Nadher Alshamary

مفتاح الإبداع لمختبر الكيمياء العامة

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

General Chemistry

الأستاذة
عمر جبير حنوة

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

EXPERIMENT (1)

Techniques and Measurments

الأساليب وأدوات القياس

Objectives أهداف التجربة

سوف نقوم باختيار واستخدام نوع معين من الموازين (balance) في هذه التجربة واستخدام الماصة (Pipet) وتحديد كثافة (density) مادة نقية سائلة (liquid) وصلبة (solid).

Introduction المقدمة

استخدام أجهزة ومعدات المختبر يحتاج إلى معرفة وفهم لأهداف وحدود هذه المعدات، فكل جهاز له حدود معينة لا يستطيع تجاوزها في عملية القياس أياً كان نوعها.

الميزان المخبري (Laboratory Balance) هو من أكثر الأجهزة المستخدمة داخل المختبر، وتختلف الموازين من حيث الأحجام (sizes) والأشكال (makes) وحساسيتها (sensitivities) واختيار الميزان المناسب يعتمد على الصحة (accuracy) والدقة (Precision) اللازمة في عملية التوزين.

يستخدم في المختبر أجهزة زجاجية متعددة لقياس أحجام السوائل وذلك بعمل تدريج على السطح الخارجي لجهاز القياس ليدل على الحجم المراد قياسه.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

ومن هذه الأجهزة الزجاجية:

١) الوعاء (Beaker)

٢) القارورة (Erlen meyer flask)

لكن هذه الأجهزة تقيس الأحجام الكبيرة (قد تصل إلى 500ml) بشكل تقريبي وغير دقيق.

ومن هذه الأجهزة أيضاً:

١) المخبار المدرج (Graduated cylinder)

٢) السحاحة (Buret)

٣) الماصة (Pipet)

وهذه الأجهزة تستخدم للقياسات الأكثر دقة وأكثر هذه الأجهزة دقة هي الماصة (Pipet) تليلها السحاحة (Buret) وأخيراً المخبار المدرج (Graduated cylinder)، لكن أكثر هذه الأجهزة استخداماً هو المخبار المدرج.

ملاحظة: نلاحظ عزيزي الطالب أن دقة الجهاز تعتمد على نصف قطر هذا الجهاز، فكلما قل نصف قطر (Radius) الجهاز زادت دقته.

وكيفية استخدام هذه الأدوات يتم شرحها لك داخل المختبر بشكل دقيق.

في هذه التجربة سوف تقوم بقياس الكثافة (density) لمواد سائلة وصلبة، وكما نعلم بأن الكثافة هي صفة داخلية (Intensive Property) "أي تعتمد على نوع المادة وليس على كمية المادة".

مثال:

لو أخذنا قطعة نحاس صغيرة أو تمثال نحاسي كبير، نلاحظ أن كلاهما يمتلك نفس الكثافة وبذلك اعتمدت الكثافة على النوع وهو النحاس ولم تعتمد على الكمية وهذا ما نطلق عليه اسم صفة داخلية (Intensive Property) ومن الأمثلة على هذا الموضوع أيضاً درجة الحرارة (Temperature).

ملاحظة: هنالك أيضاً ما يدعى بالصفة الخارجية (Extensive Property) وهي تعتمد على كمية المادة وليس على نوعها ومن الأمثلة على ذلك الكتلة (mass) والحجم (volume).

ونستطيع حساب كثافة مادة ما عن طريق قسمة كتلة تلك المادة على الحجم الذي نستخدمه.

$$\text{Density} = \frac{\text{mass}}{\text{volume}} \qquad \text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

وتعتمد وحدة الكثافة على وحدة كل من الكتلة والحجم، ويعبّر عنها عادةً بوحدة g/ml أو هي نفسها g/cm^3 "لأن $cm^3 = ml$"

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

مثال:

كثافة الماء تساوي 1g/ml.

كثافة الزئبق تساوي 13.6 g/ml.

- نقوم بقياس كثافة السوائل عن طريق معرفة كتلتها بواسطة الميزان ومعرفة حجم تلك السوائل باستخدام أجهزة القياس التي ورد ذكرها سابقاً ثم حساب كثافة هذه السوائل.
- أما المواد الصلبة "غير قابلة للذوبان بالماء Insoluble in water" فيتم قياس كثافتها عن طريق معرفة كتلة هذه المواد وحجم الماء الذي تزيحه هذه المواد الصلبة عند وضعها بالماء "وهو مساوي لحجم هذه المواد" ثم قياسه لحساب كثافة هذه المواد.

طريقة عمل التجربة

Procedure

A. Determination of the density of pure liquid:

أ) تحديد كثافة سائل نقي

١) نقوم بوزن وعاء (Beaker 50ml) نظيف وجاف لأقرب 0.01g.

٢) نضع (50ml) من الماء المقطر داخل قارورة (flask 100ml) نظيف وجاف، ثم نقيس درجة حرارة هذا الماء باستخدام ميزان الحرارة (Thermometer).

٣) نحضر الماصة (pipet) والشفاط البلاستيكي للماصة (pipet bulb) ونقوم بغسل الماصة بالماء والصابون ثم نشطفها بالماء العادي ثم بكمية قليلة من الماء المقطر (Distilled water)

٤) ننقل (10ml) من الماء المقطر بواسطة الماصة (pipet) إلى الوعاء (Beaker 50ml) الذي قمنا بوزنه سابقاً ثم نعيد وزنه والفرق بين الوزنين يكون وزن الـ 10ml من الماء المقطر.

٥) قم بحساب كثافة الماء ومقارنتها بكثافة الماء من كتب خاصة عند نفس درجة الحرارة التي أجريت عندها التجربة.

٦) خذ سائل مجهول (unknown liquid) من مشرف المختبر وسجل الرقم الذي يحمله هذا السائل.

٧) حدد كثافة (density) هذا السائل كما مرّ معك قبل قليل فقط بإضافة خطوة واحدة وهو أن تشطف (Rinse) الماصة بكمية قليلة من السائل المجهول بعد غسله بالماء العادي.

٨) قم بإعادة السائل المجهول المستخدم بالتجربة لوعاء تصريف مناسب محضر خصيصاً في المختبر.

B. Density of Solution

ب) كثافة المحلول

١) قم بتحضير (50ml) من محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) تقريباً بإذابة (5g) من (NaCl) في (45g) من الماء المقطر (Distilled water)، يجب أن يقاس وزن كل من المذاب (solute) والمذيب (solvent) لأقرب (0.01g).

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

٢) قم بقياس كثافة هذا المحلول كما في الطريقة السابقة.

C. Density of solids

ت) كثافة المواد الصلبة

١) خذ عينة من المادة الصلبة "قد تكون على شكل حبوب (Pellets) أو طلقات (shots) أو كرات (spheres)" وقم بتسجيل رقم التعريف لها.

٢) قم بوزن وعاء فارغ (Beaker 50ml) لأقرب (0.01g) وأضف إليه (50g) تقريباً من المادة الصلبة وقم بوزنهم سوياً وتسجيل الوزن الكلي والفرق بين الوزنين هو وزن المادة الصلبة.

٣) أحضر مخبار مدرج (Graduated Cylinder 50ml) وضع فيه (25ml) من الماء بداخله وسجل الحجم داخل هذا المخبار بشكل دقيق.

٤) ضع القطعة الصلبة داخل المخبار المدرج وتأكد بأن القطعة الصلبة غمرت بشكل كامل داخل الماء ورج المخبار المدرج بشكل لطيف للتأكد من عدم وجود فقاعات هواء (air bubbles) عالقة على سطح القطعة الصلبة.

٥) إقرأ حجم الماء الجديد داخل المخبار المدرج بشكل دقيق، والفرق بين الحجمين يمثل حجم القطعة الصلبة.

٦) احسب كثافة المادة الصلبة المجهولة.

٧) جفف القطعة الصلبة بورق التجفيف وقم بإعادتها لمشرف المختبر.

Per – laboratory Questions أسئلة ما قبل المختبر

1. **A metal sphere weighing 15.45 g is added to 21.27 ml water in a graduated cylinder. The water level rises to 24.78 ml. Calculate the density of the metal.**

١) كرة معدنية تزن (15.45g) أضيفت إلى (21.27ml) من الماء في مخبار مدرج، مستوى الماء ارتفع إلى (24.78ml)، احسب كثافة المعدن.

الحل:

v (الحجم) = 24.78 – 21.27 = 3.51ml

m (الكتلة) = 15.45g

$$d\ (\text{الكثافة}) = \frac{m}{V} = \frac{15.45}{3.51} = 4.40\ g/ml$$

2. **An empty beaker weighs 32.4257 g. A 10.00 ml sample of unknown liquid is transferred to the beaker. The total mass of the beaker and liquid sample was 40.1825 g. Calculate the density of the unknown liquid.**

٢) وعاء فارغ يزن (32.4257g)، (10ml) من سائل مجهول نقلت إلى هذا الوعاء. الوزن الكلي للوعاء والسائل هو (40.1825g). احسب كثافة السائل المجهول.

الحل:

وزن الوعاء الفارغ – وزن الوعاء مع السائل = وزن السائل

mass of liquid = 40.1825 – 32.4257 = 7.7568g

v = 10.00ml

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

Results and calculations النتائج والحسابات

A. Determination of Density of Pure Liquid

أ. تحديد كثافة سائل نقي

عزيزي الطالب سوف أقوم بإعطاء قيم افتراضية لتوضيح فكرة الحل.

1) Mass of Beaker 32.59 وزن الوعاء

2) Mass of Beaker + unknown liquid 40.24g

وزن الوعاء + وزن السائل المجهول

3) Volume of unknown liquid 10.00ml

الحل:

Mass of unknown liquid = 40.24 - 32.59 = 7.65g

$$d = \frac{m}{V} = \frac{7.65}{10.00} = 0.765 \text{ g/ml}$$

ملاحظة: كثافة المحلول تحل بنفس الطريقة.

B. Density of solids كثافة المواد الصلبة

1) mass of Beaker 32.6g وزن الوعاء

2) mass of Beaker + solid pieces 43.42g

وزن الوعاء + وزن القطعة الصلبة

3) Initial water level in the graduated cylinder 50ml

مستوى الماء الابتدائي داخل المخبار المدرج.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{7.7568}{10.00} = 0.7757 \text{ g/ml}$$

3. **A term that is easily confused with density is specific gravity. What is meant by specific gravity? What are the units of specific gravity?**

٣) مصطلح من السهل أن يشوش الأذهان مع مصطلح الكثافة وهو مصطلح الجاذبية النوعية. ماذا يعني هذا المصطلح؟ وما هي وحدة الجاذبية النوعية؟

الحل:

Specific gravity = the ratio of the mass of asubstance to the mass an equal volume of water (g/ml)

Density = the mass of asubstance per unit volume.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

4) Final water level in the graduated cylinder 55ml

مستوى الماء النهائي داخل المخبار المدرج.

