الكيمياء التحليلية

التحليل الكمي بالحجم

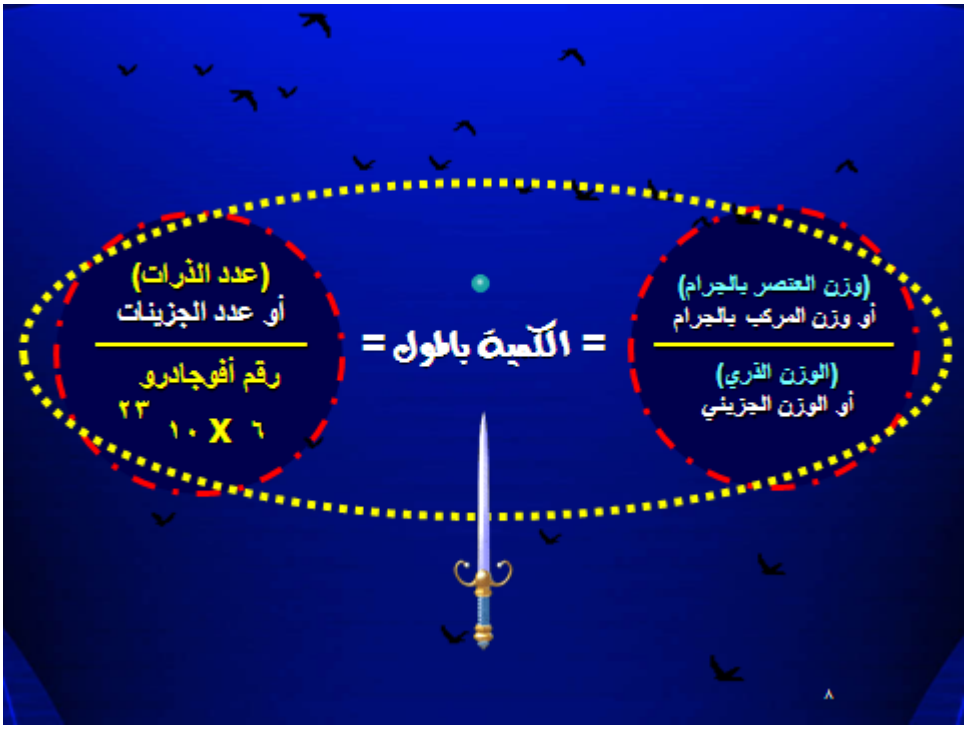
الوزن الذري: - هو وزن نسبي حيث ننسب لإحدى الذرات فمثلا

$$H = 1 , Na = 23 , S = 32 , Cl = 35.5 , C = 12 , O = 16 , N = 14$$

الوزن الجزيئى: - هومجموع الأوزان الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزئ

$$NaCl = Na + Cl = 23 + 35.5 = 58.5$$

$$Na_2CO_3 = 2Na + C + 3O = 2(23) + 1(12) + 3(16) = 46 + 12 + 48 = 106$$



مثال: -

أ) كم مول من كبريتور الهيدروچين توجد في 6.815 جم منه.

ب) احسب عدد جزيئات كبريتور الهيدروچين في نفس الوزنة.

جـ) احسب عدد ذرات كل من الهيدروچين والكبريت في الوزنة المذكورة.

الحل

أ) الكمية بالمول = $\frac{\text{وزن المركب بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئى}}$

الكمية بالمـــول من H_2S = $\frac{6.815}{34 = 2 + 32 = H_2S}$ = $\frac{6.815}{34}$ = 0.2 مول

ب) الكمية بالمول = $\frac{\text{عدد الجزيئات}}{\text{رقم أفوجادرو } 6 \text{ X } 10^{23}}$

عدد الجزيئات = $0.2 \text{ X } 6 \text{ X } 10^{23}$ = $1.2 \text{ X } 10^{23}$ جزئ.

جـ) نلاحظ من الرمز أن واحد جزئ من H_2S يحتوي على 1 ذرة من عنصر الكبريت + 2 ذرة من عنصر الهيدروچين

عدد ذرات S = عدد جزيئات المركب = $1.2 \text{ X } 10^{23}$ ذرة

عدد ذرات H = ضعف عدد جزيئات المركب = ($1.2 \text{ X } 10^{23}$) X 2 ذرة

مثال: -

احسب الوزن بالجرام من عنصر الصوديوم في واحد مول منه و كذلك عدد الذرات

الحل

$\frac{\text{عدد الذرات؟}}{\text{رقم افوجادرو } 6 \text{ X } 10^{23}}$ = $\frac{\text{Na}}{\text{الكمية بالمول } 1 \text{ مول}}$ = $\frac{\text{وزن العنصر بالجرام ?}}{\text{الوزن الذرى Na = 23}}$

وزنة الصوديوم بالجرام = 1 X 23 = 23 جم

عدد الذرات = $1 \text{ X } 6 \text{ X } 10^{23}$ = $6 \text{ X } 10^{23}$ ذرة صوديوم

من ذلك المول الواحد من عنصر ما يحتوي على الوزن الذري له معبراً عنه بالجرام ويحتوي

على عدد من الذرات = رقم أڤوجادرو

وزن المعادلات هام جداً في العمليات الحسابية,,,,,

$$\underset{1}{Na_2CO_3} + \underset{2}{2\ HCl} \rightarrow \underset{2}{2\ NaCl} + \underset{1}{H_2CO_3}$$

مثال: -

يُحضَّر NaOH بتفاعل Na_2CO_3 مع $Ca(OH)_2$, كم جرام من هيدروكسيد الصوديوم يمكن الحصول عليها من تفاعل 1000 جم من كربونات الصوديوم مع هيدروكسيد الكالسيوم

الحل

الكمية بالمـــول من Na_2CO_3 = وزن المركب بالجرام / الوزن الجزيئى له = 1000 / 106 = 9.4 مول

1 مول	***1 مول***	***2 مول***	***1 مول***
Na_2CO_3	+ $Ca(OH)_2$	→ 2 NaOH	+ $CaCO_3$
	؟ جم		1000 جم
9.4 مول	9.4 مول	2 (9.4) مول	

الكمية بالمول من NaOH = 9.4 X 2 = 18.8 مول.

الكمية بالمـــول من NaOH = وزن المركب بالجرام ؟ / الوزن الجزيئى له = 18.8 / 40

وزنة NaOH الناتجة = 40 X 18.8 = 752 جم.

العامل الحسابي (عامل التحويل)

هو حساب وزنة مادة مجهولة بمعلومية مادة أخرى معلومة في معادلة موزونة واحدة

مثال: -

احسب وزنة AgCl عند استعمال 29.3 جم من كلوريد الصوديوم ومعادلته بكمية وافرة من نترات الفضة

الحل

1	1	1	1
NaCl	+ $AgNO_3$	→ AgCl	+ $NaNO_3$
	وزنة مجهولة		وزنة معلومة
	?		29.3

قانون للحفظ

وزنة المادة المجهولة = وزنة المادة المعلومة X الوزن الجزيئى للمجهول / الوزن الجزيئى للمعلوم

$$\frac{AgCl}{NaCl} \times 29.3 = AgCl \text{ وزنة}$$

مع مراعاة تساوي الجزء المشترك فوق و تحت الكسر عددياً

** استخدام العامل الحسابي لحساب كمية عنصر في مركب

مثال: -

احسب % للعناصر المختلفة في كربونات الصوديوم

الحل

بفرض أن وزنة المركب = 100 لأنة طلب نسبة مئوية

$$\frac{2\,Na}{Na_2CO_3} \times 100 = Na\ \%$$

$$\frac{C}{Na_2CO_3} \times 100 = C\ \%$$

$$\frac{3O}{Na_2CO_3} \times 100 = O\ \%$$

التركيز

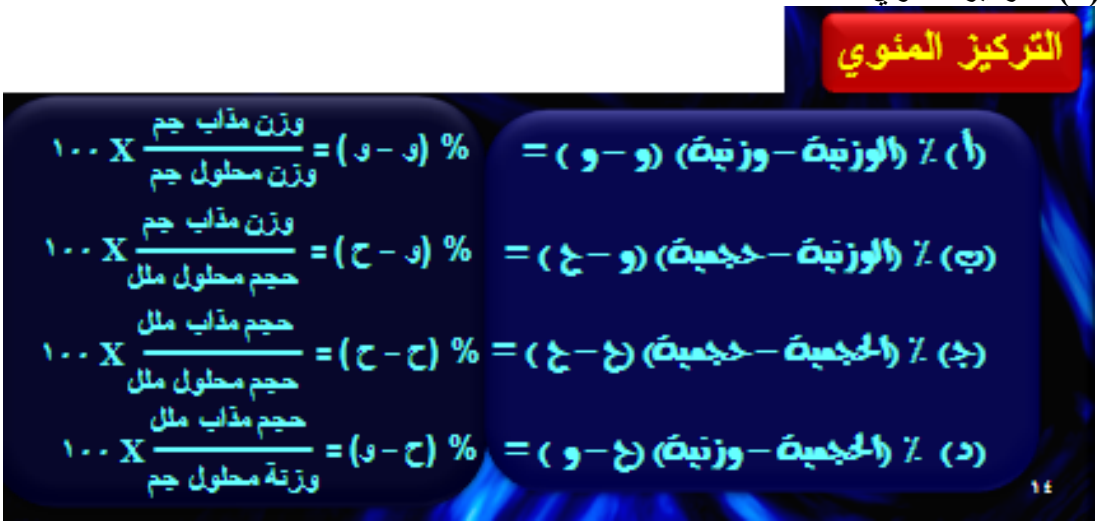
(المحلول = مذاب + مذيب)

(1) جم / وحدة حجم: -

محلول تركيزه 2 جم / لتر من كلوريد الصوديوم

هذا يعني 2 جم من المذاب و هو كلوريد الصوديوم- لكل واحد لتر من المحلول.

