Cl^-) الناتجة تمثل حمض مرافق ضعيف جداً وقاعدة مرافقة ضعيفة جداً، لذلك فهي لا تتفاعل مع الماء ويبقى المحلول متعادلاً ، وهذا ما يسمى **بالذوبان** .

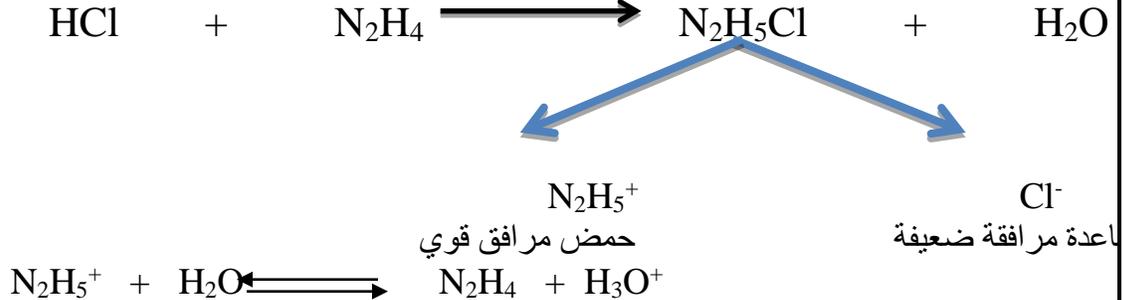
← **الذوبان** : تفكك الملح إلى أيونات وتقوم جزيئات الماء بالإحاطة بالأيونات الناتجة دون تغيير في تركيز H_3O^+ أو OH^-

2- ملح مكون من حمض قوي وقاعدة ضعيفة (الملح الحمضي) :

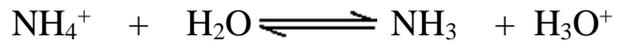
ملح ينتج من حموض قوية وقاعدة ضعيفة مثل: $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3$, $\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$, NH_4Cl , NH_4NO_3 , $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$

تتأين هذه الأملاح في الماء إلا أن أيونها الموجب قوي يتميه في الماء معطياً أيون الهيدرونيوم والذي يبدي اثر حمضي في الماء ، أما أيونها السالب فهو يعطي ضعيف لا يتميه في الماء وعليه يكون PH لهذه الأملاح > 7 .

♦ ولتوضيح ذلك بالمعادلات نأخذ أي ملح حمضي وليكن $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$



للمثال : فسر الأثر الحمضي للملح NH_4Cl بمعادلات ؟
الحل :



ملاحظة : محاليل الأملاح المشتقة من حموض قوية وقواعد ضعيفة تكون :

1- حمضية الأثر 2- PH لها > 7 3- يحدث التميح للأيون الموجب

لماذا ما المقصود بالتميح ؟

هو عبارة عن تفاعل أيون الملح مع الماء لإنتاج أو زيادة تراكيز (H₃O⁺) أو (OH⁻).

** ملاحظة : 1- الملح المتعادل لا يتميح انا يذوب فط

2- الملح الحمضي يتميح وينتج هيدرونيوم والملح القاعدي ايضا يتميح وينتج هيدروكسيد

3- ملح مكون من حمض ضعيف وقاعدة قوية (ملح قاعدي) :

ملح ينتج من تفاعل قاعدة قوية وحمض ضعيف مثل : KCN, NaF, NaNO₂, Na₂CO₃, CH₃COONa, HCOOK, NaOCl, CH₃COOK تتأين هذه الأملاح في الماء إلا أن أيونها السالب قوي يتميح في الماء معطياً أيون الهيدروكسيد OH⁻ والذي يبدي اثر قاعدي في الماء ، أما أيونها الموجب فهو ضعيف لا يتميح في الماء وعليه يكون PH لهذه الأملاح < 7 .

ملاحظة : محاليل الأملاح المشتقة من قواعد قوية وحموض ضعيفة تكون :
1- قاعدية الأثر 2- PH لها < 7 3- الأيون السالب يتميح

سؤال : رتب الأملاح التالية تصاعدياً حسب قيمة PH لها ؟

(KCl , NaCN , NH₄NO₃)

الحل : NaCN > KCl > NH₄NO₃

سؤال : أي مما يلي يذوب في الماء وأي منها يتميح ؟

(KCN , CH₃COONa , CH₃NH₃Cl , KBr)

يذوب يتميح يتميح يتميح

سؤال : هل المحلول N₂H₅Br حمضي أم قاعدي أم متعادل ؟

هل المحلول Ba(NO₃)₂ حمضي أم قاعدي أم متعادل ؟

الحل : المحلول المكون من N₂H₅Br ناتج عن حمض HBr قوي وقاعدة N₂H₄ ضعيف
أكتب معادلة تميح الأيون الموجب وتأين الملح :



المحلول حمضي بسبب تركيز أيون H₃O⁺

المحلول Ba(NO₃)₂ ناتج من Ba(OH)₂ قاعدة قوية ، HNO₃ حمض قوي

* ملح متعادل حيث أيونات الحمض القوي والقاعدة القوية لا تتميح .