الحل:

$$m = 43.42 - 32.60 = 10.82g$$

$$v = 55 - 50 = 5ml$$

$$d = \frac{m}{v} = \frac{10.82}{5} = 2.16g/ml$$

Questions الأسئلة

1. **What error would be introduced into the density of the metal pellets if you had not shaken the pellets to remove adhering air bubbles? Would the density be too high or too low?**

١) ما هو الخطأ الناتج في حساب كثافة الحبوب المعدنية إذا لم ترج لإزالة الفقاعات الملتصقة بالحبوب المعدنية؟ هل ستصبح الكثافة أعلى أم أقل من ما هو متوقع؟

الحل:

The density will be decreas ↓ because v ↑ ⇨ d ↓

سوف تقل الكثافة لأن حجم القطعة الصلبة سيزداد عند عدم إزالة الفقاعات وبالاعتماد على قانون الكثافة ($d = \frac{m}{v}$) فكلما زاد الحجم (v) قلت الكثافة (d).

2. **The density of diamond is 3.51 g/cm^3 and the density of lead is 11.3 g/cm^3. If equal masses of diamond and lead were transferred to equal volumes of water in graduated cylinders, which graduated cylinder would have the highest volume reading? Explain.**

٢) كثافة الألماس تساوي ($3.51g/cm^3$) وكثافة الرصاص تساوي ($11.3g/cm^3$) إذا وضعنا كتلتين متساويتين للألماس والرصاص لماء بنفس الحجم داخل مخبار مدرج، أي مخبار سوف يعطي قراءة للحجم أكبر؟ وضح.

الحل:

Diamond

When d ↓ ⇨ v ↑

الماس طبعاً لأنه كلما قلت الكثافة زاد الحجم الذي تحتله تلك المادة.

3. **A metal object weighing 23.30 g was dropped in a graduated cylinder containing 20.50 mL water. If the density of object is 3.15g/mL, what would be the reading of the water level (in ml in the graduated.**

a) 7.40 b) 23.10 c) 0.14 d) 27.90 e) 23.30

$d = \frac{m}{v}$

$v = \frac{m}{d} = \frac{23.30}{3.15} = 7.4$

reading = 20.50 + 7.4 = 27.90 ml

للتواصل مع المؤلف
0795306216

$d = \frac{m}{v}$

$v = \frac{m}{d} = \frac{23.30}{3.15} = 7.4$

20.5 + 7.4 = 27.9

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

EXPERIMENT (2)

Formula of Hydrate الحسابات الكيميائية

Water of crystallization of potassium alum

في هذه التجربة سوف نقوم بحساب عدد جزيئات الماء (X) الموجودة في مركب الشبة (alum) الذي يمتلك الصيغة العامة $KAl(SO_4)_2.XH_2O$ عن طريق تسخين هذا المركب المائي "hydrate" وتخليصه من الماء ليتحول إلى شكل غير مائي (an hydrous form) ومن ثم حساب قيمة (X).

- ملاحظات هامة:

- المركب المائي (hydrate): هو أي مركب يحتوي على جزيئات الماء (H_2O).
- الشبة (alum): هي نوع خاص من الـ hydrate بحيث تمتلك صيغة محددة $M^I M^{III} (SO_4)_2 . X H_2O$

M^I = فلز بشحنة (+١) مثل Na^{+1} ، K^{+1} ، Li^{+1} ، .....

M^{III} = فلز بشحنة (+٣) مثل Al^{+3} ، Fe^{+3} ، ..... ،

مثال: $KAL(SO_4)_2 . XH_2O$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

Experimental العملي

١) نحضر إناء فخاري ونضعه فوق شبكة على شكل مثلث فوق النار، وإشعال النار والانتظار حتى يتحول لون الإناء الفخاري للأحمر "للتخلص من أي شوائب متطايرة volatile impurities" ثم نطفئ النار ونترك الإناء ليبرد.

٢) نوزن الإناء الفخاري بدون الغطاء وهو فارغ لأقرب (0.01g).

٣) نضع تقريباً 1.0 g من الشبة (alum) داخل الإناء ثم نزنه مرة أخرى "والفرق بين الوزنين هو وزن الشبة (alum)".

٤) نضع الإناء الفخاري على النار ونسخن بحذر لمدة ٥ دقائق، ويجب أن نتجنب اشتعال الشبة (alum) ومنع عملية الاشتعال باستخدام غطاء الإناء، ثم نترك الإناء ليبرد ثم نوزنه.

٥) نعيد الإناء على النار ونتركه لمدة دقيقتين ثم نزيله عن النار ونتركه ليبرد ونوزنه مرة أخرى "إذا كان الفرق بين الوزنين أقل من 0.04 g نتوقف عن التسخين وتنتهي التجربة غير ذلك نستمر بعملية التسخين".

Calculations الحسابات

$$KAL(SO_4)_2.XH_2O \xrightarrow{\Delta} KAL(SO_4)_2 + XH_2O$$

Alum (hydrate) (an hydrous salt)

1) mass of alum = (Mass of crucible + mass of alum) - (Mass of empty crucible)

وزن الشبة = (وزن الوعاء الفخاري + الشبة قبل التسخين) - (وزن الوعاء الفخاري وهو فارغ)

2) mass of anhydrous salt = (Mass of crucible + mass of anhydrous salt) - (Mass of empty crucible)

وزن الملح غير المائي = (وزن الوعاء الفخاري + بعد التسخين الملح غير المائي) - (وزن الوعاء الفخاري وهو فارغ)

3) mass of H_2O = mass of alum – mass of anhydrous salt

من الخطوة (١) – من الخطوة (٢)

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

4) $n_{H_2O} = \frac{m}{Mw}$ — من الخطوة (٣)

من الجدول الدوري
18 g/mol

5) $n_{(\text{anhydrons salt})} = \frac{m}{Mw}$ — من الخطوة (٢)

من الجدول الدوري
وهنا تساوي= 260g/mol

*) تذكير alum = hydrate

6) $X = \frac{n_{H_2O}}{n_{\text{anhydrous salt}}}$ **OR** $X = \frac{n_{H_2O}}{n_{alum}}$

*) نستخدم أي من القوانين بحسب ما يعطى في الامتحان من معلومات تدل على عدد مولات alum or anhydrous salt.

7)

قد يطلب بالامتحان حساب $Mw_{hydrate}$ ، ويكون الحل كالتالي:

$$Mw_{\text{hydrate}} = Mw_{\text{anhydrous salt}} + (X) * Mw_{H_2O}$$

* هذه أرقام افتراضية لتوضيح طريقة الحل فقط وليست للمساعدة في كتابة التقرير (report).

a) mass of empty crucible = 20.07 g
b) mass of crucible + alum = 28.68 g
c) mass of crucible + anhydrous salt = 25.31 g
d) Mw of anhydrous salt = 260 g/mol

الحل:

Mass of alum = 28.68 – 20.07 = 8.61 g

Mass of anhydrous salt = 25.31 – 20.07 = 5.24 g

Mass of H_2O = 8.61 – 5.24 = 3.37 g

$$n_{H_2O} = \frac{3.37}{18} = 0.187 \text{ mol}$$

$$n_{\text{anhydrous}} = \frac{5.24}{260} = 0.02$$

$$X = \frac{0.187}{0.02} = 9.3$$

$$\Rightarrow Mw_{alum} = 260 + (9.3 \times 18) = 427.0 \text{ g/mol}$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

$$\text{mass percent of } H_2O = \frac{m_{H_2O}}{m_{alum}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.37}{8.61} \times 100\%$$

$$= 39.14\%$$

Pre- Laboratory Questions أسئلة ما قبل المختبر

1. **What are alums? Give examples other than potassium alum.**

١) ما هي الشبة؟ أعط أمثلة أخرى غير شبة البوتاسيوم.

الحل:

Alum = Aclass of hydrates consist of adouble salt with the general formula $(M^I M^{III} (SO_4)_2 \times H_2O)$

Example = $NaFe(SO_4)_2 \times H_2O$ (Sodium Firrec alum).

الشبة = نوع خاص من المركبات المائية وتتكون من ملح ثنائي بصيغة عامة

$(M^I M^{III} (SO_4)_2 \times H_2O)$

M^I = عنصر فلزي يمتلك شحنة مقدارها (+١) مثل (Na، K، Li، .....)

M^{III} = عنصر فلزي يمتلك شحنة مقدارها (+٣) مثل (AL، Fe، .....)

2. **What are the hydrates? Give few examples of metal salt hydrates.**

٢) ما هي المركبات المائية؟ أعط عدة أمثلة على أملاح فلزية مائية.

الحل:

Hydrate = is acompound that has crystallized from aqoues solution with weakly bound water molecules contained in the crystal.

Example = 1) $CuSO_4 . 5H_2O$

2) $NaC_2H_3O_2 . 3H_2O$

المركب المائي: هو مركب تبلور من محلول مائي مشكلاً روابط ضعيفة مع جزيئات الماء داخل بلوراته.

3. **Potassium ferric alum has the formula: $KFe(SO4)_2 .xH_2O$. A sample of 1.26 g of this alum was heated in a crucible to get a constant mass. The mass of the anhydrous salt produced $(KFe(SO_4)_2$ was 0.72g. Calculate the value "x" in the formula of the alum.**

٣) عينة من $(KFe(SO4)_2 .xH_2O)$ تزن 1.26g تم تسخينها داخل وعاء فخاري ليعطي وزن ثابت بعد التسخين مقداره (0.72g) من $(KFe(SO_4)_2$ احسب قيمة (x) في صيغة الشبة.

الحل:

$$m_{H_2O} = 1.26 - 0.72 = 0.54g$$

$M_{w(H_2O)} = 18g/mol$ (من الجدول الدوري)

$M_{w_{anhydrous}} KFe(SO_4)_2) = 287.09g/mol$ (من الجدول الدوري)

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

$$n_{H_2O} = \frac{m}{M_w} = \frac{0.54}{18} = 0.03 mol$$

$$n_{anhydrous} = \frac{m}{M_w} = \frac{0.72}{287.09} = 0.0025 mol$$

$$x = \frac{n_{H_2O}}{n_{anhydrous}} = \frac{0.03}{0.0025} = 11.96 \approx 12 \text{ mol}$$

$$\rightarrow \quad alum = KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$$

Questions الأسئلة

1. What is the effect on the calculated value of "x" if the dehydration of the alum is not complete

١) ما هو تأثير عدم اكتمال عملية التخلص من الماء بالنسبة للشبة على قيمة (×)؟

الحل:

$m_{H_2O} \downarrow \Rightarrow n_{H_2O} \downarrow \Rightarrow x \downarrow$

بما أن عملية التخلص من الماء غير مكتملة فهذا يؤدي إلى نقصان كتلة الماء وبذلك نقصان عدد مولات الماء وهذا يؤدي إلى تقليل قيمة (×) المحسوبة.