(2) التركيز المئوي: -



** عند ذكر % بالمسألة و لم نحدد نوعها نعتبرها % (و – و) , القانون التالي لتحويل الوزن إلى حجم أو العكس بالاستعانة بالكثافة

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة (الوزن)}}{\text{الحجم}}$$

مثال: -

محلول من حمض الكبريتيك تركيزه 28 % و كثافته 1.14 جم / ملل احسب % (و- ح) , (ح- و) , (ح- ح) للمحلول , كثافة الحمض المركز = 1.83 جم / ملل

الحل

بما أننا ذكرنا % بدون تحديد إذن فهي % (و – و)

28 % تعني وزنة المذاب = 28 جم من H_2SO_4 , وزنة المحلول = 100 جم

بمعلومية الكثافة يمكن تحويل وزن المحلول إلى حجم محلول

$$\text{الكثافة (ث)} = \frac{\text{الوزن (و)}}{\text{الحجم (ح)}}$$

$$\text{الحجم (ح)} = \frac{\text{الوزن (و)}}{\text{الكثافة (ث)}} = \frac{100 \text{ جم}}{1.14} = 87.7 \text{ ملل}$$

$$\%\ (\text{و} — \text{ح}) = 100\ X\ \frac{\text{وزنة المذاب جم}}{\text{جحم المحلول بالملليلتر}}$$

$$= \frac{28}{87.7}\ X\ 100 = 31.9\ \%$$

$$\%\ (\text{ح} — \text{و}) = 100\ X\ \frac{\text{حجم المذاب بالملليلتر}}{\text{وزنة المحلول جم}}$$

حجم المذاب $= \frac{28}{1.83} = 15.3$ ملل

$$\%\ (\text{ح} — \text{و}) = \frac{15.3}{100}\ X\ 100 = 15.3\ \%$$

$$\%\ (\text{ح} — \text{ح}) = 100\ X\ \frac{\text{حجم المذاب بالملليلتر}}{\text{جحم المحلول بالملليلتر}}$$

$$\%\ (\text{ح} — \text{ح}) = \frac{15.3}{87.7}\ X\ 100 = 17.4\ \%$$

(3) الجزء في المليون ppm: - ملليجم / لتر

(4)الكسر المولي: -

عبارة عن النسبة بين الكمية بالمول من مادة و مجموع الكميات بالمول المكونة للمخلوط, مع ملاحظة أن مجموع الكسور المولية لأي مخلوط = الواحد الصحيح

مثال: -

مخلوط غازي يحتوي على 14 جم آزوت, 11 جم ثاني أكسيد الكربون, 3.2 جم ثاني أكسيد الكبريت, احسب الكسر المولي لكل من مكونات المخلوط

الحل

$$\text{الكمية بالمول} = \frac{\text{وزن المركب بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئى}}$$

$$\text{كمية } N_2 \text{ بالمول} = \frac{14}{2 \times 14} = 0.5 \text{ مول}$$

$$\text{كمية } CO_2 \text{ بالمول} = \frac{11}{44} = 0.25 \text{ مول}$$

$$\text{كمية } SO_2 \text{ بالمول} = \frac{3.2}{64} = 0.05 \text{ مول}$$

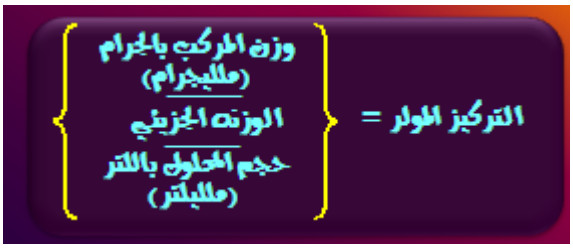
$$\text{مجموع الكميات بالمول} = 0.5 + 0.25 + 0.05 = 0.8 \text{ مول}$$

$$\text{الكسر المولى من } N_2 = \frac{0.5}{0.8} = 0.625$$

$$\text{الكسر المولى من } CO_2 = \frac{0.25}{0.8} = 0.3125$$

$$\text{الكسر المولى من } SO_2 = \frac{0.05}{0.8} = 0.0625$$

(5) التركيز المولر: - عادة ما تعبر المعادلة عن التعريف



مثال: -

أذيب 5 جم كلوريد صوديوم في 45 جم ماء, كثافة المحلول 1.2 جم / ملل, احسب التركيز المولر للمحلول- احسب الكسر المولي لكلوريد الصوديوم

الحل

وزنة المذاب = 5 جم وزنة المذيب = 45 جم ث = 1.2 جم / ملل

المحلول = مذاب + مذيب

وزنة المحلول = وزنة المذاب + وزنة المذيب

= 5 جم + 45 جم = 50 جم

$$\text{الكثافة (ث)} = \frac{\text{الوزن (و)}}{\text{الحجم (ح)}}$$

$$\text{ح المحلول بالملل} = \frac{50}{1.2} = 41.6 \text{ ملل}$$

$$\text{ح المحلول باللتر} = \frac{41.6}{1000} = 0.0416 \text{ لتر}$$

$$\text{التركيز بالمـــولر} = \frac{\text{و. المذاب بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئى له}} \div \text{حجم المحلول باللتر} = \frac{5}{58.5} \div 0.0416 = 2.05 \text{ مولر}$$

المخلوط عبارة عن مذاب (NaCl) + مذيب (H_2O) , نحسب الكمية بالمول لكل مكون منهما

$$\text{الكمية بالمول} = \frac{\text{وزن المـــادة بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئى}}$$

$$\text{الكمية بالمول } (NaCl) = \frac{5}{58.5} = 0.085 \text{ مول}$$

$$\text{الكمية بالمول } (H_2O) = \frac{45}{18} = 2.5 \text{ مول}$$

$$\text{الكسر المـــولى } (NaCl) = \frac{0.085}{0.085 + 2.5}$$

$$\text{الكسر المـــولى } (H_2O) = \frac{2.5}{0.085 + 2.5}$$

مثال: -

محلول حمض كبريتيك تركيزه 45 % و كثافته 1.42 جم / ملل, احسب التركيز المولر للمحلول

الحل

45 % تعني وزنة المذاب (H_2SO_4) = 45 جم

وزنة المحلول = 100 جم

لكن لحساب التركيز المولر مطلوب حجم محلول و ليس وزنه

$$\text{الكثافة (ث)} = \frac{\text{الوزن (و)}}{\text{الحجم (ح) ؟}}$$

$$\text{حجم المحلول ملل} = \frac{\text{الوزن (و)}}{\text{الكثافة (ث)}} = \frac{100}{1.42} = 70.4 \text{ ملل}$$

$$\text{لكن المطلوب باللتر} = \frac{70.4}{1000} = 0.0704 \text{ لتر}$$

$$\text{التركيز بالمـــولر} = \frac{\text{و. الحمض بالجرام}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \frac{\frac{45}{98}}{0.0704} = 6.5 \text{ مولر}$$

مثال : -

عومل مخلوط من 20 جم بروميد كالسيوم, 11.9 جم بروميد بوتاسيوم, 10.3 جم بروميد صوديوم بالماء حتى صار الحجم الكلي للمحلول 400 ملل . كيف تعبر عن التركيز المولر لكل من مكونات المحلول؟

الحل

للتعبير عن التركيز في هذه الحالة لابد من وجود 3 أرقام

$$\text{التركيز بالمـــولر} = \frac{\text{و. المذاب بالجرام}}{\frac{\text{الوزن الجزيئى له}}{\text{حجم المحلول باللتر}}}$$

$$\text{التركيز بالمـــولر } (CaBr_2) = \left(\frac{\frac{20}{200}}{\frac{400}{1000}}\right) = 0.25 \text{ مولر}$$

$$\text{التركيز بالمـــولر } (KBr) = \left(\frac{\frac{11.9}{119}}{\frac{400}{1000}}\right) = 0.25 \text{ مولر}$$

$$\text{التركيز بالمـــولر } (NaBr) = \left(\frac{\frac{10.3}{103}}{\frac{400}{1000}}\right) = 0.25 \text{ مولر}$$

مثال: -

محلول من كلوريد الصوديوم تركيزه 0.1 مولر و كثافته 1.02 جم / ملل, احسب % (و- و) للمحلول- احسب الكسر المولي للمذيب

الحل

0.1 مولر تعني أن كمية المذاب من (NaCl) = 0.1 مول / واحد لتر محلول

ومن كمية (NaCl) بالمول يمكن حساب وزنه بالجرام

$$\text{الكمية بالمول } \sqrt{} = \frac{\text{وزن المركب بالجرام } ?}{\text{الوزن الجزيئى } \sqrt{}}$$

وزنة (NaCl) بالجرام = 0.1 X 58.5 = 5.85 جم

و لحساب % (و – و) , مطلوب وزن المحلول بالجرام , لكن الموجود هو حجم المحلول باللتر = واحد

$$\text{الكثافة (ث)} = \frac{\text{الوزن (و) ?}}{\text{الحجم (ح)}}$$

وزنة المحلول بالكيلوجرام = 1.02 X 1 = 1.02 كجم . لأن اللتر يتحول إلى كيلوجرام بالكثافة