** تكتب معادلة التمييه باخذ الايون القادم من الضعيف ومفاعله مع الماء
 لاحظ الجدول التالي :

معادلة التمييه للأيون القوي	الأيون الذي تمييه	صفته	الملح
$\text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$	CH_3NH_3^+	حمضي	$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$
لا يوجد	لا يوجد	متعادل	KNO_3
	CH_3COO^-	قاعدي	CH_3COOK
	NO_2^-	قاعدي	NaNO_2
	NH_4NO_3
	RCOOLi
	$\text{C}_5\text{H}_5\text{NHBr}$

ملاحظة : معظم أسئلة الوزارة ما طبيعة تأثير الملح (حمضي ، قاعدي ، متعادل) ؟؟؟

سؤال : ما طبيعة تأثير كل من الاملاح التالية : (حمضي ، قاعدي ، متعادل) ؟
 KNO_2 ، BaSO_3 ، NaNO_3 ، RNH_3Cl

سؤال : ما هو أثر اضافة كل من الاملاح على قيمة PH : (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة)

- 1- اضافة ملح NH_4Cl الى محلول NH_3 (تقل)
- 2- اضافة ملح HCOONa الى محلول NaOH (تزداد)
- 3- اضافة ملح NaCl الى محلول HCN (تبقى ثابتة)
- 4- اضافة ملح $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHBr}$ الى محلول HI (تقل)
- 5- اضافة ملح NaNO_2 الى محلول N_2H_4 (تزداد)

لن تستطيع هزيمة شخص لا يعرف اليأس والاستسلام

مثال (1) : من خلال دراستك للجدول التالي املأ ضمن ثلاثة امكانات (0, 1 مول / لتر) اكتب عما يلي :-

المعلومات	الملح
-----------	-------

$[OH^-] = 1 \times 10^{-2}$ مول/لتر	KA
$pH = 11$	KB
$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-13}$ مول/لتر	KC

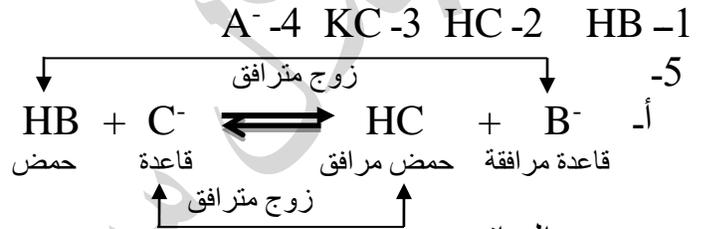
- 1- ما هي صيغة أقوى حمض ؟
- 2- ما هي صيغة اضعف حمض ؟
- 3- ما هي صيغة الملح الذي له أعلى صفات قاعدية
- 4- ايهما أقوى كقاعدة مرافقة :
(A^- أم B^-) ؟

5- من خلال دراستك للمعادلة التالية : $HB + C^- \rightleftharpoons HC + B^-$
أ- حدد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة ؟

ب - حدد الجهة التي يرحبها الاتزان ؟

6- أكتب معادلة تفاعل الملح KC مع الحمض HA ، ثم حدد الجهة التي يرحبها الاتزان ؟
الحل :

منطقة التجهيز :
املاح : $KC > KA > KB$
احماض : $HB > HA > HC$
قواعد مرافقة : $C^- > A^- > B^-$



ب - نحو النواتج



مثال (2) : في الجدول المجاور ستة محاليل تركيز كل منها (0,1 مول/لتر) ادرسه ثم أجب عما يليه :

المعلومات	المحلول
$[AH^+] = 2 \times 10^{-3}$	القاعدة A
$[OH^-] = 1 \times 10^{-10}$	الحمض HC
$Kb = 4 \times 10^{-7}$	القاعدة B
$Ka = 9 \times 10^{-4}$	الحمض HD
$PH = 12$	الملح KX
$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-13}$	الملح KZ

1- ايهما أقوى كقاعدة X^- أم Z^- ؟

2- ايهما أقوى كحمض مرافق AH^+ أم BH^+ ؟

3- ايهما له أكثر قدرة على التأين في الماء الحمض HC أم HD ؟

4- احسب قيمة Ka للحمض HC ؟

5- أكتب معادلة الحمض HD مع الملح KC ثم حدد الجهة التي يرحبها الإتزان ؟

6- احسب قيمة PH للقاعدة B ؟

سؤال 2016 شتوي : (16 علامة)