2. A student heated 1.40 g of hydrated nickel (II) sulfate in a crucible to get 0.77 g of anhydrous salt. What is the formula of the salt? (Show your work)

٢) طالب قام بتسخين (1.40g) من كبريتات النيكل المائية في إناء فخاري ليعطي (0.77g) من الملح غير المائي. ما هي صيغة هذا الملح المائي؟

الحل:

الصيغة قبل عملية التسخين كانت

$NiSO_4 \cdot x\, H_2O$

لذلك يجب معرفة قيمة (×) لتحديد صيغة الملح المائي

$m_{H_2O} = 1.40 - 0.77 = 0.63g$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

Questions أسئلة إضافية

سؤال:

0.809 g sample of a hydrate was heated to give 0.483 g of anhydrous product that has a molecular weight of 159.62 g/mol. How many H_2O molecules are there in a molecule of hydrate. x = ?

a) 8 b) 12 c) 7 d) 6 e) 9

الحل:

Mass of H_2O = mass of hydrate – mass of an hydrous

$= 0.809 - 0.483$

$= 0.326\,g.$

$$n_{(an\ hydrous)} = \frac{m}{Mw} = \frac{0.483}{159.62} = 3.03\times10^{-3}\ mol$$

$$n_{(H_2O)} = \frac{m}{Mw} = \frac{0.326}{18} = 0.018\ mol$$

$$X = \frac{moles\ of\ H_2O}{moles\ of\ an\ hyrous}$$

$$Or\ X = \frac{moles\ of\ H_2O}{moles\ of\ hydrate}$$

Because moles of hydrate = moles of an hydrous

• ويكون الحل حسب المادة التي أعطيت لها الكتلة المولية في السؤال

$$n_{H_2O} = \frac{m}{M_w} = \frac{0.63}{18} = 0.035\,mol$$

$M_{w_{anhydrous}}(NiSO_4) = 154.76\,g/mol$ (من الجدول الدوري)

$$n_{anhydrous} = \frac{m}{M_w} = \frac{0.77}{154.76} = 0.00498\ mol$$

$$x = \frac{n_{H_2O}}{n_{anhydrous}} = \frac{0.035}{0.00498} = 7.03 \approx 7\,mol$$

→ Formula of hydrate = $NiSO_4.7H_2O$ ✓

3. **In the formula of hydrate experiment (NaCr(SO4)xH2O) was used the value of x was found to be 13. if the mass of the anhydrous salt was 1.65g, what was the mass (in grams) of the alum used?**

(molar masses (g/mol); Na=23.0, Cr=52.0, S = 32.0 O = 16.0 and H = 1.00

a) 12 b) 465 c) 3.10 d) 501 e) 2.87 ✓

$$X = \frac{moles\ H_2O}{moles\ An\ hydrous\ salt}$$

① moles of H_2O

② mass of H_2O

③ mass of H_2O + mass of An hydrous = mass of Alum

للتواصل مع المؤلف
0795306216

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

• في هذا السؤال يوجد الكتلة المولية ل an hydrous ولذلك نحل حسب القانون الأول.

$$X = \frac{\text{moles of } H_2O}{\text{moles of anhydrous}}$$

$$X = \frac{0.018}{3.03\times10^{-3}} = 5.97 = 6$$

سؤال:

Which of the following statements is correct?

a) **If some carbon were deposited on the outside walls of crucibled during dehydration then the calculated value of x (water of crystallization) will be higher than the actual value.**

b) **$CuSO_4.5H_2O$ is an example of an alum.** ✗

c) **If the mass of anhydrous salt and alum are 0.65 g and 1.55 g respectively than the mass percent of H_2O in the alum will be 42%.** ✗ 58 %

d) **Incomplete dehydration will increase (decrease) the calculated value of (x).** ✗

e) **If 1.0 g of alum used instead of 1.50 g then the calculated value of x will be lower than the actual.** ✗ ✗ depend

$m_a > m_{H_2O}$

سؤال:

Given the following set of data:

- **Mass of hydrate = 1.50 g.**
- **Mass of anhydrous salt = 1.19 g.**
- **Molar mass of hydrate = 350.0 g/mol.**
- **Molar mass of H_2O = 18.0 g/mol.**

Calculate water of crystallization(X).

a) 4 b) 5 c) 6 d) 7 e) 12

الحل

$$m_{H2O} = m_{hydrate} - m_{an\ hydrous}$$

$$= 1.5 - 1.19 = 0.31\ g$$

$$\Rightarrow n_{H_2O} = \frac{m}{Mw}$$

$$= \frac{0.31}{18} = 0.0172\ mol$$

$$X = \frac{n_{H_2O}}{n_{hydrate}}$$

أعطي معنا في هذا السؤال الكتلة المولية لـhydrate لذلك نستخدم هذا القانون كما ورد في أسئلة سابقة

$$n_{hydrate} = \frac{m}{Mw} = \frac{1.5}{350} = 4.29\times10^{-3}\ mol$$

$$X = \frac{0.0172}{4.29\times10^{-3}} = 4$$

سؤال:

Give the following set of data:

- **Mass of empty crucible = 16.00 g.**
- **Mass of crucible + hydrated salt = 17.26 g.**
- **Mass of crucible + anhydrous salt = 17.00 g**
- **Molar mass of anhydrous salt = 208.3 g/mol.**

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

- Molar mass of H_2O = 18.0 g/mol.

Calculate the water of crystallization (X).

a) 3 **b) 4** **c) 5** **d) 6** **e) 7**

الحل:

mass of hydrate = 17.26 – 16 = 1.26 g

mass of anhydrous = 17 - 16 = 1g

mass of water = mass of hydrate - mass of anhydrous

= 1.26 - 1 = 0.26 g

$$\Rightarrow n_{H_2O} = \frac{m}{Mw} = \frac{0.26}{18} = 0.014 \text{ mol}$$

$$n_{anhydrous} = \frac{1}{208.3} = 4.8\times10^{-3} \text{ mol}$$

$$X = \frac{n_{H_2O}}{n_{anhydrous}} = \frac{0.0144}{4.8\times10^{-3}} = 3$$

للتواصل مع المؤلف
0795306216

EXPERIMENT (3)

The Empirical Formula of an Oxide

الصيغة البدائية للأوكسيد

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

EXPERIMENT (3)

The Empirical Formula of an Oxide

الصيغة البدائية للأوكسيد

سوف نقوم بإيجاد الصيغة البدائية (Empirical Formula) لأوكسيد المغنيسيوم (Magnesium Oxide) وذلك من خلال معرفتنا لكل من وزن المغنيسيوم ووزن الأوكسجين.

المغنيسيوم فلز متوسط الفاعلية (Moderately Reactive Element) بسبب وقوعه بالمجموعة الثانية (A II) بالجدول الدوري، وينفاعل المغنيسيوم مع الاكسجين حاله حال كل الفلزات ولكن هذا التفاعل يكون بطيء في درجة حرارة المختبر (25 C° تقريباً)، وعند درجات الحرارة المرتفعة يحترق المغنيسيوم بوجود الأوكسجين بشكل أسرع، ويرافق الاحتراق ظهور شعلة ساطعة بيضاء (Intensely White Flame).

في تجربة اليوم سوف نقوم بحرق كمية معلومة من المغنيسيوم (Mg) بوعاء فخاري مغلق (Closed Crucible) مع الهواء الذي يحتوي بشكل رئيسي على الأوكسجين (O_2) والنتروجين، وسيتفاعل المغنيسيوم مع كليهما لينتج بودرة بلون رمادي مائلة إلى البياض (Grayish-White)، وتتكون هذه البودرة من مركبين رئيسيين:

١. أوكسيد المغنيسيوم (Magnesium Oxide).

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

٢. نيتريد المغنيسيوم (Mg_3N_2) (Magnesium Nitride).

لكن كمية أوكسيد المغنيسيوم تكون أكبر لأن فاعلية (Reactivity) الأوكسجين أعلى منها للنتيروجين.

يجب علينا التخلص من نيتريد النيتروجين (Mg_3N_2) لأنه يسبب خطأ في تحديد الصيغة البدائية لأوكسيد المغنيسيوم وذلك بإضافة الماء له وتحويله إلى هيدروكسيد المغنيسيوم ($Mg(OH)_2$) بداية، ثم بفعل الحرارة يتحول هيدروكسيد المغنيسيوم إلى أوكسيد المغنيسيوم حسب المعادلات التالية:

1. $Mg_3N_2 + 6H_2O \rightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$

2. $Mg(OH)_2 + heat \rightarrow MgO + H_2O$.

نلاحظ صعود غاز الأمونيا (NH_3 Ammonia) من المعادلة الأولى، ونستطيع أن نشم رائحة هذا الغاز خلال التجربة.

نقوم بوزن المغنيسيوم ونقوم بتوزين أوكسيد المغنيسيوم بعد نهاية التجربة والفرق بين الوزنين هو وزن الأوكسجين وبذلك نستطيع تحديد الصيغة البدائية للمركب (Empirical Formula)

العملي Experimental

١. تحضر الإناء الفخاري (Crucible) وغطاءه (cover) ونقوم بغسله وتجفيفه (تعامل مع هذه الأدوات بحذر لأنها مكلفة "شوي شوي").

٢. قم بوزن (0.2g) من أشرطة المغنيسيوم (Magnesium ribbon).

٣. نقوم بتغطية الإناء ووضعه على النار بتثبيته على حلقة معدنية (Iron Ring) والانتظار لمدة خمس دقائق (5 minutes)، (حتى يصبح أسفل الوعاء الفخاري يكسوه اللون الأحمر).

٤. نعيد عملية التسخين مرة أخرى ثم نتركها لتبرد، ثم نوزنها مرة اخرى، إذا كان الفرق بين الوزنين أكثر من 0.02g فيجب علينا إعادة التخسين مرة ثالثة، أما إذا كان أقل من 0.02g فإننا نوقف عملية التسخين ونسجل الوزن.

ملاحظات هامة:

* يجب ان تترك فتحة صغيرة لغطاء الفخارة خلال عملة التسخين ويجب ان لا تكون الفتحة كبيرة (Too far) وذلك لتجنب احتراق المغنيسيوم (Allow the metal to inflame)، يجب عدم تكون اللهب خلال هذه التجربة، وهذا يعني خسارة جزء من أوكسيد المغنيسيوم (Will carry part of the solid oxide out of the crucible).

* إذا لاحظنا تصاعد دخان من الإناء الفخاري (Crucible begins to smoke) يجب تغطية الفخارة بشكل كامل وإزالة مصدر اللهب لمدة 2-3 min.

٦. نزيل الغطاء ونضيف عشرة نقاط (10 drops) من الماء المقطر (distilled water) باستخدام القطارة الطبية (Medicine dropper)، ونستطيع ان نشتم رائحة الأمونيا عند هذه النقطة.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

٧. نعيد الغطاء ونقوم بالتسخين بلهب منخفض وذلك لتبخير الماء (نستطيع استخدام ورقة عباد الشمس الحمراء "Red Litmus Paper"، ووضعها فوق الإناء بحيث تتحول إلى اللون الأزرق بسبب تفاعلها مع الأمونيا القاعدية (NH_3) ثم نسخن بشكل قوي لمدة 8-10 min لتحويل هيدروكسيد المغنيسيوم ($Mg(OH)_2$) إلى أوكسيد المغنيسيوم.

٨. نترك الإناء الفخاري ليبرد ثم نقوم بوزنه بدقة، ثم نعيد تسخينه وتبريده ووزنه مرة أخرى، وهكذا إلى أن يصبح الفرق بين الوزنين المتتالين أقل من 0.02g.

٩. قم بحساب وزن المغنيسيوم (Mg) ووزن اوكسيد المغنيسيوم (MgO) والنسبة المئوية (Mass Percent) للمغنيسيوم بأكسيد المغنيسيوم.