وزن المحلول بالجرام = 1.02 X 1000 = 1020 جم

$$\%\ (\text{و} - \text{و}) = \frac{\text{وزنة المذاب جم}}{\text{وزنة المحلول جم}} \times 100$$

$$\%\ (\text{و} - \text{و}) = \frac{5.58}{1020} \times 100 = \%\ 0.57$$

- **المحلول = مذاب + مذيب**
- 1020 جم = 5.85جم + ؟
- وزنة المذيب فقط = 1020 – 5.85 = 1014.15 جم
- الكمية بالمول من المذاب = 0.1 مول .

$$\text{الكمية بالمول من المذيب} = \frac{\text{وزن المادة بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئى}} = \frac{1014.15}{H_2O = 18} = 56.3 \text{ مول}$$

$$\text{الكسر المولى للمذيب فقط} = \frac{56.3}{0.1 + 56.3}$$

(6) التركيز المولل: -

مثال: -

محلول كبريتات صوديوم تركيزه 25 % و كثافته 1.1 جم / ملل- احسب التركيز المولر والتركيز المولل للمحلول

الحل

25 % تعني 25 جم مذاب (Na_2SO_4) / 100 جم محلول

$$\text{الكثافة (ث)} = \frac{\text{الوزن (و)}}{\text{الحجم (ح)}}$$

$$\text{حجم المحلول بالملل} = \frac{100}{1.1} = 90.9 \text{ ملل}$$

$$\text{التركيز بالمولر} = \frac{\text{و. المذاب بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئى له}} \Big/ \text{حجم المحلول باللتر}$$

$$\text{التركيز بالمولر} = \frac{\frac{25}{142}}{\frac{90.9}{1000}} = 1.9 \text{ مولر}$$

لحساب التركيز بالمولل, لابد من حساب وزن المذيب فقط بالكيلوجرام

- محلول = مذاب + مذيب
- 100 = 25 + ؟
- وزن المذيب = 100 – 25 = 75 جم.

$$\text{الوزن بالكيلوجرام} = \frac{75}{1000} = 0.075 \text{ كجم}$$

$$\text{التركيز المولل} = \frac{25}{\frac{142}{0.075}} = 2.3 \text{ مولل}$$

(7) التركيز العـــــياري: -

$$\text{ح} \times \text{ع} = \text{الكمية بالمكافئات باللتر} = \frac{\text{وزن مذاب جم}}{\frac{\text{الوزن الجزيئى}}{\text{هـ}}}$$

$$\text{ع} = \frac{\text{X}}{\text{هـ}}$$

واحد مول

يجب ملاحظة الآتي

1 مول	2 مول	2 مول	1 مول
Na_2CO_3	+ 2 HCl	→ 2 NaCl	+ H_2CO_3
1	1	1	1
كـــــــ	كـــــــ	كـــــــ	كـــــــ

مثال: -

احسب وزن هيدروكسيد الصوديوم اللازم لتحضير محلول حجمه 400 ملل و تركيزه 0.2 ع (عياري)

الحل

$$\text{ع} \times \text{ح} = \text{الكمية بالمكافئات} = \frac{\text{وزن مذاب جم}}{\text{الوزن الجزيئى هـ}}$$

باللتر

$$\frac{\text{وزن مذاب جم}}{40 = NaOH} = 0.08 = 0.2 \times \frac{400}{1000}$$

وزن مذاب جم = 3.2 جم

مثال: -

محلول من حمض الكبريتيك تركيزه 20 % بالوزن و كثافته 1.14 حم / ملل- احسب تركيزه المولر والعياري بالإضافة للتركيز المولل

الحل

20 % تعني 20 جم مذاب (H_2SO_4) / وزن قدره 100 جم محلول

$$\text{الكثافة (ث)} = \frac{\text{الوزن (و)}}{\text{الحجم (ح) ?}}$$

$$\text{حجم المحلول بالملليلتر} = \frac{100}{1.14} = 87.7 \text{ ملل}$$

1) التركيز بالمـــولر $= \left(\frac{\text{و. المذاب بالجرام} = 20}{\frac{\text{و. الجزيئى له } (H_2SO_4) = 98}{\text{حجم المحلول باللتر} = \frac{87.7}{1000}}} \right) = 2.3$ مولر

1 مولر = (هـ = 2) X عيـــــــــارى لحمض (H_2SO_4)

2.3 مولر = ?

2) التركيز العيارى = $\frac{2 \text{ X } 2.3}{1}$ = 4.6 ع

وزن المحلول - وزن المذاب = وزن المذيب

100 جم - 20 جم = 80 جم

وزن المذيب فقط بالكيلوجرام = $\frac{80}{1000}$ = 0.08 كيلوجرام

3) التركيز المولل = $\frac{\text{الكمية بالمول} = \left(\frac{20}{98}\right)}{\text{وزن المذيب فقط بالكيلوجرام} = (0.08)}$

يمكن اعتبار أن تحويل الكمية بالمول إلى كمية بالمكافئات تبعاً للقانون التالي

الكمية بالمكافئات لأي مركب = الكمية بالمول منه X قيمة (هـ) لهذا المركب

التخفيف

(1) التخفيف بالماء: -

قبل التخفيف		بعد التخفيف
ح x التركيز	=	ح x التركيز

***** بشرط الحجوم على الطرفين من نوع واحد, التركيز على الطرفين من نوع واحد***

(2) التخفيف بمحلول من نفس النوع: -

قبل التخفيف		بعد التخفيف
(ح الأول x تركيزه) + (ح الثاني x تركيزه)	=	(ح النهائى x التركيز النهائي)

***** بشرط الحجوم على الطرفين من نوع واحد, التركيز على الطرفين من نوع واحد***

(3) التخفيف بمحلول من نوع آخر: - هنا يوجد أكثر من تركيز حسب عدد المواد, بفرض أنهم اثنين: -

قبل التخفيف بعد التخفيف

- (ح الأول x تركيزه) = (ح النهائنقد يكون مجموع الحجوم x التركيز النهائي للأول)
- (ح الثاني x تركيزه) = (ح النهائنقد يكون مجموع الحجوم x التركيز النهائي للثاني)

***** بشرط الحجوم على الطرفين من نوع واحد, التركيز على الطرفين من نوع واحد***

مثال: -

محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 0.1 مولر و حجمه 100 ملل, خفف المحلول بالماء وأصبح الحجم النهائي له 250 ملل, احسب التركيز المولر للمحلول الناتج

الحل

واضح أن التخفيف بالماء

قبل التخفيف بعد التخفيف

ح x التركيز = ح x التركيز

0.1 x 100 = x250 ؟

$$\text{التركيز بالمـــولر} = \frac{0.1 \times 100}{250} = 0.04 \text{ مولر}$$

مثال: -

كيف تحضر نصف لتر من محلول حمض كلورودريك 0.2 مولر إذا كان لديك محلول من الحمض تركيزه 30 % و كثافته = 1.16 جم / ملل

الحل

30 % تعني 30 جم من المذاب لكل 100 جم محلول (% و – و)

$$\text{حجم المحلول} = \frac{100}{1.16} = 86.2 \text{ ملل}$$

$$\text{التركيز بالمولر} = \frac{\text{وزن المركب بالجرام (مللجم)}}{\text{الوزن الجزيئى له} \quad \text{حجم المحلول باللتر (ملل)}}$$

$$\text{التركيز بالمولر} = \frac{\frac{30}{36.5}}{\frac{86.2}{1000}} = 9.5 \text{ مولر}$$

قبل التخفيف بعد التخفيف

ح x التركيز = ح x التركيز

ح ملل ؟ x 9.5 = 0.2 x 500

الحجم بالميلليلتر = $\frac{0.2 \times 500}{9.5}$ = 10.5 ملل

من ذلك يؤخذ 10.5 ملل من المحلول المركز و يضاف إليه 500 – 10.5 = 489.5 ملل ماء نحصل على المطلوب

مثال: -

محلول كلوريد صوديوم حجمه 100 ملل و تركيزه 0.1 مولر , أضيف إلى محلول كبريتات بوتاسيوم حجمه 400 ملل و تركيزه 0.08 مولر, احسب التركيز المولر للمحلول النهائي

الحل

التخفيف بمحلول من نوع آخر

قبل التخفيف بعد التخفيف

(ح الأول x تركيزه) = (ح النهائي قد يكون مجموع الحجوم x التركيز النهائي للأول)

0.1 x 100 = التركيز المولر النهائي من NaCl x (400 + 100)

التركيز بالمـــولر NaCl = $\frac{0.1 \times 100}{500}$ = 0.02 مولر

قبل التخفيف بعد التخفيف

(ح الثاني x تركيزه) = (ح النهائي قد يكون مجموع الحجوم x التركيز النهائي للثاني)

0.08 x 400 = تركيز نهائي بالمولر من K_2SO_4 x (400 + 100)

التركيز بالمـــولر K_2SO_4 = $\frac{0.08 \times 400}{500}$ = 0.064 مولر

مثال: -

أضيف إلى محلول كبريتات مغنيسيوم حجمه 100 ملل و تركيزه 0.3 مولر , 150 ملل محلول كلوريد بوتاسيوم تركيزه 0.12 مولر ثم خفف المحلول الناتج بالمـــــاء حتى أصبح الحجم النهائي 5 لتر, احسب التركيز المولر للمحلول النهائي في حالة كبريتات المغنيسيوم

الحل

قبل التخفيف		بعد التخفيف
ح x التركيز	=	ح x التركيز
0.3 x 100	=	؟ x (1000 x 5)

التركيز بالمـــولر $MgSO_4$ = $\frac{0.3 \times 100}{500}$ = 0.06 مولر

تفاعلات الحموضة و القلوية

$$\text{الوزن المكافئ} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{هـ}}$$