يبين الجدول المجاور محاليل مائية لحموض وقواعد وأملاح عند نفس

المحلول	معلومات
CH ₃ COOH	$5 \cdot 10^{-1} \times 1,8 = K_a$
HCN	$5 \cdot 10^{-2} = [H_3O^+]$
HNO ₂	$2 \cdot 10^{-2} = [NO_2^-]$
NH ₃	$5 \cdot 10^{-1} \times 1,8 = K_b$
N ₂ H ₄	$3 \cdot 10^{-1} = [OH^-]$
NaX	8,3 = PH
NaY	9,2 = PH

- 1- أي الحمضين هو الاقوى (HY أم HX) ؟
- 2- أي الحمضين هو الاضعف (HNO₂ أم CH₃COOH) ؟
- 3- أي المحلولين يكون فيه [OH⁻] أعلى (HNO₂ أم HCN) ؟
- 4- أي القاعدتين المرافقتين أقوى (CN⁻ أم CH₃COO⁻) ؟
- 5- أي المحلولين له أقل (PH) (N₂H₄ أم NH₃) ؟
- 6- حدد إتجاه الاتزان عند تفاعل X⁻ مع HY ؟
- 7- حدد الأزواج المترافقة عند تفاعل NH₄⁺ مع N₂H₄ ؟
- 8- ما طبيعة تأثير الملح CH₃COONa (حمضي ، قاعدي ، متعادل)

◀ الحل :

1- HX 2- CH₃COOH 3- HCN 4- CN⁻ 5- N₂H₄ 6- نحو التفاعل العكسي



مثال (3) : لديك عدد المحاليل الموضحة بالجدول متساوية التركيز (1 مول/لتر) ادرسه جيدا ثم أجب عما يلي من اسئلة :

HC	HD	الملح KX	الملح KY	B	NH ₃
$5 \cdot 10^{-5} \times 2,5 = K_a$	5 = PH	9 = PH	$6 \cdot 10^{-1} = [OH^-]$	$8 \cdot 10^{-8} = K_b$	$9 \cdot 10^{-3} = [H_3O^+]$

أجب عما يلي :

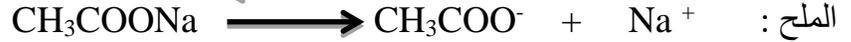
- 1- أيهما أضعف كقاعدة (C⁻ أم D⁻) ؟
- 2- أيهما أقوى كحمض (HY أم HX) ؟
- 3- إحسب قيمة K_a للحمض HD ؟
- 4- إحسب قيمة PH للقاعدة B ؟
- 5- فسر سلوك الملح KY بمعادلات ؟
- 6- أكتب معادلة تفاعل HD مع C⁻ ثم حدد إتجاه الاتزان ؟

ثانياً الأيون المشترك :

الأيون المشترك : الأيون الناتج عن تايين الحمض الضعيف وملحه او الايون الذي ينتج من تايين القاعدة الضعيفة وملحها .

■ حدد الأيون المشترك بين حمض (CH₃COOH) وملح إيثانوات الصوديوم (CH₃COONa) ؟

الحل : لتحديد الأيون المشترك نكتب معادلة تأين الحمض ومعادلة ذوبان الملح في الماء .



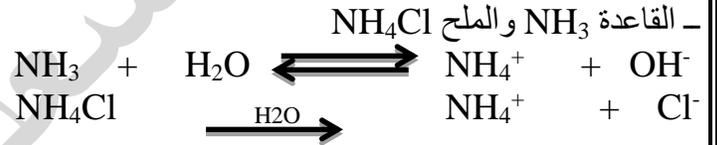
إذن الأيون المشترك هو أيون الإيثانوات (CH₃COO⁻) لأنه الأيون المشترك لكل من (CH₃COOH) و (CH₃COONa)

للملاحظة : إضافة الأيون المشترك إلى محلول الأحماض الضعيفة يؤدي إلى زيادة قيمة PH لمحلول الحمض

للم سؤال : ما صيغة الأيون المشترك لكل من المحاليل التالية :



❖ الأيون المشترك : HCOO⁻



❖ الأيون المشترك : NH₄⁺

للم ما صيغة الأيون المشترك لكل من المحاليل التالية ؟

- 1- (RCOOH / RCOOK) -2 (H₂CO₃ / KHCO₃) -3 (N₂H₄ / N₂H₅Br) -4 (NH₃ / (NH₄)₂SO₄) -5 (CH₃NH₂ / CH₃NH₃Cl) -6 (HX / KX) -7 (B / BHCl)

☑ ملاحظات مهمة :

- ① تركيز الأيون المشترك يساوي تركيز الملح
- ② عند إضافة ملح وتشكل أيون مشترك فإن التفاعل يتجه نحو التفاعل العكسي ←
- ③ دائما الملح القاعدي يضاف للمحلول الحمضي ، والملح الحمضي يضاف للمحلول القاعدي

مثال (1) : محلول حمض CH₃COOH تركيزه (0,002 مول/لتر) والملح CH₃COONa تركيزه (0,1 مول/لتر) وقيمة

$$K_a \text{ لـ } \text{CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-5} \text{ ، لو } 2 = 0,3 \text{ ، لو } 4 = 0,6 :$$