Questions الأسئلة

1. **What is the mole and molar mass? What are the molar masses of magnesium and atomic oxygen?**

١) ما هو تعريف المول والكتلة المولية؟ وما هي الكتلة المولية للمغنيسيوم وذرة الأكسجين؟

Solution:

Mole: the number equal to the number of carbon atoms in exactly 12g of pure C^{12} equal to Avogadro's number = 6.023×10^{23}".

هو عدد يساوي عدد ذرات الكربون في 12g من C^{12} ويساوي عدد أفوجادرو = ٦,٠٢٣ × ١٠ ".

Molar Mass: the mass in grams of one mole of the compound.

هو الوزن بالغرام لواحد مول من المركب.

الكتلة المولية لكل مول من O، Mg "من الجدول الدوري" هي:

Mg = 24.31g/mol.

O = 16.00g/mol.

2. **When 0.192 of phosphorus is burned, 0.44g of white oxide is obtained:**

   a. **Write a balanced chemical equation for the reaction of phosphorus with molecular oxygen based on this empirical formula.**

   b. **Determine the empirical formula of the oxide.**

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

٢) عند حرق 0.192 من الفسفور ينتج g٠,٤٤ من أوكسيد الفسفور الأبيض.

أ. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل الفسفور مع جزيء الأوكسجين بالاعتماد على الصيغة الأولية.

ب. حدد الصيغة البدائية لهذا الأوكسيد.

الحـــل:

سوف أقوم بحل فرع (b) ثم فرع (a):

$m_p = 0.192g.$

$m_o = 0.44 - 0.192 = 0.248g.$

$$n_p = \frac{M}{M_w} = \frac{0.192}{30.97} = 0.0062mol$$

$$n_o = \frac{0.248}{16} = 0.0155\ mol$$

$$\frac{P_{0.0062}}{0.0062} \qquad \frac{O_{0.0155}}{0.0062}$$

$$\Downarrow \qquad \Downarrow$$

$$P_1 \qquad O_{2.5}$$

نقسم على أصغر عدد

لا تستطيع قبول هذه القيمة كصيغة بدائية لذلك نضربها بـ ٢

$\Rightarrow$ Empirical Formula = P_2O_5.

a. $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$.

النتائج والحسابات

Results and Calculation

a. Mass of Mg = 0.248g.

b. Mass of Mg oxide = 0.41 g.

1. Mass of (O) = 0.41 -0.248 = 0.162g.

$$\Rightarrow n_{Mg} = \frac{0.248}{24.31} = 0.0102\,mol$$

$$n_o = \frac{0.162}{16} = 0.01\,mol$$

$$\frac{Mg_{0.0102}}{0.01} \qquad \frac{O_{0.01}}{0.01}$$

$\Rightarrow$ Empirical Formula = MgO.

2. Mass percent of Mg in the oxide (X_1) (Experimentally)

(عملياً من التجربة)

$$\text{Mass percent of Mg} = \frac{\text{Mass of Mg}}{\text{Mass of MgO}} x100\%$$

$$= \frac{0.248}{0.41} x100\% = 60.49\%$$

3. Mass percent of Mg in the oxide (X_2) (Calculated from MgO).

(تحسب نظرياً من صيغة MgO).

$$\%Mg = \frac{M_w(Mg)}{M_w(MgO)} x100\%$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

$$= \frac{24.31}{(24.31+16)} \times 100\% = 60.3\%$$

4. Percentage error (نسبة الخطأ المئوية) = $(X_2-X_1)/X_2 \times 100\%$.

لا توجد أهمية للأشارة هنا

$$= \frac{60.3 - 60.49}{60.3} \times 100\%$$

$$= -0.32\%$$

$$\frac{|Actual - Exp.|}{Actual} \times 100\ \%$$

Questions الأسئلة

1. **If water has not been added to your initial product, what error in the determined percentage of Magnesium would have resulted (that is, if part of the product has been Magnesium nitride)?**

١) إذا لم يضاف الماء للناتج البدائي، ما هو الخطأ في تحديد النسبة الكتلية للمغنيسيوم "باعتبار أن جزء من الناتج هو نيتريد المغنيسيوم Mg_3N_2"؟

Solution:

Mass of Oxide ↓ ⇒ Percent of Magnesium ↑.

2. **If large amount of magnesium oxide had been lost during the heating of the crucible, would this have made the calculated % Mg in the product too high or too low? Explain.**

٢) إذا فقدت كمية كبيرة من أوكسيد المغنيسيوم أثناء تسخين الإناء الفخاري، هل يقوم هذا بزيادة Mg% او يقللها؟ وضح.

Solution:

Mass of Mg = Constant (ثابت).

⇒ Mass of MgO = ↓

⇒ % Mg = ⇑.

للتواصل مع المؤلف
0795306216

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

3. **Chloride oxide is 59.7% by mass Cl. What is the empirical formula of the oxide?**

a. $Cl2O_5$ b. Cl_2O **d. Cl_2O_3** e. Cl_2O_2

Solution:

نفرض أنه يوجد لدينا100g من هذا المركب.

$\Rightarrow$ Mass of Cl = 59.7g.

$\Rightarrow$ Mass of O = 100-59.7 = 40.39.

$$n_{Cl} = \frac{m}{M_w} = \frac{59.7}{35.45} = 1.684 mol$$

$$n_o = \frac{m}{M_w} = \frac{40.3}{16} = 2.518$$

$Cl_{\frac{1.684}{1.684}}$ $O_{\frac{2.518}{1.684}}$

Cl_1 $O_{1.5}$

لا يجوز أن تكون إلى Empirical formula بهذا الشكل لذلك نضربها بـ٢ للتخلص من الكسور في الـ Empirical formula يجب أن تكون أعداد الذرات صحيحة دائماً.

$\Rightarrow 2 (Cl_1 \quad O_{1.5})$.

$\Rightarrow Cl_2 \; O_3$.

4. **A compound containing only nitrogen and oxygen is 63.54% N by mass the empirical formula of the compound is:**

a. N_2O_5 b. N_2O_3 **c. NO** d. NO_2 **e. N_2O**

Solution:

Mass percent of O + mass percent of N = 100%.

X + 63.64% = 100%

* Mass percent of O = 100% - 63.64%.

= 36.36%.

نفرض أنه يوجد لدينا 100g من هذا المركب.

Mass of O = 36.36g.

$$n_{(O)} = \frac{m}{M_w} = \frac{36.36}{16} = 2.273 mol$$

$$n_{(N)} = \frac{m}{M_w} = \frac{63.64}{14} = 4.546 mol$$

	N	O
نقسم على الأصغر	$\frac{4.546}{2.273}$	$\frac{2.273}{2.273}$

3.2 N_2O

5. **At 36.20 of element M (At. Wt. =32.0) reacted with an excess of element X (At. Wt. = 19.0) to produce 14.6g of compound containing M and X only. The empirical formula of the compound is:**

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

a. MX_3 **b. MX_6** c. MX_2 d. MX_4 e. MX_5

Solution:

Mass of a compound = mass of M + mass of x

14.6 = 3.2 + mass of x.

* Mass of x = 14.6 -3.2.

= 11.4

$$n_x = \frac{m}{Mm} = \frac{11.4}{19} = 00.6$$

$M_{\frac{0.1}{0.1}}$ $X_{\frac{0.6}{0.1}}$

$\Rightarrow M_1X_6$.

6. **A sample of a nitrogen oxide gas has a mass of 6.2g. If the compound contains 1.4g nitrogen, its empirical formula is:**

a. N_2O **b. NO_3** c. N_2O_3 d. NO_2 e. N_2O_5

Solution:

Mass of the compound = mass of N + mass of O.

6.2 =1.4 + mass of O.

$\Rightarrow$ Mass of O = 6.2 – 1.4 = 4.8g.

$$n_N = \frac{1.4}{14} = 0.1mol$$

$$n_o = \frac{4.8}{16} = 0.3mol$$

$M_{\frac{0.1}{0.1}}$ $X_{\frac{0.3}{0.1}}$

N_1O_3.

7. **Given the following set of data:**
   - **Mass of empty crucible = 40.0g**
   - **Mass of crucible +Mg = 66.0g**
   - **Mass of Mg-oxide produced =43.0g**

Determine the empirical formula of the oxide and mass percent of Mg in the oxide (Experimentally).

الحل:

m_{Mg} = 66-40=26g

m_{oxide} = 43g

Mass of oxygen = 43-26=17g

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

$$n_{Mg} = \frac{m}{m_w}$$

$$= \frac{26}{24.31} = 1.07\,mol$$

$$n_O = \frac{m}{m_w}\frac{17}{16} = 1.063\,mol$$

Mg	O
$\frac{1.07}{1.063}$	$\frac{1.063}{1.063}$

Emperical Formula = MgO

% of Mg = $\frac{26}{43} \times 100\%$

= 60.46 %

للتواصل مع المؤلف
0795306216

EXPERIMENT (4)

Limiting Reactant

العامل المحدد

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

EXPERIMENT (4)

Limiting Reactant

العامل المحدد

Objectives (مواضيع التجربة)

في هذه التجربة سوف نقوم بتحديد العامل المحدد (Limiting Reactant) في تفاعل فوسفات الصوديوم (Sodium Phosphate) مع كلوريد الباريوم (Barium Chloride) ومن خلال حساب كمية الناتج من راسب فوسفات الباريوم (Barium Chloride) فإننا نستطيع حساب كمية كل من المادتين المتفاعلتين في الخليط الأصلي.

Introduction (المقدمة)

في أي تفاعل كيميائي يستمر التفاعل إلى أن تستهلك أحدى المواد المتفاعلة (Reactants) بشكل كلي، وهذه المادة المتفاعلة تحدد سير التفاعل وبذلك تحدد كمية المواد الناتجة لذلك نطلق عليها اسم العامل المحدد (Limiting Reactant)، والمواد المتفاعلة الأخرى يبقى جزء منها في المحلول بعد انتهاء التفاعل وتكون هذه المواد زائدة (excess).

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

في هذه التجربة سوف نجري تفاعل بين محاليل كل من فوسفات الصوديوم (Na_3PO_4) وكلوريد الباريوم-($BaCl_2$) حسب التفاعل التالي.

$$2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 + 6NaCl$$

ويكون صافي المعادلة الأيونية (net ionic equation) لهذا التفاعل كالتالي:

$$2PO^{-3}_{4(aq)} + 3Ba^{+2}_{(aq)} \rightarrow Ba_3(PO_4)_{2(s)}$$

سوف نعطي خليط مجهول النسب (unknown composition) يحتوي على (M_w = 380g/mol, $Na_3PO_4.12H_2O$) و (M_w = 244.2g/mol, $BaCl_2.2H_2O$) ثم نقوم بإذابة كمية محددة من هذا الخليط بالماء وينتج عن هذا الخلط راسب من ($Ba_3(PO_4)_2$)، وبعد فلترة الراسب ووزنه ومعرفة العامل المحدد (Limiting Reactant) والزائد (excess) داخل المحلول نستطيع تحديد كمية كل من المادتين المتفاعلتين داخل العينة المجهولة.

العلمي Experimental

١. نوزن بدقة تقريباً 1g من الخليط ثم ننقله إلى وعاء بحجم 400ml (400 ml beaker).

٢. نضيف 200ml من الماء المقطر للخليط ونحركه جيداً باستخدام القلم الزجاجي (glass Rod) لمدة دقيقة، ثم نتركه حتى يتجمع الراسب بالقاع.