المواد الحامضية: -

(1) الأحماض: -

(أ) القوية: -

هيدروكلوريك = HCl هـ = 1

نيتريك = HNO_3 هـ = 1

كبريتيك = H_2SO_4 هـ = 2

(ب) الضعيفة: -

خليك = $CH_3 - COOH$ هـ = 1

زرنيخيك = H_3AsO_4 هـ = 3

كربونيك = H_2CO_3 هـ = 2

حمض الهيدروسيانيك أو سيانيد الهيدروچين = HCN هـ = 1

حمض أوكساليك = $H_2C_2O_4$ هـ = 2

حمض فوسفوريك = H_3PO_4 هـ = 3

تترأوكسالات البوتاسيوم = $KHC_2O_4 . H_2C_2O_4$ هـ = 3

(2) الأكاسيد الحامضية: -

ثاني أكسيد الكبريت — حمض كبريتوز

$$SO_2 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_3$$

هـ = 2 — هـ = 2

ثالث أكسيد الكبريت

$$SO_3 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_4$$

هـ = 2 هـ = 2

خامس أكسيد الآزوت (النيتروجين)

$$N_2O_5 \xrightarrow{H_2O} 2\,HNO_3$$

هـ = 2 هـ = 1

خامس أكسيد الفوسفور

$$P_2O_5 \xrightarrow{H_2O} 2\,H_3PO_4$$

هـ = 6 هـ = 3

$$CO_2 \xrightarrow{H_2O} H_2CO_3$$

هـ = 2 هـ = 2

(3) الأملاح الحامضية: -

KHC_2O_4 أوكسالات بوتاسيوم حامضية هـ = 1

$FeCl_3$ كلوريد حديديك هـ = 3

NH_4Cl كلوريد أمونيوم هـ = 1

$KHC_2O_4 . H_2C_2O_4$ تترأوكسالات بوتاسيوم هـ = 3

$(NH_4)_2SO_4$ كبريتات أمونيوم هـ = 2

المواد القاعدية: -

(1) القواعد: -

(أ) القوية: -

هيدروكسيد الصوديوم = $NaOH$ هـ = 1

هيدروكسيد بوتاسيوم = KOH هـ = 1

هيدروكسيد ليثيوم = $LiOH$ هـ = 1

(ب) الضعيفة: -

الأمونيا = NH_3 هـ = 1

هيدروكسيد الأمونيوم = NH_4OH هـ = 1

هيدروكسيد رصاص = $Pb(OH)_2$ هـ = 2

هيدروكسيد ألومنيوم = $Al(OH)_3$ هـ = 3

(2) الأكاسيد القاعدية: -

أكسيد صوديوم

$$Na_2O \xrightarrow{H_2O} 2\ NaOH$$

هـ = 2 **هـ = 1**

أكسيد بوتاسيوم

$$K_2O \xrightarrow{H_2O} 2\ KOH$$

هـ = 2 هـ = 1

أكسيد زنك

$$ZnO \xrightarrow{H_2O} Zn(OH)_2$$

هـ = 2 هـ = 2

أكسيد كالسيوم

$$CaO \xrightarrow{H_2O} Ca(OH)_2$$

هـ = 2 هـ = 2

أكسيد ألومنيوم

$$Al_2O_3 \xrightarrow{H_2O} 2\ Al(OH)_3$$

هـ = 6 هـ = 3

(3) الأملاح القاعدية: -

KHC_2O_4 $NaHCO_3$ Na_2CO_3

أوكسالات بوتاسيوم حامضية بيكربونات صوديوم كربونات صوديوم

هـ = 1 هـ = 1 هـ = 2

$Na_2B_4O_7$ NaH_2BO_3 $CH_3 - COONa$

بوراكس (تترابورات صوديوم) ميتابورات صوديوم خلات صوديوم

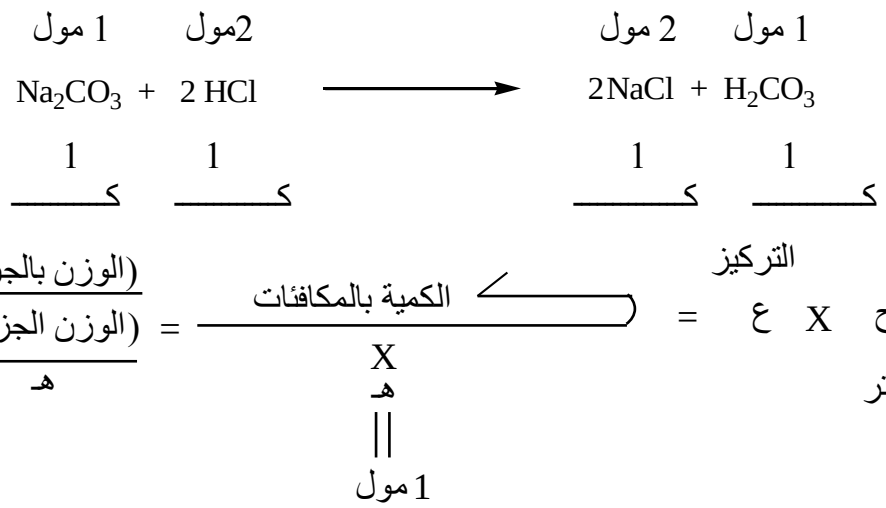
هـ = 2 هـ = 1 هـ = 1

$KHC_2O_4 . H_2C_2O_4$ $K_2C_2O_4$

تترأوكسالات بوتاسيوم أوكسالات بوتاسيوم

هـ = 1 هـ = 2

يجب ملاحظة الآتي: -



مثال: -

ما هو التركيز العياري لحمض كبريتيك 0.05 مولر

الحل

1 مولر = هـ عياري

0.05 = ؟

التركيز العيارى (ع) = $\frac{2 \times 0.05}{1}$ = 0.1 ع

مثال : -

احسب الوزن المكافئ للمواد التالية في تفاعلات الحموضة و القلوية- فوسفات صوديوم أحادي القاعدية- أوكسالات بوتاسيوم- أكسيد ألومنيوم - كبريتات أمونيوم- خامس أكسيد الآزوت

الحل

الوزن المكافئ = $\frac{\text{الوزن الجزيئى}}{\text{هـ}}$

حمض	قاعدة	قاعدة
$\frac{NaHSO_4}{1}$	$\frac{NaH_2PO_4}{1}$	$\frac{K_2C_2O_4}{2}$
قاعدة	حمض	حمض
$\frac{Al_2O_3}{6}$	$\frac{(NH_4)_2\ SO_4}{2}$	$\frac{N_2O_5}{2}$

مثال: -

ما هو حجم الحمض 0.1 ع اللازم للتعادل مع 0.3 جم هيدروكسيد صوديوم

الحل

$$\frac{\text{كـ حمض}}{} = \frac{\text{كـ NaOH}}{\frac{\text{و جم}}{\text{NaOH}}}$$

$$\text{ح لتر} \times \text{ع} = \frac{\text{جم } 0.3}{\frac{40 = \text{NaOH}}{1}}$$

$$\text{ح لتر ؟} \times 0.1 = \frac{1}{\frac{40 = \text{NaOH}}{1}}$$

مثال: -

أضيف 2 جم هيدروكسيد كالسيوم إلى 3 جم هيدروكسيد صوديوم ثم أذيب المخلوط في الماء وأكمل الحجم إلى 250 ملل احسب عيارية المحلول كقلوي - احسب التركيز المولر لحمض الكبريتيك الذي يتعادل 300 ملل منه مع المحلول السابق

الحل

$$\frac{\text{كـ كقلوى}}{} = \frac{\text{كـ NaOH}}{\frac{3}{\text{NaOH}}} + \frac{\text{كـ Ca (OH)}_2}{\frac{2}{\text{Ca (OH)}_2}}$$

$$\text{ع ؟} \times \frac{250}{1000} = \frac{1}{\frac{\text{NaOH}}{1}} + \frac{2}{\frac{\text{Ca (OH)}_2}{2}}$$

و منها نحسب ع لها

$$\frac{\text{كـ } H_2SO_4}{} = \frac{\text{كـ NaOH}}{\frac{3}{\text{NaOH}}} + \frac{\text{كـ Ca (OH)}_2}{\frac{2}{\text{Ca (OH)}_2}}$$

$$\text{ع}' ؟ \times \frac{300}{1000} = \frac{1}{\frac{\text{NaOH}}{1}} + \frac{2}{\frac{\text{Ca (OH)}_2}{2}}$$

و منها نحسب ع$'$ لها

1 مولر = (هـ = 2) عيارى لحمض H_2SO_4

? = ع / محسوبة

التركيز المولر لحمض H_2SO_4 = $\frac{\text{ع / محسوبة X 1}}{2}$ مولر

مثال: -

احسب الكمية بالمكافئ الموجودة في: -

(أ) 1.89 جم حمض أوكساليك. 2 جزئ ماء.

(ب) 25 ملليلتر 0.12 ع هيدروكسيد أمونيوم.

(جـ) 0.18 مول حمض زرنيخيك.