1- ما صيغة الأيون المشترك ؟

2- إحسب قيمة PH للمحلول ؟

الحل :



1- CH₃COO⁻ (الإشارة ضرورية)

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a - 2$$

$$0,1 \times [\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \cdot 10^{-2} \times \frac{0,002}{7 \cdot 10^{-4}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \leftarrow 7 \cdot 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

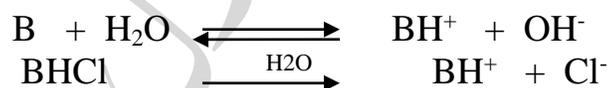
$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,85$$

$$= -\log 7 \cdot 10^{-4} = 3,15$$

$$= 4 - 0,15 = 3,85$$

مثال (2)

حضر محلول مكون من قاعدة ضعيفة B (0,3 مول/لتر) وملح BHCl بنفس التركيز إذا علمت أن $K_b = 2 \times 10^{-4}$ لو $5 = 0,7$ ، احسب قيمة PH ؟
الحل :



$$\frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]} = K_b$$

$$\frac{0,3 \times [\text{OH}^-]}{0,3} = 2 \times 10^{-4}$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-4} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} =$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \times 10^{-11} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{PH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 10,3$$

$$= -\log 5 \times 10^{-11} = 11 - 0,3 = 10,7$$

مثال (3) :

محلول حجمه (1) لتر مكون من القاعدة NH_3 تركيزها (0,4 مول/لتر) والملح NH_4Cl مجهول التركيز فإن علمت أن PH للمحلول = (9) ، وأن $K_b \text{ لـ } \text{NH}_3 = 2 \times 10^{-5}$ فأجب عما يلي :

1- ما صيغة الأيون المشترك ؟

2- احسب تركيز الملح NH_4Cl ؟

الحل :

مثال (4) : كم غرام يجب إضافتها من الملح N_2H_5Br الى محلول N_2H_4 تركيزه 0,2 مول/لتر ليصبح الحجم 1 لتر وقيمة $PH = 7,7$ ، علما بأن قيمة Kb للقاعدة $= 1 \times 10^{-6}$ ، الكتلة المولية لـ $N_2H_5Br = 113$ غم/مول ، لو $2 = 0,3$ ؟
للحل :

$$[H_3O^+] = 10^{-7,7} \Leftrightarrow [H_3O^+] = 2 \times 10^{-8} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-8}} = 5 \times 10^{-7} \text{ مول/لتر}$$

$$Kb = \frac{[N_2H_5^+][OH^-]}{[N_2H_4]} = 1 \times 10^{-6} = \frac{[N_2H_5^+] \times 5 \times 10^{-7}}{0,2}$$

$$\leftarrow [N_2H_5^+] = 0,4 \text{ مول/لتر (تركيز الملح)}$$

$$\text{ع.م} = \text{ح} \times \text{ت}$$

$$0,4 = 0,4 \times 1 =$$

$$\text{ك} = \text{م.ع} \times \text{ك.م}$$

$$45,2 = 113 \times 0,4 =$$

سؤال 2011 صيفي : محلول (0,1 مول/لتر) من الحمض HX حجمه 2 لتر وقيمة PH لهذا المحلول تساوي 3 أضيفت بلورات صلبة من ملح NaX فتغيرت قيمة PH بمقدار 2 درجة ، Ka لـ $HX = 1 \times 10^{-5}$:
1- ما صيغة الأيون المشترك ؟
2- إحسب عدد مولات NaX التي أضيفت للمحلول (اهتمل التغير في الحجم) ؟

مثال (5) : كم غرام من $HCOONa$ يجب إضافتها إلى 500 مل من محلول 0,1 مول/لتر $HCOOH$ ليتغير رقمه الهيدروجيني بمقدار 1,6 ، $Ka(HCOOH) = 1,7 \times 10^{-4}$ ، ك.م للملح $HCOONa = 56$ غ/مول ، لو $4,1 = 0,6$ ؟
الحل :

نجد PH قبل إضافة الملح

$$Ka = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

$$1,7 \times 10^{-4} = \frac{\text{س}^2}{0,1}$$

$$\text{س}^2 = 1,7 \times 10^{-4} \times 0,1 = 1,7 \times 10^{-5} \leftarrow [H_3O^+] = 4,1 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$PH = -\text{لو} [H_3O^+] =$$

$$= 3 - 10 \times 4,1$$

$$2,4 \leftarrow 4,1$$

وعند إضافة الملح سوف تزداد قيمة PH بمقدار 1,6 أي أن PH بعد إضافة الملح = 2,4 + 1,6 = 4

$$\frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} = K_a$$

$$\frac{[\text{HCOO}^-] \times 10^{-4} \times 1}{[\text{HCOOH}]} = 10^{-4} \times 1,7$$

$$[\text{المحلول}] = 0,17 \text{ مول/لتر}$$

$$\text{ع.م. الملح} = \text{ح} \times \text{ت}$$

$$0,5 \times 0,17 =$$

$$= 0,085 \text{ مول}$$

$$\text{ك.م. الملح} = \text{ع.م.} \times \text{ك.م.}$$

$$56 \times 0,085 =$$

$$= 4,76 \text{ غ}$$

سؤال (6) : ما تركيز الملح NaB اللازم اضافتها الى محلول الحمض HB (0,1 مول/لتر) ، $k_a = 10^{-5}$ لكي تزداد قيمة PH بمقدار درجة واحد ؟