٣. نغطي الوعاء بعدسة زجاجية ونضعه على نار هادئة بحيث تكون درجة حرارة المحلول (80-90C°) وننتظر لمدة 20 min تقريباً.

٤. نجمع الراسب باستخدام الفلترة العادية (gravity filtration) وذلك بسكب المحلول الذي يقع فوق الراسب أولاً ثم إنزال الراسب من القاع "وذلك لتسريع عملية الفلترة" ونزيل الراسب المتعلق بجدران الوعاء بغسله بماء ساخن، ثم نغسل الراسب بـ 5ml من الماء الساخن مرتين " Rinse the precipitate with two 5ml portions of "hot water

٥. نحضر وعائين كل منهما بحجم 100ml ونضع في كل منهما 50ml من المحلول الناتج من عملية الفترة ونضع على كل منهما علامة.

٦. نغسل الراسب وهو على ورقة الفلترة (Filter Paper) مرتين بـ 25ml من الأسيتون أو الايثانول لإزالة معظم الماء من الراسب.

٧. نجفف الراسب بفرن درجة حرارته (110C°) لمدة 20 min ثم نتركه ليبرد ونوزنه.

Determine of the limiting reactant in the original mixture

تحديد العامل المحدد بالخليط الأصلي:

1. Test for excess PO_4^{-3} (PO_4^{-3} فحص للمادة الزائدة من)

نضيف نقطتين من (0.5M of $BaCl_2$) لأحد الأوعية التي جهزناها بالجزء الأول.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

أ. إذا تكون راسب ⇐ Na_3PO_4 = excess.

ب. إذا لم يتكون راسب ⇐ Na_3PO_4 = Limiting Reactant.

2. Test of Excess Ba^{+2} (Ba^{+2} فحص للمادة الزائدة من),

نضيف نقطتين من ($0.5\ M\ of\ Na_3PO_4$) للوعاء الثاني:

أ. إذا تكون راسب ⇐ $BaCl_2$ = excess.

ب. إذا لم يتكون راسب ⇐ $BaCl_2$ = limiting reactant.

Pre-Laboratory Questions أسئلة ما قبل المختبر

1. $Na_3PO_4.\ 12H_2O$ and $BaCl_2.\ 2H_2O$ are examples of compounds known as hydrates, what are the hydrates? Give other examples of hydrate?

$Na_3PO_4.\ 12H_2O$ and $BaCl_2.\ 2H_2O$ هي امثلة على مركبات تعرف بالمائية، ما هي المركبات المائية، أعط أمثلة أخرى عليها.

Hydrate = Molecules contains:

Water molecules (H_2O), example alum = $M^I\ M^{III}\ (SO_4)_2 \times H_2O$. ($KAl(SO_4)_2.XH_2O$)

2. A mixture of 0.65g $BaCl_2.\ 2H_2O$ and 0.35g $Na_3PO_4.\ 12H_2O$, was dissolved in water, which of the two reactants is limiting reactant? Calculate the mass of $Ba_3\ (PO_4)_2$ precipitate formed?

خليط من 0.35g $Na_3PO_4.\ 12H_2O$ مع 0.65g $BaCl_2.\ 2H_2O$ ذوبت بالماء، من منهما العامل المحدد، احسب كتلة الراسب من $Ba_3\ (PO_4)_2$ المتكونة.

حفظ

Solution:

$3BaCl_2.\ 2H_2O + 2Na_3PO_4.\ 12H_2O \rightarrow Ba_3\ (PO4)_2 + 6NaCl.$

m = 0.65	m = 0.35	m = ??
M_w = 244.2g/mol	M_w = 380.2g/mol	

M_w= 601.84g/mol.

$$n_{BaCl_2.2H_2O} = \frac{m}{M_w} = \frac{0.65}{244.2} = 2.66x10^{-3}\ mol$$

$$\frac{2.66x10^{-3}}{3} = 8.87x10^{-3}$$

$$n_{Na_3PO_4.12H_2O} = \frac{m}{M_w} = \frac{0.35}{380.2} = 9.2x10^{-4}\ mol$$

$$\frac{9.2x10^{-4}}{2} = 4.6x10^{-4}$$

الأصغر (L. R).

2mol of $Na_3PO_4.\ 12H_2O$ → 1 mol of $Ba_3\ (PO_4)_2$.

9.2×10^{-4} → X

$$n_{Ba_3(PO_4)_2} = \frac{9.2x10^{-4}}{2} 4.6x10^{-4}\ mol$$

$$m_{Ba_3(PO_4)_2} = n \times Mw = 4.6 \times 10^{-4} \times 601.84 = 0.277g$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

Results and Calculation النتائج والحسابات

Mass of mixture = 1.54g.

Mass of precipitate ($Ba_3(PO_4)_2$) = 0.8g,

Limiting reactant in salt mixture is = $Na_3PO_4.12H_2O$.

Excess reactant in salt mixture is = $BaCl_2.2H_2O$.

$$n_{Ba_3(PO_4)_2} = \frac{M}{M_w} = \frac{0.8}{601.84} = 1.33\times10^{-3}\,mol$$

نستطيع تحديد عدد مولات العامل المحدد (Limiting reactant) من عدد مولات أحد المواد الناتجة:

1mol of $Ba_3(PO_4)_2$ → 2mol of $Na_3PO_4.12H_2O$.

1.33×10^{-13} mol → X

$$n_{Na_3PO_4.12H_2O} = 2\times1.33\times10^{-13} = 2.66\times10^{-3}\,mol$$

$$m_{Na_3PO_4.12H_2O} = n\times M_w = 2.66\times10\times380.2 = 1.01g$$

Mass of $BacCl_2.2H_2O$ = 1.54 - 1.01 = 0.53g.

$$\%Na_3PO_4.12H_2O = \frac{\text{Mass of } Na_3PO_4.12H_2O}{\text{Mass of Mixture}} \times 100\%$$

$$= \frac{1.01}{1.54} \times 100\% = 65.58\%$$

$$\%BaCl_2.2H_2O = \frac{0.35}{1.54} \times 100\% = 34.41\%$$

Questions الأسئلة

1. Calculate the mass of $Ba_3(PO_4)_2$ produced from the reaction of 0.85g Na_3PO_4, $12H_2O$ with excess $BaCl_2.2H_2O$. What is the purpose of heating the mixture in step 3 for 20 minutes?

احسب كتلة $Ba_3(PO_4)_2$ الناتجة من تفاعل 0.85g من Na_3PO_4. $12H_2O$ مع كمية زائدة من $BaCl_2.2H_2O$. ما هو الهدف من تسخين الخليط لمدة (20 minutes) بالخطوة الثالثة؟

Solution:

$$n_{Na_3PO_4.12H_2O} = \frac{0.85}{380.2} = 2.24\times10^{-3}\,mol$$

2mol of $Na_3PO_4.12H_2O$ → 1 mol of $Ba_3(PO_4)_2$.

2.24×10^{-3} mol → X

$$n_{Ba_3(PO_4)_2} = \frac{2.24\times10^{-3}}{2} = 1.12\times10^{-3}\,mol$$

$$m_{Ba_3(PO_4)_2} = n\times M_w = 1.12\times10^{-3}\times601.84 = 0.674g$$

We heat to increase amount of product by complete the Reaction.

نسخّن لزيادة كمية الناتج عن طريق اكتمال التفاعل.

2. What is the purpose of washing the precipitate with hot water in step 4?
How would the reported percentage of the excess Reactant be affected if the precipitate was not washed in this step?

www.exophy.blogspot.com : تم الرفع من طرف موقع exophy

ما هو الهدف من غسل الراسب بالماء الساخن في المرحلة رقم ٤؟ وكيف ستتأثر نسبة المادة المتفاعلة الزائدة إذا لم يغسل الراسب في هذه الخطوة؟

الحل:

To remove excess Reactant and impurities from the precipitate.

لإزالة المادة الكتفاعلة الزائدة والشوائب العالقة بالراسب.

إذا لم نغسل الراسب جيداً فإن

Mass of the precipitate ↑ ⟹ mass of the Limiting Reactant ↑

⟹ Mass of the excess ↓ ⟹ percentage of the excess ↓.

3. Calculate the mass of $NH_3(g)$ produced when 5.60 g N_2 are reacted with 1.50g H_2 according to the equation?

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

a) 7.10 (b) 6.80 c) 8.50 d) 9.80

الحل:

المعادلة موزونة (جاهزة)، نلاحظ أنه لدينا كتلة اثنين من المواد المتفاعلة لذلك يجب تحديد العامل المحدد (Limiting Reactant).

$$n_{N_2} = \frac{M}{M_w} = \frac{5.6}{2\times14} = 0.2mol$$

$$n_{H_2} = \frac{M}{M_w} = \frac{1.5}{2\times1} = 0.75mol$$

لتحديد العامل المحدد (Limiting Reactant) نقوم بقسمة عدد المولات على المعاملات الموجودة في المعادلة الموزونة والأصغر يكون هو العامل المحدد.

$$N_2 \Rightarrow \frac{0.2}{1} = 0.2\,(\text{limiting reactant})$$

معامل N_2 الموجود في المعادلة الموزونة.

$$H_2 \Rightarrow \frac{0.75}{3} = 0.25$$

معامل N_2 الموجود في المعادلة الموزونة.

نقوم باستخدام العامل المحدد في حساب كمية النواتج.

1 mol N_2 → 2 mol NH_3.

0.2 mol N_2 → X mol NH_3.

Moles of NH_3 = 2 x 0.2 = 0.4 mol.

Mass of NH_3 = n x Mw.

= 0.4x (14 + 3 x 1) = 6.8 g

Mw من الجدول الدوري أو تعطى مباشرة في الامتحان

4. Consider the balanced chemical equation:

$$2Al_{(s)} + 3Br_{2(l)} \rightarrow 2\,AlBr_{3(s)}.$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

Calculate the mass of AlBr3 (molar mass = 293.7g.mol) produced from the reaction of 1.620g Al (At. Wt = 27.0) and 6.392g Br_2 (Mm. = 159.8g/mol).

a. 9.398 b. 14.46 c. 8.615g **d. 7.832g** e. 10.18g

Solution:

$2Al_{(s)}$	$+ 3Br_{2(l)}$	$\rightarrow$	$2AlBr_{3(s)}$.
m = 1.62g	m = 6.392g		m = ??
Mw = 27g/mol	Mw = 159.8g/mol		Mw = 293.7g/mol.

بما أنه يوجد لدينا كتلة اثنين من المواد المتفاعلة فلابد من معرفة العامل المحدد (Limiting Reactant).

$$n_{Al} = \frac{m}{M_w} = \frac{1.62}{27} = 0.06mol$$

$$n_{Br_2} = \frac{m}{M_w} = \frac{6.392}{159.9} = 0.04mol$$

* "هذا الجزء فقط لتحديد العامل المحدد".

ولتحديد العامل المحدد "Limiting Reactant" نقوم بقسمة عدد المولات على المعامل الموجود في المعادلة الموزونة.

$$Al \Rightarrow \frac{0.06}{2} = 0.03$$

$$Br_2 \Rightarrow \frac{0.04}{3} = 0.0133 \quad \text{(الأصغر)}$$

هذا العامل المحدد "Limiting Reactant" ونستخدمه لحساب كمية Br_2 النواتج.