الحل

(أ) $\frac{\text{و جم} = 1.89}{\text{و جزيئى} = H_2C_2O_4+2H_2O}$ = $\frac{\text{كـ}}{H_2C_2O_4.2H_2O}$

هـ = 2

(ب) كـ NH_4OH = ح لتر X ع = $0.12 \text{ X } \frac{25}{1000}$

(جـ) للتحويل من كمية بالمول إلى كمية بالمكافئ (كـــــــ) نتبع القانون التالي: -

1 مول = (هـ = 3) X (H_3AsO_4 كـــــــ)

? = 0.18

كـ H_3AsO_4 = $\frac{\text{(هـ = 3) X 0.18}}{1}$

مثال: -

احسب حجم HNO_3 0.8 عياري الذي يكافئ 23.8 ملل حمض نيتريك 0.2 ع

الحل

كـ HNO_3 = كـ HNO_3

ح X ع = ع X ح

$0.8 \text{ X } \frac{\text{ح ملل}}{1000} = 0.2 \text{ X } \frac{23.8}{1000}$

مثال: -

محلول حجمه 150 ملل و يحتوي على 0.01 مول بوراكس و تركيزه 0.1 مولر في هيدروكسيد الكالسيوم ويحتوي على 0.13 جم أكسيد ألومنيوم- احسب وزن حمض النيتريك اللازم للتعادل مع المحلول

الحل

$$\frac{Al_2O_3}{\frac{0.13}{\frac{Al_2O_3}{6}}} \text{ ك} + \frac{Ca(OH)_2}{\left(\frac{2 \times 0.1}{1} \times \frac{150}{1000}\right) + \frac{2 \times 0.01}{1}} \text{ ك} + \frac{Na_2B_4O_7}{} \text{ ك} = \frac{HNO_3}{\frac{\text{و. جم ؟}}{\frac{HNO_3}{1}}} \text{ ك}$$

الأدلة

هي مجموعة مركبات عضوية يتغير لونها حسب نوع الوسط

$$R - H \underset{\text{تأين}}{\rightleftharpoons} R^- + H^+$$

دليل له لون مخالف

أيونات لها لون محدد و هي بالصورة المتأينة

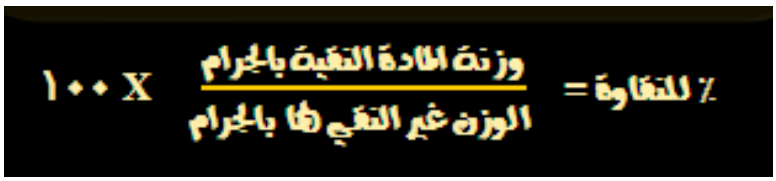
مثلا دليل فينولفثالين Ph. Ph. لونه عديم لكن بإضافته للقلوي يعطي لون أحمر وردي وعند نقطة التعادل, يعطي أخف لون وردي ممكن, أما بالوسط الحامضي فهو عديم اللون كذلك دليل برومو فينول بلو B.P.B. لونه بالوسط القلوي أزرق وعند نقطة التعادل لونه أخضر متسخ أما بالوسط ألحامضي لونه أصفر

نقطة التعادل: - هي النقطة التي عندها ينتهي التفاعل و يصبح الوسط متعادلا

نقطة التكافؤ: - هي الدرجة التي عندها يتساوى عدد مكافئات الحمض مع عدد مكافئات القاعدة

درجة النقاوة

درجة النقاوة تعني وجود شوائب قد تكون **فعالة** أو تكون **غير فعالة**



****** الأملاح المتعادلة مشتقة من حمض قوى + قاعدة قوية**

مثال: -

عينة غير نقية من هيدروكسيد الصوديوم وزنها | 0.39 جم | - تحتوي على شوائب من كلوريد الصوديوم- لزم لمعادلتها 60 ملليلتر من حمض الهيدروكلوريك 0.15 ع - احسب درجة النقاوة

الحل

$$\frac{\text{كـ HCl}}{\text{ح X ع}} = \frac{\text{كـ NaOH}}{\frac{\text{و جم?}}{\frac{\text{و جزيئى NaOH}}{1}}}$$

$$\frac{\text{و جم?}}{\frac{40}{1}} = 0.15 \text{ X } \frac{60}{1000}$$

وزنة NaOH النقية $= 40 \text{ X } 0.15 \text{ X } \frac{60}{1000} = 0.36$ جم

$$\text{\% للنقاوة} = \frac{\text{وزنة المادة النقية بالجرام}}{\text{الوزن الغير نقى جم}} \text{ X } 100$$

$$\text{\% للنقاوة} = \frac{0.36}{0.39} \text{ X } 100 = \% 92.3$$

مثال: -

عينة من كربونات الصوديوم وزنها 5.335 جم , لزم لمعادلتها 100 ملليلتر حمض كبريتيك 0.5 مولر- احسب درجة النقاوة, احسب % للشوائب

الحل

1 مولر = (هـ = 2) عيارى لحمض H_2SO_4

? = 0.5

التركيز العيارى H_2SO_4 = $\frac{2 \times 0.5}{1}$ = 1 عيارى

$\frac{\text{كـ } H_2SO_4}{\text{كـ } Na_2CO_3} = \frac{1 \times \frac{100}{1000}}{\frac{\text{و جم؟}}{\frac{106}{2}}}$

و منها نحسب و. جم النقى = 5.3 جم

% للنقاوة = $\frac{5.3}{5.335} \times 100$ = 99.3 %

% للشوائب = 100 - 99.3 = 0.7 %

مثال: -

محلول حجمه 25 ملليلتر يحتوي على 1.0737 جم أيدروكسيد بوتاسيوم الذي يحتوي على شوائب من هيدروكسيد الصوديوم- لزم لمعادلته 50 ملل حمض نيتريك 0.4 عياري- احسب % لنقاوة العينة- وما هي عيارية المحلول كقلوي وفي كلٍ من مكوناته

الحل

$\frac{\text{كـ } HNO_3}{} = \frac{\text{كـ } NaOH}{} + \frac{\text{كـ } KOH}{}$

$0.4 \times \frac{50}{1000} = \frac{\text{و}}{\frac{NaOH}{1}} + \frac{\text{و - 1.0737}}{\frac{KOH}{1}}$

و منها نحسب قيمة و

% للنقاوة = $\frac{\text{و جم محسوبة}}{1.0737} \times 100$

$\frac{\text{كـ كقلوى}}{} = \frac{\text{كـ } NaOH}{} + \frac{\text{كـ } KOH}{}$

$\text{ع ؟} \times \frac{25}{1000} = \frac{\text{و جم محسوبة}}{\frac{NaOH}{1}} + \frac{\text{و جم محسوبة - 1.0737}}{\frac{KOH}{1}}$

و منها نحسب ع لها

$$\text{ك}_{NaOH} = \frac{25}{1000} \times \text{ع}' = \frac{\text{و جم محسوبة}}{\frac{40}{1}} = \text{ك}^{\text{نفسه}}_{NaOH}$$

و منها نحسب ع / لها

$$\text{ك}_{KOH} = \frac{25}{1000} \times \text{ع}'' = \frac{1.0737 - \text{و جم محسوبة}}{\frac{56}{1}} = \text{ك}^{\text{نفسه}}_{KOH}$$

و منها نحسب ع // لها

مثال: -

محلول حجمه 2.5 لتر يحتوي على 0.01 مول من هيدروكسيد الصوديوم الذي يحتوي على شوائب من هيدروكسيد الليثيوم- ما حجم حمض الهيدروكلوريك 0.15 ع اللازم للتعادل مع المحلول- احسب درجة نقاوة العينة

الحل

بفرض أن الكمية بالمول من NaOH = X و لان هـ = 1 يكون المول = المكافئ

$$\text{ك}_{HCl} = \text{ك}_{NaOH} + \text{ك}_{LiOH}$$

$$\frac{\text{ح ملل}}{1000} \times 0.15 = \boxed{X} + X - 0.01$$

و بمعلومية X يمكن حساب وزن كل من NaOH و LiOH

$$\text{ك}_{NaOH} = \frac{\text{و جم ؟}}{\frac{40}{1}} = \boxed{X} \text{ فرضاً} = \text{ك}^{\text{نفسه}}_{NaOH}$$

و منها نحسب و جم

$$\text{كـ}_{\text{LiOH}} = \text{كـ}^{\text{نفسه}}_{\text{LiOH}}$$

$$\frac{\text{و/ جم}}{\frac{\text{LiOH}}{1}} = \boxed{X} - 0.01$$

و منها نحسب و/ جم

$$\text{للنقاوة \%} = \frac{\text{و جم}}{\text{و} - \text{و/}} \times 100$$

مثال: -

يلزم لمعادلة مخلوط وزنه 0.5 جم , مكون من أكسيد كالسيوم و هيدروكسيد باريوم 25 ملل حمض هيدروكلوريك 0.3 ع - احسب % لمكونات المخلوط, و ما وزن حمض الكبريتيك اللازم لترسيب الباريوم في صورة كبريتات باريوم في المخلوط

الحل

$$\text{كـ}_{\text{HCl}} = \text{كـ}_{\text{CaO}} + \text{كـ}_{\text{Ba(OH)}_2}$$

$$0.3 \times \frac{25}{1000} = \frac{\text{و جم}}{\frac{\text{CaO}}{2}} + \frac{\text{0.5 - و جم}}{\frac{\text{Ba(OH)}_2}{2}}$$

و منها نحسب قيمة و جم

$$\text{CaO \%} = \frac{\text{و جم محسوبة}}{0.5} \times 100$$

$$\text{Ba(OH)}_2\text{ \%} = \frac{\text{0.5 - و جم محسوبة}}{0.5} \times 100$$

$$\text{كـ}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \text{كـ}_{\text{Ba(OH)}_2}$$

$$\frac{\text{و/ جم}}{\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2}} = \frac{\text{0.5 - و جم محسوبة}}{\frac{\text{Ba(OH)}_2}{2}}$$

و منها نحسب قيمة و / جم

مثال: -

عينة من كربونات الكالسيوم و كربونات المغنيسيوم وزنها 0.24 جم- عوملت بكمية وافرة من حمض الهيدروكلوريك و استقبل الغاز الناتج في محلول كلوريد الباريوم فأعطى راسب من كربونات الباريوم وزنه 0.35 جم- احسب % لمكونات العينة