سؤال (7) : محلول القاعدة NH_3 رقمه الهيدروجيني = 11 ، تركيزه 0,2 مول/لتر ، احسب تركيز المحل NH_4I اللازم اضافته لتغيير PH بمقدار درجتين ؟

ثالثاً
المحلول المنظم :

هو المحلول الذي يقاوم التغير في قيمة PH نتيجة إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليه .

أنواع المحاليل :

محلول منظم قاعدي	محلول منظم حمضي
مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحمضي	مكون من حمض ضعيف وملحه القاعدي
$\text{CH}_3\text{NH}_2 / \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ $\text{NH}_3 / \text{NH}_4\text{Br}$	$\text{HCOOH} / \text{HCOONa}$ HCN / KCN

$$\begin{aligned} & \frac{0,5}{5 \cdot 10^{-5} \times 1,8} = [\text{H}_3\text{O}^+] \\ & \text{PH} = -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] \\ & 4,73 = 0,27 - 5 \leftarrow 1,8 = 5 - \text{لو} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ت HCl} &= \frac{\text{ع.م}}{\text{ح}} = 0,1 \text{ مول/لتر} \\ 0,4 &= 0,1 - 0,5 = [\text{CH}_3\text{COO}^-] \\ 0,6 &= 0,1 + 0,5 = [\text{CH}_3\text{COOH}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{([\text{HCl}] - [\text{CH}_3\text{COO}^-]) [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCl}] + [\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a \\ & \frac{(0,1 - 0,5) [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,1 + 0,5} = 5 \cdot 10^{-5} \times 1,8 \\ & 5 \cdot 10^{-5} \times 2,7 = [\text{H}_3\text{O}^+] \\ & 4,57 = 5 \cdot 10^{-5} \times 2,7 \text{ لو} = \text{PH} \end{aligned}$$

مثال (2): محلول منظم حجمه 1 لتر مكون من N_2H_4 بتركيز 0,1 مول/لتر وملح $\text{N}_2\text{H}_5\text{Br}$ بتركيز 0,2 مول/لتر فإذا علمت أن $K_b(\text{N}_2\text{H}_4) = 1 \cdot 10^{-6}$: (أهمل التغير في الحجم)

1- أكتب معادلة تأين N_2H_4 في الماء؟
2- أكتب صيغة الأيون المشترك؟

3- أحسب قيمة PH بعد إضافة 2 غ NaOH الصلب لمحلول المنظم، ك.م (NaOH) = 40 غ/مول؟
الحل:



$$\begin{aligned} \text{عدد المولات NaOH} &= \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{2}{40} = 0,05 \text{ مول} \\ \text{التركيز NaOH} &= \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم}} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ مول/لتر} \end{aligned}$$

$$-3 \quad \frac{([\text{NaOH}] - [\text{N}_2\text{H}_5^+]) [\text{OH}^-]}{[\text{NaOH}] + [\text{N}_2\text{H}_4]} = K_a$$

$$\begin{aligned} & \frac{(0,05 - 0,2) [\text{OH}^-]}{0,05 + 0,1} = 6 \cdot 10^{-1} \\ & 6 \cdot 10^{-6} \times 1 = [\text{OH}^-] \end{aligned}$$

$$\frac{14 \cdot 10^{-1}}{6 \cdot 10^{-6}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$8 = 8 \cdot 10^{-8} \times 1 \text{ لو} = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ لو} = \text{PH} \leftarrow 8 = 8 \cdot 10^{-8} \times 1 \text{ مول/لتر}$$

مثال (3): محلول منظم مكون من القاعدة $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (0,4 مول/لتر) والملح $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHBr}$ (0,2 مول/لتر) إذا علمت أن $K_b = 1 \cdot 10^{-8}$ ، $\text{لو} = 5 = 0,7$ ، $k_w = 1 \cdot 10^{-14}$ ، أجب عما يلي: (أهمل التغير في الحجم)