3 mol Br_2 $\rightarrow$ 2 mol $AlBr_3$.

0.04 mol Br_2 $\rightarrow$ x mol $AlBr_3$.

Moles of $AlBr_3 = \frac{2x0.04}{3} = 0.0267mol$

$m_{(AlBr3)}$ = n x Mw.

= 0.0267 x 293.7 = 7.833g.

5. When 20.0g C_2H_6 and 120.g O_2 react to form CO_2 and H_2O, how many grams of CO_2 will be formed?

a. 18 b. 36 c. 54 **d. 59** e. 88

Solution:

$$N_{C_2H_6} = \frac{m}{Mw} = \frac{20}{(2x12+6x1)}$$

= 0.667 mol.

$$n_{O_2} = \frac{120}{32} = 3.75mol$$

$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6\ H_2O$.

يجب تحديد العامل المحدد (Limiting Reactant).

$$C_2H_6 \Rightarrow \frac{6.667}{2} = 0.334 \quad \text{(الأصغر)}$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

$$O_2 \Rightarrow \frac{3.75}{7} = 0.536$$

C_2H_6 هو العامل المحدد.

2 mol of $C_2H_6 \rightarrow 4$ mol of CO_2.

0.667 mol of $C_2H_6 \rightarrow X$ mol of CO_2.

Moles of $CO_2 = 1.334$ mol.

$m_{CO2} = n \times Mw.$

$= 1.334 \times (12 + 2 \times 16).$

$= 58.696g \approx 59g.$

6. What is the maximum mass of SO_2 (Mr 64.0) that can be produced from a mixture of 100g FeS_2 (Mr119.8) and 100g O_2 (Mr 32.0) gas?

$4FeS_2 + 11\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3 + 8\ SO_2.$

a. 85.4g b. 117g c. 96.1g d. 130g **e. 107g**

Solution:

$$n_{FeS_2} = \frac{m}{Mw} = \frac{100}{119.8} = 0.835 mol$$

$$n_{O_2} = \frac{m}{Mw} = \frac{100}{32} = 3.125 mol$$

يجب تحديد العامل المحدد (Limiting Reactant).

$$n_{FeS_2} = \frac{0.835}{4} = 0.209$$ (الأصغر)

$$O_2 \Rightarrow \frac{3.125}{11} = 0.284$$

FeS_2 هو العامل المحدد.

4 mol FeS_2 → 8 mol SO_2.

0.835 mol FeS_2 → x mol SO_2.

Moles of $SO_2 = 1.67$ mol.

$\Rightarrow m_{SO_2} = n \times M_w$

$= 1.67 \times 64 = 106.88g.$

7. **0.690g of an unknown mixture of $BaCl_2.2H_2O$ and Na3PO4. 12H2O was dissolved in water and heated at 80-90 oC for 20 minutes. The mass of precipitate formed was 0.25g. when 2 drops of BaCl2 solution were 2 drops of Na3PO4 solution were added a white precipitate formed. Calculate the mass percent of limiting reagent in the mixture. Molar masses (in g/mol):**

BaCl2.2H2O=244.3; NaPO4.12H2O=380.2;Ba3(PO4) = 602.0

(the balanced chemical equation)

2 Na3PO4(aq) + 3 BaCl2(aq) → Ba3(PO4)2(s) +6 NaCl(aq)

a) 47.0% b) 53.0% c) 55.9% d) 44.1% e) 50.0%

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

EXPERIMENT (5)

Determination of acetic acid in vinger

تحديد تركيز حمض الأستيك داخل حمض الخل

أ. تحديد تركيز حمض الأستيك داخل حمض الخل

A) Determination of acetic acid in Vinegar

حمض الخل (Vinegar): هو محلول مخفف من حمض الأستيك (acetic acid CH_3COOH). ومن خلال معايرته مع محلول معياري "معروف التركيز" من قاعدة NaOH حسب المعادلة الموزونة التالية:

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_4COONa + H_2O$$

ستكون لدينا القدرة على معرفة تركيز هذا الحمض، وستكون هذه التجربة على جزئين وهما:

١) كما نعلم فإن المحلول القاعدي لـ NaOH هو محلول معياري ثانوي (Secondary Standard Solution) أي يتغير تركيزه مع مرور الوقت لقدرته على إمتصاص الرطوبة (hygrossobic) لكنه يحافظ على إستقراره لفترة محدود كفترة إجراء هذه التجرب" لذلك يجب معرفة تركيزه قبل البدء في عملية المعايرة، لأن كل حساباتنا في الجزء الثاني تعتمد بشكل مباشر على تركيز NaOH.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

ونقوم بمعرفة تركيزه بعمل معايرة بهدف معرفة تركيزه (Standrization) مقابل مادة معيارية أولية (Primary Standard Substance) وفي هذه التجربة تكون هذه المادة هي (KHP = Potasium Hydrogn Phthalate) والتي تمتلك الصيغة التالية ($KHC_8H_4O_4$).

> **ملاحظة: مادة معيارية أولية:** هي تلك المادة التي تمتلك تركيز ثابت مع مرور الوقت ونستطيع تحضير محلول بتركيز معين وثابت منها بإذابة كمية محددة من تلك المادة في حجم معين من المحلول.

وتحدث عملية المعايرة حسب التفاعل التالي:

$$KHC_8H_4O_4 + NaOH \rightarrow NaKC_8H_4O_4 + H_2O$$

نلاحظ من هذه المعادلة أن:

عدد مولات KHP = عدد مولات NaOH

وبذلك نستطيع معرفة تركيز NaOH مباشرة

٢) نقوم بإستخدام NaOH المعياري "معروف التركيز" لتحديد تركيز حمض الأستيك (acetic acid) في حمض الخل حسب المعادلة التي مرت معنا في بداية الشرح.

بإستخدام كاشف (Phenol Pthalein) الذي تغير لونه من عديم اللون (Colorless) في الوسط الحامضي (acidic medium) إلى اللون الوردي (Pink) في الوسط القاعدي (Basic Solution)

Experimental العملي

A) Standardization of NaOH Solution:

أ. معايرة محلول NaOH:

١) نوزن تقريباً (1.2g) من حبوب NaOH ونضعها في وعاء " Henker 50 ml" نذيب فيه NaOH بكمية كافية من الماء ثم ننقله إلى قارورة بحجم 100ml ونملأها بالماء لبداية عنق القارورة "لا تصل العلامة المحددة على القارورة" وقم بإغلاق القارورة وخضها جيداً "للتأكد من إذابة كاملة لحبيبات NaOH" ثم أكمل تعبئة القارورة بالماء المقطر (Distilled Water) للعلامة المحددة ثم منع لاصق على هذه القارورة لتحديدها وتمييزها.

٢) قم بتوزين (0.2g) من KHP تقريباً وذلك بوضع KHP على ورقة ومن ثم توزين قارورة (flask 250 ml) وهي فارغة ثم وضع KHP بداخله وتوزينها مجدداً "لا تضيع وقتك بالحصول على 0.2g تماماً بل نريد وزن تقريبي"

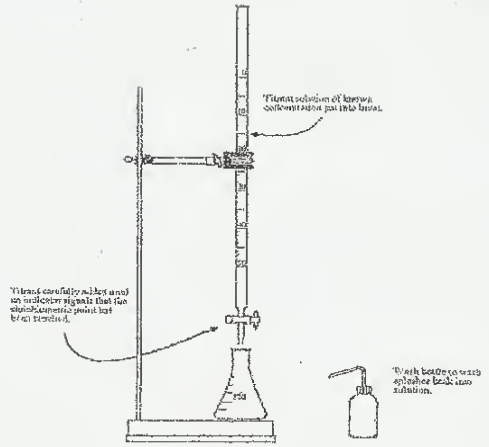
٣) أضف (50ml) من الماء المقطر (Distilled Water) للقارورة ول بتحريكها جيداً حتى يذوب كامل مادة KHP "حاول تحريك القارور

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

برجها وتجنب إستخدام القلم الزجاجي (Glass Rod) لتجنب فقدان كمية من KHP قد تعلق بالقلم الزجاجي".

"To prevent loss of sample on the stirring rod"

٤) قم بوصل أجهزة المعايرة كما هو مبين بالشكل التالي:



٥) أغسل السحاحة (البيورت) بالصابون والماء ثم الماء المقطر ثم إشطفها مرتين بإستخدام (10ml) من NaOH

"Rinse twice with about 10ml of the NaOH solution"

وتأكد من ملامسة محلول NaOH لكامل الجدران الداخلية للسحاحة ثم قم بإخراجه من فوهة السحاحة وهذا يضمن عدم تخفيف محلول NaOH بقطرات الماء العالقة على الجدران الداخلية للسحاحة.

"This assures that the standard solution will not be diluted with distilled water adhering to the buret wall"

وتأكد من عدم وجود فقاعات هواء (air bubbles) داخل السحاحة وذلك برجها لإخراج الفقاعات خارجاً.

٦) سجل الحجم الإبتدائي لـ NaOH قبل بدء عملية المعايرة.

٧) أضف ٣ نقاط من الكاشف (Phenol Phthalein) لمحلول KHP ، ونضع ورقة بيضاء تحت القارورة التي تحتوي KHP وذلك لسهولة تمييز التغير باللون، ثم نقوم بإضافة NaOH تدريجياً ونلاحظ تكون اللون الوردي (Pink) لحظياً ثم يختفي ومع مرور الوقت في عملية المعايرة يحتاج هذا اللون لوقت أطول في عملية الإختفاء وتتوقف عملية المعايرة عندما يبقى اللون ٣٠ ثانية أو أكثر دون أن يختفي "كلما إقتربنا من نقطة النهاية (End Point) نجعل عملية إضافة NaOH أبطأ، وذلك للدقة في نتائج المعايرة" ثم نسجل الحجم النهائي (Final Volume) لـ NaOH.

٨) أعد التجربة مرة أخرى

٩) إحسب تركيز NaOH في كلتا الحالتين ويجب أن لا يكون الفرق بينهما أكثر من (0.02 ml) ثم إحسب متوسط (average) النتيجتين وسجلها لإستخدامها في الجزء الثاني من التجربة.

www.exophy.blogspot.com : تم الرفع من طرف موقع exophy

Calculations الحسابات

سوف أعطي قيم تجريبية لتوضيح طريقة الحل في هذا الجزء من التجربة

1. Mass of KHP 0.2g

(كتلة KHP)

2. Molar mass of KHP 204.2 g/mol

تعطى بالمختبر← الكتلة المولية لـ KHP

3. Initial Volume of NaOH 0ml

الحجم الإبتدائي لـ NaOH

4. Final Volume of NaOH 4.5m

الحجم النهائي لـ NaOH

الحل:

$V_{NaOH} = 4.5\text{-}0 = 4.5ml = 4.5 \times 10^{-3}L$

$$n_{KHp} = \frac{m}{M_w} = \frac{0.2}{204.2} = 9.79 \times 10^{-4} mol$$

$$\rightarrow n_{NaOH} = n_{KHP} = 9.79 \times 10^{-4} mol$$

$$\rightarrow M_{NaOH} = \frac{n}{v} = \frac{9.79 \times 10^{-4}}{4.5 \times 10^{-3}} = 0.218M$$

ب. حساب النسبة الكتلية لحمض الأستيك بالخل:

B) Mass percent of acetic acid in vinger:

١) ننظف السحاحة (Burette) والماصة (Pipette) جيداً وشطفها (rinse) بماء مقطر.