الحل

$$\frac{\text{كـ } MgCO_3}{} + \frac{\text{كـ } CaCO_3}{} = \frac{\text{كـ } BaCO_3}{}$$

$$\frac{\text{و جم} - 0.24}{\frac{MgCO_3}{2}} + \frac{\text{و جم}}{\frac{CaCO_3}{2}} = \frac{0.35}{\frac{BaCO_3}{2}}$$

و منها نحسب قيمة و جم

$$100 \text{ X } \frac{\text{و جم محسوبة}}{0.24} = CaCO_3 \%$$

$$100 \text{ X } \frac{\text{و جم محسوبة} - 0.24}{0.24} \quad MgCO_3 \%$$

مثال: -

عينة من هيدروكسيد الصوديوم, هيدروكسيد الليثيوم و هيدروكسيد الكالسيوم وزنها = 0.54 جم يلزم لمعادلتها 32.5 ملل حمض هيدروكلوريك 0.18 عياري و يعطي نفس الوزن من العينة راسب من أوكسالات الكالسيوم قدره 0.08 جم- احسب % لمكونات العينة

الحل

$$\frac{\text{كـ } Ca(OH)_2}{} = \frac{\text{كـ } CaC_2O_4}{}$$

$$\frac{\text{و جم}}{\frac{Ca(OH)_2}{2}} = \frac{0.08}{\frac{CaC_2O_4}{2}}$$

و منها نحسب قيمة و جم, و بفرض أن وزنة NaOH + LiOH = (0.54 – و)

$$\frac{\text{كـ } Ca(OH)_2}{} + \frac{\text{كـ } LiOH}{} + \frac{\text{كـ } NaOH}{} = \frac{\text{كـ } HCl}{}$$

$$\frac{\text{و جم}}{\frac{Ca(OH)_2}{2}} + \frac{(0.54 - \text{و}) - \text{و/ جم ؟}}{\frac{LiOH}{1}} + \frac{\text{و/ جم ؟}}{\frac{NaOH}{1}} = 0.18 \text{ X } \frac{32.5}{1000}$$

منها نحسب قيمة و/ جم

$$100 \ X \frac{\text{و / جم محسوبة}}{0.45} = NaOH \ \%$$

$$100 \ X \frac{\text{(0.54 - و) ــ و / جم محسوبة}}{0.45} = LiOH \ \%$$

$$100 \ X \frac{\text{و جم}}{0.45} = Ca(OH)_2 \ \%$$

حمض الكبريتيك المدخن (الأوليوم)

هو مخلوط مكون من (SO_2, SO_3, H_2SO_4) ولا يُستعمل SO_2 إلا إذا ذكرنا وجوده بالمخلوط في العمليات الحسابية

مثال: -

عينة من حمض الكبريتيك المدخن وزنها 1 جم لزم لمعادلتها 47.63 ملل أيدروكسيد بوتاسيوم 0.74 عياري- احسب % لمكونات العينة

الحل

$$\text{كـ}_{SO_3} + \text{كـ}_{H_2SO_4} = \text{كـ}_{KOH}$$

$$\frac{\text{1 - و جم}}{\frac{SO_3}{2}} + \frac{\text{و جم}}{\frac{H_2SO_4}{2}} = 0.74 \ X \ \frac{47.63}{1000}$$

ومنها ذهب و جم

$$100 \ X \frac{\text{و جم}}{1} = H_2SO_4 \ \%$$

$$100 \ X \frac{\text{1 - و جم}}{1} = SO_3 \ \%$$

مثال: -

عينة من الأوليوم لا تحتوي على SO_2 أو أي شوائب أخرى- يدل تعادلها على وجود 108.5 % حموضة معبراً عنها في صورة حمض كبريتيك- احسب % لثالث أكسيد الكبريت في العينة

الحل

الزيادة في % تعني الماء الذي اتحد مع SO_3 ليتحول إلى حمض كبريتيك

وزن الماء الذي يكافئ SO_3 = 108.5 - 100 = 8.5 جم

$$\frac{\text{كـ } H_2O}{\frac{8.5}{\frac{H_2O}{2}}} = \frac{\text{كـ } SO_3}{\frac{\text{وجم}}{\frac{SO_3}{2}}}$$

ومنها ذهب وجم

$$\% SO_3 = 100 \text{ X } \frac{37.8}{100}$$

مثال: -

عينة من حمض الكبريتيك المدخن تحتوي على ثاني أكسيد الكبريت بنسبة 2% لزم لمعادلة 1.5 جم من العينة 32.87 ملليلتر أيدروكسيد صوديوم 1.3 عياري في وجود دليل الفينولفثالين- احسب % لكل من SO_3, H_2SO_4 في العينة

الحل

2 % تعني كل 100 جم فيهم 2 جم SO_2

لكن الموجد 1.5 جم ← ?

وزن SO_2 = $\frac{2 \text{ X } 1.5}{100}$ = 0.03 جم

وزن $SO_3 + H_2SO_4$ = 0.03 - 1.5 = 1.47 جم

$$\frac{\text{كـ } KOH}{1000} = 1.3 \text{ X } \frac{32.87}{1000}$$

$$\frac{\text{كـ } H_2SO_4}{\frac{\text{وجم} - 1.47}{\frac{H_2SO_4}{2}}} + \frac{\text{كـ } SO_3}{\frac{\text{وجم}}{\frac{SO_3}{2}}} + \frac{\text{كـ } SO_2}{\frac{0.03}{\frac{SO_2}{2}}}$$

ومنها ذهب وجم

$$\% SO_3 = 100 \text{ X } \frac{\text{وجم}}{1.5}$$

$$\% H_2SO_4 = 100 \text{ X } \frac{\text{وجم} - 1.47}{1.5}$$

حساب ماء التبلور

** ماء التبلور يدخل في حساب الوزن الجزيئي

أمثلة

$CuSO_4 + 5\ H_2O$ كبريتات نحاسيك متبلورة

$Na_2CO_3 + 10\ H_2O$ كربونات صوديوم متبلورة

$Na_2B_4O_7 + 10\ H_2O$ بوراكس (تترابورات صوديوم)

$H_2C_2O_4 + 2\ H_2O$ حمض أوكساليك متبلور

مثال: -

عينة من حمض الأوكساليك المتبلورة وزنها 0.63 جم- لزم لمعادلتها 25 ملل هيدروكسيد صوديوم 0.4 ع في وجود دليل Ph.Ph. , احسب % لماء التبلور في المركب

الحل

الطريقة الأولى: -

$$H_2C_2O_4 + X\ H_2O \quad **$$

$$\frac{\text{ك}_{H_2C_2O_4 + X\ H_2O}}{} = \frac{\text{ك}_{NaOH}}{}$$

$$\frac{0.63}{\frac{H_2C_2O_4 + X\ H_2O}{2}} = 0.4\ X\ \frac{25}{1000}$$

و منها نحسب قيمة X = 2

الطريقة الثانية: -

** هنا نعتبر الماء شوائب غير فعالة

$$\frac{\text{ك}_{H_2C_2O_4}}{} = \frac{\text{ك}_{NaOH}}{}$$

$$\frac{\text{و جم نقي}}{\frac{90}{2}} = 0.4\ X\ \frac{25}{1000}$$

إذن وزنة $H_2C_2O_4$ = 0.45 حم

الكمية بالمـــول منه = $\frac{0.45}{90}$ = 0.005 مول

وزنة الماء = 0.63 - 0.45 = 0.18 جم

الكمية بالمـــول من الماء $= \frac{0.18}{18} = 0.01$ مول

لمعرفة عدد جزيئات الماء نقسم الكمية بالمول الكبيرة على الصغيرة $= \frac{0.01}{0.005} = 2$ جزئ ماء

إذن الرمز الجزيئي = $H_2C_2O_4 + 2\ H_2O$ حمض أوكساليك متبلور

$$\%\text{لماء التبلور فى المركب} = 100\ X\ \frac{0.18}{0.63}$$

مثال: -

مخلوط يحتوي على 2 جم من كل من كربونات صوديوم متبلورة و البوراكس (ماء التبلور في المركب الأول ضعف ماء التبلور في المركب الثاني) لزم لمعادلة المخلوط 100 ملل HCl 0.35 ع – احسب ماء التبلور في كل من الملحين

الحل

$$\frac{Na_2CO_3 + 2X\ H_2O}{\text{ك}} + \frac{Na_2B_4O_7 + X\ H_2O}{\text{ك}} = \frac{HCl}{\text{ك}}$$

$$\frac{\text{2 جم}}{\frac{Na_2CO_3 + 2X\ H_2O}{2}} + \frac{\text{2 جم}}{\frac{Na_2B_4O_7 + X\ H_2O}{2}} = 0.35\ X\ \frac{100}{1000}$$

و منها نحسب قيمة X

مثال: -

عينة من كربونات الصوديوم المتبلورة تحتوي على 62.9 % ماء تبلور- وزن العينة 1.4 جم- احسب حجم HCl 0.15 ع اللازم للتعادل مع العينة

الحل

نتبع الطريقة الثانية حيث نعتبر ماء التبلور شوائب غير فعالة

62.9 % تعني كل 100 جم عينة تحتوي على 62.9 جم ماء تبلور

إذن 1.4 جم عينة بها ؟ جم ماء

وزن الماء بالجرام $= \frac{1.4\ X\ 62.9}{100} = 0.88$ جم

الكمية بالمول من الماء $= \frac{0.88}{18} = 0.048$ مول

إذن وزنة Na_2CO_3 الغير متبلورة = 1.4 - 0.88 = 0.52 جم

الكمية بالمـــول من Na_2CO_3 = $\frac{0.52}{106}$ = 0.0049 مول

عدد جزيئ اتلا ماء = $\frac{0.048}{0.0049}$ ≃ 10 جزئ

إذن الرمز الجزيئي = $Na_2CO_3 + 10\ H_2O$ كربونات صوديوم متبلورة

$$\frac{\text{كـ } Na_2CO_3 + 10\ H_2O}{\text{كـ } HCl} = \frac{\frac{1.4}{2}}{0.15 \times \frac{\text{ح ملل ؟}}{1000}}$$

و منها نحسب ح بالملليلتر من HCL

التعادل الرجعي

ينم اللجوء لهذا النوع من التعادل عند وجود مادة (ذ ات معلومات مجهولة) تتفاعل ببطء شديد مع مادة أخرى قياسية, في هذه الحالة تضاف المادة القياسية بكمية أكبر من المتوقع (بالمكافئات) ونترك المخلوط حتى تمام التفاعل ثم يتم معادلة الزيادة من المادة القياسية بمادة أخرى معلومة, وبعمليات حسابية بسيطة يمكن الحصول على المعلومات المطلوبة للمادة المجهولة, هذا لا يمنع استغلال هذه الفكرة في عمل مسائل يتحدد على أساسها درجة فهم الطالب لهذا الجزء.