1- ما صيغة الأيون المشترك؟
2- إحسب PH للمحلول المنظم؟

3- احسب عدد مولات الحمض HBr التي يجب اضافتها الى 500 مل من المحلول لتصبح PH = 6؟

الحل:



$$\begin{aligned}
 \text{PH} - 10 &= [\text{H}_3\text{O}^+] \quad ([\text{HBr}] + [\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+]) [\text{OH}^-] = \text{Kb} - 3 \\
 6 \cdot 10^{-10} &= \frac{[\text{HBr}] - [\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]}{[\text{HBr}] + [\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]} \\
 \frac{14 \cdot 10^{-1}}{6 \cdot 10^{-10}} &= [\text{OH}^-] \\
 8 \cdot 10^{-1} &= \frac{(0,2 + \text{س}) \cdot 10^{-8}}{0,4 - \text{س}} = 10^{-8} \\
 0,1 &= [\text{HBr}] = \text{س} \\
 \text{ع.م} - \text{ل} &= \text{HBr} = \text{ح} \times \text{ت} \\
 0,1 \times 0,5 &= \\
 0,05 &= \text{مول}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{[\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]} &= \text{Kb} - 2 \\
 \frac{10^{-8} \times 2}{[\text{C}_5\text{H}_5\text{N}]} &= \\
 5 \times 10^{-7} &= \\
 \text{PH} &= -\text{لو} [\text{H}_3\text{O}^+] \\
 &= -\text{لو} 5 \times 10^{-7} \\
 &= 7 - 5 = 6,3
 \end{aligned}$$

مثال (4): محلول منظم حجمه 2 لتر مكون من الحمض H_2CO_3 تركيزه 0,4 مول/لتر والملح NaHCO_3 تركيزه 0,8 مول/لتر إذا علمت أن قيمة Ka لـ $\text{H}_2\text{CO}_3 = 4 \times 10^{-7}$ ، لو $4 = 0,6$:
 1- ما هي صيغة الايون المشترك؟
 2- احسب $[\text{OH}^-]$ في المحلول؟
 3- احسب عدد مولات الحمض HCl اللازم إضافتها للمحلول السابق لتصبح قيمة $\text{PH} = 6,4$ ؟ (أهمل التغير في الحجم)
 الحل:

$$\begin{aligned}
 \text{PH} - 10 &= [\text{H}_3\text{O}^+] \\
 6,4 - 10 &= \\
 10^{-7} \times 0,6 &= \\
 7 \cdot 10^{-7} &= \text{مول/لتر} \\
 \frac{([\text{HCl}] - [\text{HCO}_3^-]) [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCl}] + [\text{H}_2\text{CO}_3]} &= \text{ka} - 3 \\
 \frac{(\text{س} - 0,8) \times 7 \cdot 10^{-7}}{0,4 + \text{س}} &= 7 \cdot 10^{-7} \\
 0,2 &= [\text{HCl}] = \text{س} \\
 \text{عدد المولات} &= \text{ح} \times \text{ت} \\
 0,2 \times 2 &= \\
 0,4 &= \text{مول}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{HCO}_3^- - 1 \\
 \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} &= \text{Ka} - 2 \\
 \frac{0,8 \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,4} &= 7 \cdot 10^{-7} \\
 2 \times 10^{-7} &= [\text{H}_3\text{O}^+] \\
 \frac{14 \cdot 10^{-1}}{7 \cdot 10^{-7}} &= [\text{OH}^-] \\
 5 \times 10^{-8} &= \text{مول/لتر}
 \end{aligned}$$

مثال (5): محلول منظم حجمه 1 لتر من حمض HCOOH تركيزه 0,5 مول/لتر والملح HCOONa تركيزه 0,6 مول/لتر إذا كانت Ka لـ $\text{HCOOH} = 2 \times 10^{-4}$ احسب قيمة PH للمحلول بعد إضافته 0,2 مول/لتر من KOH ؟

مثال (6):

محلول منظم مكون من الحمض RCOOH (0,4 مول/لتر) والملح RCOONa (0,8 مول/لتر) إذا كانت قيمة PH للمحلول = 5، أجب عما يلي: (أهمل التغير في الحجم)

1- ما صيغة الايون المشترك؟

2- إحصب قيمة K_a ؟

3 - إحصب $[H_3O^+]$ اذا اضعف الى لتر منه 0,2 مول من KOH ؟

مثال (7) :

محلول منظم يتكون من N_2H_4 والملح N_2H_5Br بنفس التركيز إذا علمت أن $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-8}$ مول/لتر أوجد ما يلي :

- 1- ما هي صيغة الأيون المشترك ؟
- 2- إحصب قيمة النسبة $\frac{[القاعدة]}{[الملح]}$ للحصول على محلول قيمة الرقم الهيدروجيني فيه تساوي (9) ؟

مثال (8) :

محلول منظم حجمه 2 لتر مكون من CH_3NH_2 (0,2 مول/لتر) وبلورات صلبة من الملح CH_3NH_3Br (0,4 مول/لتر) إذا علمت أن قيمة K_b لـ $CH_3NH_2 = 4 \times 10^{-4}$ ، الكتلة المولية لـ $NaOH = 40$ غم / مول ، لو $2,5 = 0,4$:

- 1- ما صيغة الأيون المشترك ؟
 - 2- إحصب قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول ؟
 - 3- كم غراما يجب إضافتها من $NaOH$ لتتغير PH بمقدار 0,3 درجة ؟
- الحل :

مثال (9) :

محلول مكون من CH_3COOH ($K_a = 2 \times 10^{-5}$) وتركيزه (0,4 مول/لتر) وملح CH_3COONa تركيزه (0,5 مول/لتر) , (أهمل التغير في الحجم)

أجب عما يلي :

- 1) أكتب صيغة الأيون المشترك ؟ (2) احسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ في المحلول ؟
- 3) كم غراما من NaOH يجب إضافتها الى لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة $\text{PH} = 5$ ؟ (الكتلة المولية لـ $\text{NaOH} = 40$ غم /مول)

مثال (10) : 2015 / شتوي

محلول منظم حجمه (1) لتر يتكون من الحمض HX وملحه KX لهما نفس التركيز فإذا كانت قيمة PH للمحلول (5) وعند إضافة (0,1) مول من HCL الى لتر من المحلول المنظم أصبحت قيمة PH للمحلول (4,85) علما بأن (لو $1,4 = 0,15$) احسب :

1- K_a للحمض HX ؟

2- التركيز الابتدائي للملح (مع اهمال التغير في حجم المحلول)

3- ما طبيعة تأثير محلول الملح KX (حمضي ، متعادل ، قاعدي) ؟ (أهمل التغير في الحجم)

الحل :

مثال (11) :

محلول منظم مكون من الحمض H_2CO_3 بتركيز 0,3 مول/لتر والملح $KHCO_3$ بتركيز 0,3 مول/لتر إذا علمت أن Ka للحمض $= 4 \times 10^{-7}$ لو $0,3 = 2$ لو $0,6 = 4$: (أهمل التغير في الحجم)

- 1- ما صيغة الأيون المشترك؟
- 2- احسب PH للمحلول؟
- 3- احسب PH للمحلول بعد إضافة محلول القاعدة NaOH بتركيز 0,05 مول/لتر الى لتر من المحلول السابق؟
- 4- ما طبيعة تأثير محلول الملح $KHCO_3$ ؟

◆ أسئلة تزويدية إضافية ◆

السؤال الأول :

محلول منظم حجمه 1 لتر يتكون من N_2H_4 والملح $(N_2H_5)_2SO_4$ بالتركيز نفسه ، فإذا علمت أن قيمة PH للمحلول 7,7 لو $0,3 = 2$ ، لو $0,7 = 5$: (أهمل التغير في الحجم)

- 1- احسب قيمة Kb لـ N_2H_4 ؟
- 2- إذا اضيف للمحلول المنظم السابق 0,2 مول/لتر من NaOH الصلب اصبحت $PH = 8,3$ ، أجب عما يلي :
أ- تركيز الملح الابتدائي؟
ب- تركيز N_2H_4 الابتدائي؟

الحل :

$$1- [H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-7,7} = 2 \times 10^{-8} \text{ مول/لتر}$$
$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-8}} = 5 \times 10^{-7} \text{ مول/لتر}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-10} = 10^{-4,5} = 3 \times 10^{-5} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{3 \times 10^{-5} \times (0,1 - \text{س})}{0,1 + \text{س}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$\text{س} = [CH_3COOH] = 0,5 \text{ مول/لتر}$$

السؤال الثالث:

محلول منظم حجمه ٥٠٠ مل مكون من القاعدة N_2H_4 (٠,٢ مول/لتر) والملح N_2H_5Cl (٠,٢ مول) إذا علمت أن قيمة K_b لـ $N_2H_4 = 1 \times 10^{-6}$:

- ١- ما صيغة الأيون المشترك؟
- ٢- احسب $[OH^-]$ في المحلول المنظم؟
- ٣- احسب $[NaOH]$ الذي يجب إضافتها الى المحلول لعمل محلول رقمه الهيدروجيني (٨)؟ (أهمل التغير في الحجم)

السؤال الرابع:

في الجدول المجاور محاليل تركيز كل منها (0,1 مول/لتر) إعتماًداً عليه ، أجب عن الاسئلة التالية :

المعلومات	المحلول
$Ka = 6,4 \times 10^{-4}$	الحمض HA
$Kb = 1 \times 10^{-9}$	القاعدة E
$[B^-] = 2 \times 10^{-3}$	الحمض HB
$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-12}$	القاعدة D
$PH = 3$	الحمض HC
$PH = 9$	الملح KX
$[OH^-] = 1 \times 10^{-3}$	الملح KZ

- 1- حدد القاعدة التي حمضها المرافق هو الأقوى؟
- 2- أكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف؟
- 3- أي الحموض المذكورة أكثر تأيناً في الماء .
- 4- أي القواعد لها أقل قيمة PH؟
- 5- احسب قيمة PH للقاعدة E؟
- 6- أي الحموض أقوى HX أم HZ؟
- 7- أكتب معادلة تفاعل HB مع الملح NaC ثم حدد الجهة التي يرجحها الإتزان؟