٢) نشطف السحاحة (burette) بواسطة محلول NaOH، ثم نملأها بهذا المحلول، ويجب عدم ترك فقاعات من الهواء بداخلها "لأن هذه الفقاعات تؤدي إلى خطأ في عملية الحساب".

سؤال:

What is the effect on titration if such air bubbles remains?

ما هو التأثير على عملية المعايرة إذا وجدت فقاعات من الهواء داخل السحاحة؟

الحل:

$$V_{NaOH} \uparrow \Rightarrow n_{NaOH} \uparrow \Rightarrow n_{CH_3COOH} \uparrow \Rightarrow \text{concentration of } CH_3COOH \uparrow$$

٣) نحضر كمية صغيرة من الخل من الزجاجات الموجودة في المختبر داخل وعاء (Beaker) نظيف وجاف.

٤) نقوم بشطف الماصة (Pipette) بحمض الخل.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

٥) نأخذ 10 ml من حمض الخل بواسطة الماصة (Pipette) ونضعها في قارورة (Erlenmeyer flask).

٦) نضيف نقطتين من الكاشف (phenol phthalein indicator) للقارورة "يجب أن لا يكون هنالك لون لهذا المحلول (colorless)".

٧) نضع القارورة (flask) تحت السحاحة (burette) ونبدأ بعملية المعايرة بإضافة NaOH تدريجياً مع التحريك المستمر للقارورة (flask) حتى يتغير اللون إلى وردي (Pink) ولا يختفي.

ملاحظة: لتسهيل وتسريع عملية الكشف عن التغيير اللوني أثناء عملية المعايرة نضع ورقة بيضاء تحت القارورة (flask).

Calculations الحسابات

١) $n_{NaOH} = M \times V$ (تعطى بالمختبر، L)

٢) من المعادلة الموزونة

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

$$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{CH_3COOH}$$

٣) $M_{CH_3COOH} = \frac{n}{V} =$ mol/L

$= 10\ ml = 0.01\ L$

٤) للتحويل من mol/L ← g/L

$\Rightarrow$ Concentration of acetic acid in g/L = M × Mw = (g/L)

* سوف أعطي قراءات تجريبية لتوضيح طريقة الحل.

Volume of vinegar	10.00 ml
Initial reading of NaOH burette	7.30 ml
Final reading of NaOH burette	12.80 ml
Molarity of NaOH	0.218 M
Mw of CH_3COOH	60 g/mol

الحل:

V_{NaOH} = final reading – initial reading

$= 12.80 - 7.30 = 5.5\ ml = 5.5 \times 10^{-3}\ L$

$n_{NaOH} = M \times V = 0.218 \times 5.5 \times 10^{-3} = 0.012\ mol$

$\Rightarrow n_{CH_3COOH} = n_{NaOH} = 0.012\ mol$

$$M_{CH_3COOH} = \frac{n}{V} = \frac{0.012}{10 \times 10^{-3}} = 1.197\ M$$

$\Rightarrow$ Concentration of CH_3COOH (g/L) = M × Mw

$= 1.197 \times 60 = 71.83\ g/L$

سؤال:

17.4 mL of 0.14 M Ba(OH)2 solution were needed to titrate 16.0 mL of acetic acid solution. Calculate. The mass of

2 mol HA ⟶ 1 mol $Ba(OH)_2$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

acetic acid in above solution. (molar mass of acetic acid = 60.0 g/mol).

a) 1.5 b) 0.79 c) 0.44 (d) 0.29 e) 0.87

الحل:

$V_{Ba(OH)2} = 17.4ml = 0.0174L$

$n_{Ba(OH)2} = M \times V$

$= 0.14 \times 0.0174 = 2.44 \times 10^{-3}$ mol

1 mol $Ba(OH)_2$ ⟶ 2mol CH_3COOH "acetic acid"

2.44×10^{-3} ⟶ X

Moles of $CH_3COOH = 2 \times 2.44 \times 10^{-3}$

$= 4.87 \times 10^{-3}$ mol

$m_{CH_3COOH} = n \times Mw$

$= 4.87 \times 10^{-3} \times 60 = 0.292g$

سؤال:

14.0 mL of 0.10 M NaOH solution were needed to neutralize 10.0 mL of vinegar solution of unknown concentration. Calculate the grams of acetic acid (CH_3COOH, molar mass = 60.0 g/mol) per liter vinegar solution.

a) 6.6 b) 7.2 c) 5. 4 d) 9.6 (e) 8.4

الحل:

$V_{NaOH} = 14ml = 0.014L$

$n_{NaOH} = M \times V = 0.1 \times 0.014$

$= 1.4 \times 10^{-3}$ mol

moles of NaOH = moles of CH_3COOH

$= 1.4 \times 10^{-3}$ mol

حفظ

$\Rightarrow m_{CH3COOH} = n \times M_w$

$= 1.4 \times 10^{-3} \times 60$

$= 0.084$ g

Volume of vingar solution = 10 ml

= 0.01 L

Concentration of acetic acid

$\Rightarrow = \frac{\text{mass (g)}}{\text{Volume (L)}} = \frac{0.084}{0.01} = 8.4$ g/L

سؤال:

14.0 mL of NaOH was needed to titrate 20.0 mL of vinegar solution. If there was 4.50 g acetic acid (molar mass = 60.0 g/mol) in every 1000. mL vinegar soultion, calculate the molarity of NaOH solution.

a) 0.0577 (b) 0.107 c) 0.0833 d) .0682 e) 0.136

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

الحل:

$$n_{CH_3COOH} = \frac{m}{Mw} = \frac{4.5}{60} = 0.075 \text{ mol}$$

$$M_{CH_3COOH} = \frac{n}{v} = \frac{0.075}{1} = 0.075 \text{ M}$$

$V_{CH_3COOH} = 20 \text{ ml} = 0.02 \text{ L}$

$n_{CH_3COOH} = M \times V$

$= 0.075 \times 0002$

$= 1.5 \times 10^{-3}$ mol

1 L ⟶ 4.5 g

20×10^{-3} L ⟶ x

x = 0.09 g

Moles of CH_3COOH $= 1.5 \times 10^{-3}$ mol

moles of CH_3COOH = moles of NaOH $= 1.5 \times 10^{-3}$ mol

$$M = \frac{n}{V}$$

$V_{NaOH} = 14 \text{ ml} = 0.014 \text{ L}$

$$= \frac{1.5 \times 10^{-3}}{0.014} = 0.107 \text{ M}$$

سؤال:

15.0 ml of sulfuric acid (H_2SO_4) solution was titrated with 25.0 ml of 0.10 M NaOH solution to produce Na_2SO_4. Calculate the concentration of sulfuric acid in g/L of solution. (Molar mass of H_2SO_4 = 98.0 g/mol)

a) 5.4 b) 6.5 c) 7.4 d) 9.2 (e) 8.2

الحل:

$$n_{NaOH} = M \times V = 0.1 \times 25 \times 10^{-3} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

2 mol of NaOH → 1 mol of H_2SO_4

×

2.5×10^{-3} mol of NaOH → X

$$\Rightarrow n_{H_2SO_4} = 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow M_{H_2SO_4} = \frac{n}{V} = \frac{1.25 \times 10^{-3}}{15 \times 10^{-3}} = 0.0833 \text{ mol/L}$$

Concentration (g/L) = M × Mw

$$= 0.0833 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{98 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 8.16$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

Questions الأسئلة

1. **Why was the standard NaOH solution not prepared by calculating the amount of solid NaOH needed for 100 mL of solution, weighing it accurately, and making it up to exactly 100 mL of total volume?**

١) لماذا لا يحضر محلول Na OH المعياري (معروف التركيز) لحساب كمية معينة من مادة NaOH الصلبة لتحضير محلول حجمه (100ml)، بوزنها بدقة وعمل محلول بحجم كلي يساوي (100ml) بالضبط؟

الحل:

Because NaOH = Secondary standard solution "by Reaction with Bacteria and absorbtion of H_2O "hydgroscobic" and CO_2 gas

لأن NaOH محلول معياري ثانوي "بالتفاعل مع البكتيريا وإمتصاص الماء وغاز ثاني أوكسيد الكربون".

2. **Why not simply rinse the buret with distilled water rather than the solution to be used in it?**

٢) لماذا بكل بساطة لا نشطف السحاحة بإستخدام الماء المقطر بدل المحلول الذي يستخدم بداخلها؟

الحل:

This assures that the standard solution will not be diluted with distilled water adhering to the buret wall.

هذا يضمن أن المحلول المعياري الذي سيوضع داخل السحاحة لن يخفف بنقاط الماء الملتصقة بجدار السحاحة الداخلي.

3. **Why does the volume of water added to potassium hydrogen phthalate not have to be measured carefully?**

٣) لماذا الماء المضاف لـ KHP لم يتم قياسه بدقة؟

الحل:

Because we calclculat number of moles for KHP from mass of KHP .

$$n = \frac{m}{M_w}$$

4. **A sample of 20.0ml of 0.20 M acetic acid of vinegar solution was titrated with 13.0 mL of unknown concentration of NaOH. Calculate the molar concentration of NaOH solution?**

a) 0.200 M b) 0.308M c) 0.100M d) 0.174 M e)0.150M

5. **In an experiment of standardization of NaOH solution 1.50g of KHP (molar mass = 204.2g/mol) was dissolced in 25 mL of distilled water and then was titrated with 20.5 mL of NaOH solution. Calculate the molar concentration of NaOH solution?**

a) 0.241 M b) 0.200M c) 0.300M d) 0.150M e) 0.58M

0.358

للتواصل مع المؤلف
0795306216

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

EXPERIMENT (6)

Neutralization capacity of antiacid tablets

سعة المعايرة لمضاد الحموضة

تحتوي المعدة في الإنسان على حمض معوي (Stomach acid) ويتكون هذا الحمض بشكل أساسي من (0.1 M HCl)، بعض الناس يصابوا بألم معوي ناتج عن زيادة كمية هذا الحمض ولعلاج هذه الظاهرة نعاير الحموضة الزائدة "excess acidity" باستخدام قاعدة ضعيفة "weak base" أو ما يلقب بمضاد الحموضة "Antiacid".

ويباع هذا المضاد بشكل تجاري على هيئة حبوب (Tablets) يسهل قياس كمية الحمض (HCl) القادرة على معايرتها.