مثال: -

عينة من كربونات المغنيسيوم وزنها 1 جم- عوملت بحجم قدره 50 ملل حمض نيتريك 0.2 ع ولزم لمعادلة الزيادة من الحمض 35 ملل NaOH 0.1 ع- احسب % لنقاوة العينة

الحل

مثال: -

مخلوط وزنه 1.4 جم يحتوي على أكسيد الزنك و أكسيد الألومنيوم عومل بكمية قدرها 0.03 مول حمض كبريتيك- لزم لمعادلة الزيادة من العينة 17 ملل هيدروكسيد بوتاسيوم 0.3 ع- احسب % لمكونات المخلوط

الحل

$$\frac{\text{ك } H_2SO_4}{} = \frac{\text{ك KOH}}{} + \frac{\text{ك ZnO}}{} + \frac{\text{ك } Al_2O_3}{}$$

$$\frac{2 \text{ X } 0.03}{1} = 0.3 \text{ X } \frac{17}{1000} + \frac{\text{و جم ZnO}}{2} + \frac{\text{1.4 - و جم } Al_2O_3}{6}$$

و منها نحسب قيمة و جم

$$ZnO\ \% = 100 \text{ X } \frac{\text{و جم محسوبة}}{1.4}$$

$$Al_2O_3\ \% = 100 \text{ X } \frac{\text{1.4 - و جم محسوبة}}{1.4}$$

تقدير النشادر في أملاح الأمونيوم

أي ملح أمونيومي يعمل كحمض, و يمكن أن يأتى التمرين على صورة

** تعادل رجعي مع تسخين.

أو ** إضافة قلوي ثم التسخين فينفرد NH_3 غاز يُستقبل في حمض.

مثال: -

عينة غير نقية من كبريتات الأمونيوم وزنها 0.6 جم, عوملت بحجم قدره 100 ملل من هيدروكسيد صوديوم 0.15 ع و بعد التسخين لزم لمعادلة المحلول 50 ملل حمض خليك 0.1 ع- احسب درجة النقاوة للعينة- و احسب وزن النشادر في العينة

الحل

$$\frac{\text{ك NaOH}}{} = \frac{\text{ك } CH_3 - COOH}{} + \frac{\text{ك } (NH_4)_2SO_4}{}$$

$$0.15 \text{ X } \frac{100}{1000} = 0.1 \text{ X } \frac{50}{1000} + \frac{\text{و جم نقى } (NH_4)_2SO_4}{2}$$

و منها نحسب و جم نقى

$$\% \text{ للنقاوة} \quad 100 \text{ X } \frac{\text{و جم نقى محسوبة}}{0.6}$$

و لحساب وزن NH_3 يُستعمل العامل الحسابي

$$\text{وزنة المادة المجهولة} = \text{وزنة المادة المعلومة X } \frac{\text{الوزن الجزيئى للمجهول X عدد الجزيئات بالمعلوم}}{\text{الوزن الجزيئى للمعلوم}}$$

$$\text{وزن } NH_3 = \text{و جم نقى محسوبة X } \frac{2 \text{ X } NH_3}{(NH_4)_2SO_4}$$

مثال: -

مخلوط يحتوي على 0.1 مول من كل من كلوريد أمونيوم و فوسفات أمونيوم, احسب وزن هيدروكسيد الصوديوم اللازم لطرد الأمونيا من مكونات المخلوط, وما وزن الآزوت الناتج من

المخلوط, و إذا استقبل النشادر الناتج في واحد لتر حمض بوريك 3 ع فما حجم HCl 2.5 ع اللازم للتعادل مع محلول ميتابورات الأمونيوم الناتج

الحل

$$\frac{\text{ك}_{(NH_4)_3PO_4}}{} + \frac{\text{ك}_{NH_4Cl}}{} = \frac{\text{ك}_{NaOH}}{}$$

$$\frac{3 \times 0.1}{1} + \frac{1 \times 0.1}{1} = \frac{\text{و جم نقى ؟}_{NaOH}}{1}$$

و منها نحسب و جم NaOH

$$\frac{\text{ك}_{(NH_4)_3PO_4}}{} + \frac{\text{ك}_{NH_4Cl}}{} = \frac{\text{ك}_{N}}{}$$

$$\frac{3 \times 0.1}{1} + \frac{1 \times 0.1}{1} = \frac{\text{و / جم نقى ؟}_{N}}{1}$$

و منها نحسب و / جم N

** حمض البوريك هنا لا يعمل كحمض لكنه يرتبط بالأمونيا و يكون ميتابورات الأمونيوم $NH_4H_2BO_3$ الذي يعمل كقلوي و هـ = 1

$$\frac{\text{ك}_{(NH_4)_3PO_4}}{} + \frac{\text{ك}_{NH_4Cl}}{} = \frac{\text{ك}_{HCl}}{}$$

$$\frac{3 \times 0.1}{1} + \frac{1 \times 0.1}{1} = 2.5 \times \frac{\text{ح ملل ؟}}{1000}$$

مثال: -

مخلوط وزنه 1 جم يحتوي على حمض بوريك و بوراكس- لزم لمعادلته 15 ملل HCl 0.2 ع في وجود دليل المثيل أورانج, احسب % لمكونات المخلوط , و إذا أضيف للمحلول المتعادل 15 نقطة سكر محول و دليل الفينولفثالين, فما هو حجم هيدروكسيد الصوديوم 0.4 ع اللازم للتعادل مع المحلول

الحل

$$\frac{\text{كـ } Na_2B_4O_7}{} = \frac{\text{كـ } HCl}{}$$

$$\frac{\text{و جم نقى}}{\frac{Na_2B_4O_7}{2}} = 0.2 \times \frac{15}{1000}$$

و منها نحسب قيمة و جم نقى

إذن وزنة حمض البوريك = 1 - و جم محسوبة

$$Na_2B_4O_7\ \% = 100 \times \frac{\text{و جم نقى محسوبة}}{1}$$

$$H_3BO_3\ \% = 100 \times \frac{1 - \text{و جم نقى محسوبة}}{1}$$

$$\frac{\text{كـ } NaOH}{} = \frac{\text{كـ } H_3BO_3}{} + \frac{\text{كـ } Na_2B_4O_7}{}$$

$$\frac{\text{ح ملل ؟}}{1000} \times 0.4 = \frac{1 - \text{و جم نقى محسوبة}}{\frac{H_3BO_3}{1}} + \frac{\text{و جم نقى محسوبة}}{\frac{Na_2B_4O_7}{4}}$$

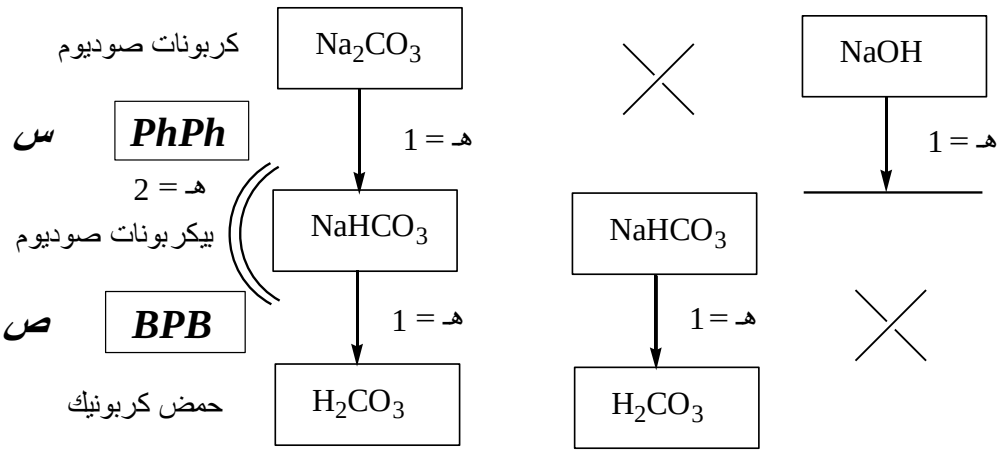
تحليل مخاليط القلويات
طريقة س و ص

بوتاسيوم	صوديوم	ليثيوم
K	Na	Li

(س) حجم الحامض اللازم لمعادلة القلوي في وجود دليل Ph. Ph.

(ص) حجم الحامض اللازم لمعادلة القلوي في وجود دليل B.P.B. بعد الخطوة السابقة, و على نفس الدورق.