السؤال الخامس:

محلول منظم حجمه 2 لتر مكون من القاعدة NH_3 بتركيز (0,4 مول/لتر) والملح NH_4Br ، وقيمة PH للمحلول (9,6) إذا علمت أن $(K_b \text{ لـ } NH_3 = 2 \times 10^{-5})$ ، أجب عما يلي :

- 1- اكتب معادلة تأين N_2H_4 في الماء؟
- 2- احسب تركيز الملح NH_4Br ؟

3- احسب كتلة KOH اللازم إضافتها الى المحلول السابق للحصول على PH = 10 (الكتلة المولية لـ KOH = 56 غم/مول) (أهمل التغير في الحجم)

السؤال السادس :

يمثل الجدول التالي بعض المواد (أحماض ، قواعد ، أملاح) ، أدرسه جيداً ثم أجب عن الاسئلة التي تليه :

1- أكتب المادة التي تعبر عن :

أ- حمض لويس ب- قيمة PH لها $\gamma = 7$ ج- تسلك سلوك الحمض والقاعدة

HCOOH	Ba(OH) ₂	HCOONa	CH ₃ NH ₃ CL
N ₂ H ₄	NaHSO ₄	HCO ₃ ⁻	B(OH) ₃

2- حدد المادتين اللتين تمثلان محلولاً منظماً ؟

3- فسر بمعادلات سلوك محلول الملح CH₃NH₃CL ؟

4- أكمل التفاعل التالي ، ثم حدد الأزواج المترافقة من

الحمض والقاعدة :



5- احسب قيمة PH لمحلول Ca(OH)₂ حجمه ٢ لتر مذاب فيه ٠,٤ مول ؟

6- فسر سلوك الحمض HCOOH حسب مفهوم برونستد- لوري ؟

السؤال السابع : احسب تركيز الحمض HBr اللازم إضافتها الى محلول مكون من حمض HCN بتركيز 0,1 مول/لتر والملح KCN بتركيز 0,1 مول/لتر حتى تتغير قيمة PH بمقدار 0,3 ، $K_a \text{ لـ HCN} = 5 \times 10^{-10}$ ؟

السؤال الثامن :

محلول منظم حجمه 2 لتر من الحمض H₂CO₃ والملح NaHCO₃ ، فإذا علمت أن تركيز الملح يساوي (5) أضعاف تركيز الحمض وأن قيمة PH لهذا المحلول = 7,1 ، ك.م NaOH = 40 غم/مول : (أهمل التغير في الحجم)

أ- احسب قيمة Ka للحمض H₂CO₃ ؟

ب - عند اضافة 8 غرام من NaOH الى المحلول المنظم أصبحت قيمة PH = 7,4 :

أجب عما يلي :

1- احسب تركيز الحمض H₂CO₃ في بداية التفاعل ؟

2- احسب تركيز الملح NaHCO₃ الابتدائي ؟

السؤال التاسع :

- محلول منظم مكون من الحمض الضعيف HX تركيزه ٠,٦ مول/لتر والملح Ba(X)₂ تركيزه ٠,2 مول/لتر
 اذا كانت قيمة $K_a = 4 \times 10^{-5}$ ، أجب عما يلي : (أهمل التغير في الحجم)
- أ- ما صيغة الأيون المشترك ؟
 ب- أوجد قيمة PH للمحلول ؟
 ج- إذا أضيف (٠,١ مول) من NaOH الى لتر من المحلول احسب قيمة PH ؟
 د- احسب PH للمحلول بعد اضافة ٠,02 مول الى 200 مللتر من HCl
 ه- احسب تركيز [HBr] اللازم اضافته للمحلول ليصبح PH للمحلول 4

تطبيقات حياتية: (حفظ)

الدم محلول منظم : ان الرقم الهيدروجيني للدم يتراوح بين (7,35 - 7,45) ويعتبر الدم محلول منظم اذ يعمل على ضبط الرقم الهيدروجيني رغم ما يتناول الانسان من تنوع مثل الحموض كعصير الفواكه والطماطم ومثل القواعد كالخيار

من اهم المحاليل الموجودة في الدم حمض الكربونيك والكربونات الهيدروجينية



- ** عند انخفاض تركيز الهيدرونيوم يزداد تركيز حمض الكربونيك لانتاج ايونات هيدرونيوم جديدة
 ** عند زيادة تركيز الهيدرونيوم فانه يتفاعل مع HCO_3^- ويتكون حمض الكربونيك H_2CO_3 وهو ضعيف التاين فهو يفكك في الرئة مكونا الماء وثاني اكسيد الكربونالذي يتخلص منه عن طريق التنفس (الزفير) وبذلك يتخلص الدم من زيادة الهيدرونيوم فيه ويبقى محافظا على درجة حموضته.

((تم بحمد الله))