(س + ص) حجم الحامض اللازم لمعادلة القلوي في وجود دليل B.P.B. من بداية التجربة.



المخلوط	س	ص
Na_2CO_3 فقط (1)	لها قيمة = لها قيمة	لها قيمة صفر
NaOH فقط (2)	صفر	لها قيمة
$NaHCO_3$ فقط (3)	لها قيمة <	لها قيمة
Na_2CO_3 + NaOH (4)	لها قيمة >	لها قيمة
+ $NaHCO_3$ (5) Na_2CO_3		

(س) يمكن التعبير عنها = ك × الحامض اللازم للتعادل مع القلوي في وجود دليل PhPh

(ص) يمكن التعبير عنها = ك × الحامض اللازم للتعادل مع القلوي في وجود دليل BPB بعد الخطوة (س)

(س + ص) يمكن التعبير عنها = ك × الحامض اللازم للتعادل مع القلوي في وجود دليل BPB من بداية التجربة

مثال: -

محلول يحتوى على واحد أو أكثر من القلويات (أملاح بوتاسيوم), لزم لمعادلة 25 ملل منه, 50 ملل HCl 0.1 ع في وجود الفينولفثالين, ثم أضيف لنفس الدورق دليل B.P.B. , فلزم للتعادل 30 ملل HCl 0.1 ع- ما هي مكونات المحلول (رسم تخطيطي), احسب عيارية المحلول كقلوي وفي كل من مكوناته, وما وزن كل من مكونات المحلول بالجرام / ملل- احسب وزن كربونات الباريوم التي ترسب المحلول عند معاملته بكمية وافرة من كلوريد الباريوم

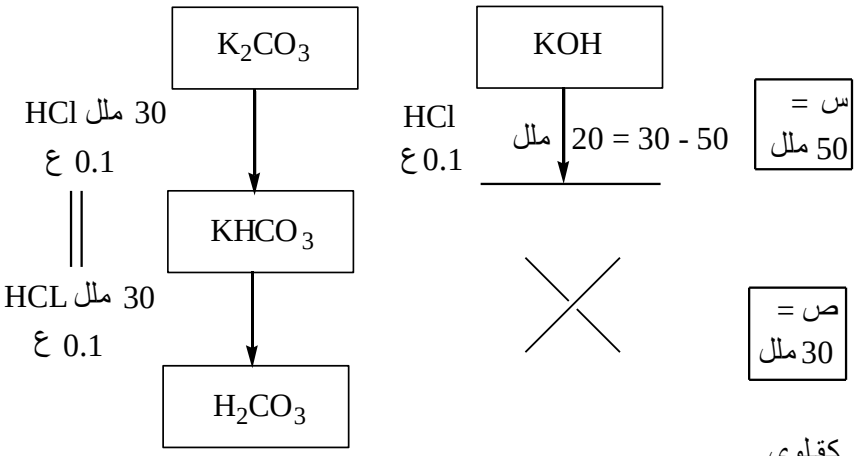
الحل

حجم القلوى	إسم الحامض	ع للحمض	الدليل	الرمز	حجم الحمض
25 ملل	HCl	0.1	PhPh	س	= 50 ملل
25 ملل	HCl	0.1	BPB	ص	= 30 ملل

على نفس الدورق

بما أن س > ص

إذن المكونات هى $K_2CO_3 + KOH$



$$\frac{\text{ك}_{K_2CO_3}}{\text{الحامض المتفاعل معه}} + \frac{\text{ك}_{KOH}}{\text{الحامض المتفاعل معه}} = \frac{\text{ك}_{\text{كقلوى}}}{}$$

$$0.1 \times \frac{30+30}{1000} + 0.1 \times \frac{20}{1000} = \text{ع} \times \frac{25}{1000}$$

و منها نحسب ع كقلوى

$$\frac{\text{ك}_{KOH}}{\text{الحمض المتفاعل معه}} = \text{ك}$$

$$0.1 \times \frac{20}{1000} = \text{ع}' \times \frac{25}{1000}$$

و منها نحسب ع KOH'

$$\frac{\text{ك}_{K_2CO_3}}{\text{الحمض المتفاعل معه}} = \text{ك}$$

$$0.1 \times \frac{30+30}{1000} = \text{ع}'' \times \frac{25}{1000}$$

و منها نحسب ع K_2CO_3''

$$\frac{\text{كـ الحمض المتفاعل معه}}{} = \frac{\text{كـ KOH}}{}$$

$$0.1 \quad X \quad \frac{20}{1000} = \frac{\text{و جم}}{\frac{\text{KOH}}{1}}$$

و منها نحسب و جم/ 1 ملل كما يلى

و جم محسوبة ← 25 ملل

1 ملل → (?)

و جم KOH/ 1 ملل = $\frac{1 \text{ X و جم محسوبة}}{25}$

$$\frac{\text{كـ الحمض المتفاعل معه}}{} = \frac{\text{كـ } K_2CO_3}{}$$

$$0.1 \quad X \quad \frac{30 + 30}{1000} = \frac{\text{و/ جم}}{\frac{K_2CO_3}{2}}$$

و منها نحسب و/ جم/ 1 ملل كما يلى

و/ جم محسوبة ← 25 ملل

1 ملل → (?)

و/ جم K_2CO_3 / 1 ملل = $\frac{1 \text{ X و/ جم محسوبة}}{25}$

$$\frac{\text{كـ } K_2CO_3}{} = \frac{\text{كـ } BaCO_3}{}$$

$$\frac{\text{و جم محسوبة}}{\frac{K_2CO_3}{2}} = \frac{\text{و جم للراسب ؟}}{\frac{BaCO_3}{2}}$$

و منها نحسب وزن الراسب

مثال: -

محلول يحتوي على واحد أو أكثر من القلويات (أملاح صوديوم)- لزم لمعادلة 25 ملل من المحلول 30 ملل HCl 0.2 ع في وجود دليل .Ph.Ph- و في تجربة أخرى لزم لمعادلة 20 ملل من المحلول 48 ملل حمض نتريك 0.1 ع و ذلك في وجود دليل .B.P.B- ما هي مكونات المخلوط القلوي, احسب وزن كل منها بالجرام / ملليلتر- وما وزن كربونات الباريوم الراسبة من معادلة ملليلتر واحد من المحلول بكمية وافرة من كلوريد الباريوم

الحل

حجم القلوى	إسم الحامض	ع للحمض	الدليل	الرمز	حجم الحمض
25 ملل	HCl	0.2	PhPh	س	= 30 ملل
20 ملل	HNO_3	0.1	BPB	س + ص	= 48 ملل

من بد اية التجربة

هنا يلاحظ اختلاف حجم القلوى , و لابد من توحيده ,,,, نجعله 25 ملل

25 ملل	HCl	0.2	PhPh	س	= 30 ملل
25 ملل	HNO_3	0.1	BPB	س + ص	= 60 ملل

** يلاحظ أن إسم الحامض و ع للأحماض مختلفة ,لهذا س ,ص أو س + ص لابد من التعبير عنها فى صورة مكافئات

(س) يمكن التعبير عنها = كـ الحامض اللازم للتعادل مع القلوي في وجود دليل Ph Ph

$0.006 = 0.2 \times \frac{30}{1000}$ مكافئ

الحامض اللازم للتعادل مع القلوى فى وجود دليل B.P.B. من بداية التجربة

(س+ ص) يمكن التعبير عنها = كـ

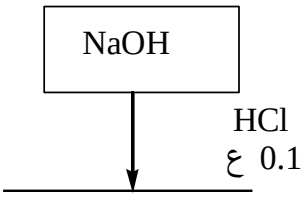
$0.006 = 0.1 \times \frac{60}{1000}$ مكافئ

س = 0.006

(س + ص) — س = 0.006 - 0.006 = Zero

بما أن س لها قيمة و ص = صفر

إذن المكونات هى NaOH فقط



س ***PhPh***

ص ***BPB***

كـ الحمض المتفاعل معه = كـ NaOH

$\frac{\text{و جم ؟}}{\frac{\text{NaOH}}{1}} = 0.2 \times \frac{30}{1000}$

و منها نحسب قيمة و جم NaOH / 25 ملل

1 ملل ⟵ ?

و جم NaOH / 1 ملل = $\frac{1 \times \text{و جم محسوبة}}{25}$

***** هنا لا يوجد راسب لعدم وجود كربونات بالمحلول***

مثال: -

أذيب 4 جم من NaOH, 8.4 جم $NaHCO_3$, 10.6 جم Na_2CO_3 في الماء وكان حجم المحلول واحد لتر- ما هي مكونات المحلول- مستخدما حجم من 0.1 HCL ع لتقدير قيمة س, ما هو حجم الحامض, وما وزن كربونات الباريوم المترسبة للملليلتر الواحد من المحلول

الحل

ما دام المخلوط صلب لا يحدث تفاعل بين المكونات لكن عند عمل محلول لابد وأن يتفاعل NaOH مع $NaHCO_3$ كما يلي: -

$$\overset{1}{NaOH} + \overset{1}{NaHCO_3} \longrightarrow \overset{1}{Na_2CO_3} + \overset{1}{H_2O}$$

$0.1 = \frac{4}{40}$ مول $0.1 = \frac{8.4}{84}$ مول 0.1 مول

من ذلك نجد أن مكونات المحلول بعد الإذابه = Na_2CO_3 أصلى كميته = $= \frac{10.6}{106}$

0.1 مول + 0.1 مول ناتج من التفاعل السابق

من ذلك المحلول يحتوى على Na_2CO_3 فقط قدره =0.1 + 0.1 = 0.2 مول