معظم هذه الحبوب تكون غير ذائبة بالماء "insoluble in water" وتكون ذائبة في الأحماض. لذلك لا نستطيع عمل معايرة مباشرة لهذه الحبوب كما ورد في التجربة السابقة لعدم ذائبيتها بالماء بل نقوم بعمل ما يدعى بالمعايرة العكسية (Back titration) بإذابة مضاد الحموضة في كمية محددة من الحمض (HCl) وعمل معايرة للزائد من HCl "excess of acid" مع محلول قاعدي من NaOH معروف التركيز.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

وتكون المواد الفعالة (active ingradient) في مضاد الحموضة قواعد ضعيفة مثل $Mg(OH)_2$ أو $NaHCO_3$ أو $CaCO_3$ وأحياناً $Al(OH)_3$ ويحصل التفاعل بين هذه القواعد والحمض المعوي حسب التفاعلات التالية:

$$Mg(OH)_{2\,(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$Al(OH)_{3(s)} + 3HCl_{(aq)} \rightarrow AlCl_{3(aq)} + 3H_2O$$

كربونات الفلزات مثل ($NaHCO_3$ ، Na_2CO_3 ، $CaCO_3$)

وهي من أكثر المواد الفعالة في دواء مضاد الحموضة تنتج ملح وماء وغاز عند تفاعلها مع الحمض المعوي (HCl) حسب التفاعل التالي:

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

وغاز CO_2 الناتج يتفاعل مع حمض HCl الزائد ليعطي حمض ضعيف وهو حمض الكربونيك (H_2CO_3) والذي بدوره يتفاعل مع (NaOH) عند عمل المعايرة مما يسبب خطأ في عملية المعايرة، وكما أننا نعلم أن كربونات الفلزات مكون أساسي في أدوية مضاد الحموضة مما يستدعي إلى إزالة غاز (CO_2) قبل بدء عملية المعايرة عن طريق غلي المحلول وخروج فقاعات غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) ثم بدء عملية المعايرة.

Carbon dioxide (CO_2) must be removed by boiling to give accurate titration results.

العملي Experimental

١) نحضر حبة من مضاد الحموضة ونقوم بطحنها جيداً "لتسهيل إذابتها" بوضعها بين ورقتين نظيفتين والضغط عليها بواسطة الملعقة (spatula).

٢) نأخذ كمية محددة من مضاد الحموضة (يجب معرفة وزنها بالضبط، تقريباً 0.5 g) ونضعها في قارورة (flask 250ml).

٣) نضيف إليها 50.0 ml من (HCl 0.15M) معروف التركيز "معياري" ونحرك جيداً "بواسطة القلم الزجاجي glass rod" حتى يذوب مضاد الحموضة كلياً.

٤) نضع المحلول على النار ونتركه يغلي لمدة دقيقة أو دقيقتين للتخلص من (CO_2) ثم نتركه ليبرد.

نضيف ٥ نقاط من الكاشف (Bromo thymol blue) ويكون لونه أصفر (Yellow) في الوسط الحامضي (Acidic medium) وأزرق (Blue) في الوسط القاعدي (Basic medium).

ونبدأ بعملية المعايرة بإستخدام NaOH 0.15 M حتى يتحول اللون من أصفر (yellow) إلى أزرق (blue).

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

الحل:

$$\begin{pmatrix}\text{عدد مولات HCl التي تتفاعل}\\ \text{مع NaOH}\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}\text{عدد مولات HCl التي تتفاعل}\\ \text{مع مضاد الحموضة}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\text{عدد مولات}\\ \text{HCl الكلية}\end{pmatrix}$$

Moles of HCl titrated with NaOH

Moles of HCl react with anti acid

*) من خلال هذه المعادلة الموزونة

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

$$\Rightarrow n_{HCl} = n_{NaOH}$$

$$\Rightarrow n_{NaOH} = (M\times V)_{NaOH}$$

*) عدد مولات HCl الكلية = $(M\times V)_{HCl}$ =

(Total moles of HCl)

$$\Rightarrow (M\times V)_{HCl} = \begin{pmatrix}\text{moles of HCl react}\\ \text{with anti acid}\end{pmatrix} + (M\times V)_{NaOH}$$

$$\Rightarrow \begin{pmatrix}\text{moles of HCl react}\\ \text{with anti acid}\end{pmatrix} = (M\times V)_{HCl} - (M\times V)_{NaOH}$$

حفظ

* سوف أعطي قراءات تجريبية لتوضيح طريقة الحل

$$M_{HCl} = 0.15\,M$$

$Cl_{Total} = 50\ ml = 0.05\ L$

$NaOH = 0.15\ M$

$NaOH = 39.3\ ml = 0.0393 L$

ass of anti acid tablet = 0.46 g

$$\text{noles of HCl react with anti acid tablet} = (M\times V)_{HCl} - (M\times V)_{NaOH}$$

$$= (0.15\times 0.05) - (0.15\times 0.0393)$$

$$= 1.61\times 10^{-3}\ \text{mol of HCl}$$

*) لحساب مولات HCl التي تتفاعل مع 1 g من مضاد الحموضة.

46 g of anti acid $\rightarrow 1.61\times 10^{-3}$ mol of HCl

g of anti acid $\rightarrow$ X

$$\Rightarrow \text{moles of HCl React with 1g of antiacid} = \frac{1.61\times 10^{-3}}{0.46} = 3.49\times 10^{-3}\ \text{mol}$$

سؤال:

Assuming stomach acid is 0.10 M HCl solution, what volume of stomach acid can be neutralized by a one-gram tablet?

بافتراض أن الحمض المعوي يكون بتركيز (0.10 M HCl) ما هو حجم هذا الحمض التي تتم معايرته بواسطة حبة وزنها 1g من مضاد الحموضة؟

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

الحل:

من الحل السابق

$$V = \frac{n}{M} = \frac{3.49 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.0349\ L$$

السؤال:

If the density of 0.10 M HCl solution is 1.0 g/ml, what weight of stomach acid can be neutralized by a one-gram antacid tablet.

إذا كانت كثافة الحمض المعوي (0.10 M HCl) هو (1.0 g/ml)، فما هو وزن هذا الحمض الذي تمت معايرته بواسطة حبة من مضاد الحموضة وزنها 1g؟

الحل:

$V_{HCl} = 0.0349\ L = 34.9\ ml$ "من السؤال السابق"

$$\Rightarrow m = d \times V = 1 \times 34.9 = 34.9\ g$$

- ملاحظة مهمة للطلاب الأعزاء للمساعدة في حل الأسئلة التي ترد على هذا الموضوع:

1 mol of	HCl →	1 mol of	NaOH
2 mol of	HCl →	1 mol of	$Ca(OH)_2$
2 mol of	HCl →	1 mol of	Na_2CO_3
3 mol of	HCl →	1 mol of	$Al(OH)_3$
1 mol of	H_2SO_4 →	2 mol of	NaOH

للتواصل مع المؤلف
0795306216

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

الحل:

$V_{HCl} = 50\ ml = 0.05\ L.$

$V_{NaOH} = 30\ ml = 0.03\ L.$

$$\left(\begin{array}{c}\text{Total moles of}\\ \text{HCl}\end{array}\right) = \left(\begin{array}{c}\text{Moles of HCl}\\ \text{react with anti}\\ \text{acid}\end{array}\right) + \left(\begin{array}{c}\text{Moles of HCl}\\ \text{titrate with}\\ \text{NaOH}\end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{c}\text{moles of HCl}\\ \text{react with anti}\\ \text{acid}\end{array}\right) = \left(\begin{array}{c}\text{Total moles of}\\ \text{HCl}\end{array}\right) - \left(\begin{array}{c}\text{Moles of HCl}\\ \text{titrate with}\\ \text{NaOH}\end{array}\right)$$

Moles of HCl titrate with NaOH = moles of NaOH

لأن التفاعل بين HCl و NaOH هو تفاعل 1:1

$n_{NaOH} = M \times V$

$= 0.2 \times 0.03$

$= 6 \times 10^{-3}$ mol

Total moles of HCl $= M \times V$

$= 0.3 \times 0.05$

$= 0.015$ mol

→ moles of HCl react = $0.015 - (6 \times 10^{-3})$ with anti acid

$= 9 \times 10^{-3}$ mol.

$$3\ mol\ HCl \longrightarrow 1\ mol\ Al(OH)_3$$
$$9 \times 10^{-3}\ mol \qquad X$$

$$n_{Al(OH)_3} = \frac{9 \times 10^{-3}}{3} = 3 \times 10^{-3}\ mol$$

$m_{Al(OH)_3} = n \times Mw$

$= 3 \times 10^{-3} \times 78$

$= 0.234\ g$

mass percent of $Al(OH)_3$

$$= \frac{\text{mass of } Al(OH)_3}{\text{mass of anti acid}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.234}{1.4} \times 100\% = 16.71\%$$

$= 17\%$

سؤال:

The color of bromothymol blue indicator at the end point changes from.

a) **Yellow to pink.**
b) **Blue to yellow.**
c) **Colorless to pink.**
d) **Pink to colorless.**
e) **Yellow to blue.**

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

سؤال:

0.740 g sample of metal hydroxide $M(OH)_3$ was dissolved in 50.0 mL of 1.00 MHCI, the excess acid was – back titrated with 14.0 mL of 1.00 M NaOH calculate the molar mass of the hydroxide.

a) 123 b) 165 c) 192 (d) 61.7 e) 78.3

الحل:

$V_{HCl} = 50ml = 0.05L$

$V_{NaOH} = 14ml = 0.014L$

$$\left(\begin{array}{c}\text{Moles of HCl}\\ \text{react with M}\\ (OH)_3\end{array}\right) = \left(\begin{array}{c}\text{Total moles of}\\ \text{HCl}\end{array}\right) - \left(\begin{array}{c}\text{Moles of HCl}\\ \text{titrate with}\\ \text{NaOH}\end{array}\right)$$

$$= \text{moles of NaOH}$$

Total moles of HCl $= M \times V$

$= 1 \times 0.05 = 0.05$ mol

$n_{NaOH} = 1 \times 0.014 = 0.014$ mol

$\Rightarrow$ moles of HCl $= 0.05 - 0.014$

react with $M(OH)_3$ "anti acid"

$= 0.036$ mol

3 mol of HCl → 1 mol of M(OH)3

0.036 mol HCl → X

$$\text{moles of } M(OH)_3 = \frac{0.036}{3} = 0.012 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow M_w = \frac{m}{n} = \frac{0.74}{0.012} = 61.66 \text{ g/mol}$$

سؤال:

Which of the following statements is correct?

a) **A dry buret should be used for the titration.**

(b) **Addition of few milliliters of distilled water to the titration flask will not affect the result of the titration.**

c) **A dry titration flask should be used for the titration.**

d) **If 50.0 mL of 0.20 M HCI were used to dissolve the anti acid tablet instead of 50.0 mL of 0.15 M, then; the number of moles of HCI per gram tablet will be less than the actual value.**

e) **The titratin flask should be rinsed with acetic acid before titration.**

سؤال:

Given the following set of data concerning the neutralization capacity of antacid tablet experiment:

- **Mass of antacid tablet = 0.500 g.**
- **Volume of 0.150 M HCI used to dissolve the sample = 50.0 mL.**
- **Volume of 0.150 M NaOH used to titrate excess HCI = 20.5 mL.**

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

Calculate the number of moles of HCl per gram tablet.

(a) 8.85×10^{-3} ✓ **b) 9.45×10^{-3}** **c) 7.95×10^{-3}**

d) 6.75×10^{-3} **e) 5.85×10^{-3}**

الحل:

V_{HCl} = 50ml = 0.05L

V_{NaOH} = 14ml = 0.014L

$$\begin{pmatrix}\text{Moles of HCl}\\ \text{react with anti}\\ \text{acid tablet}\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\text{Total moles of}\\ \text{HCl}\end{pmatrix} - \begin{pmatrix}\text{Moles of HCl}\\ \text{titrate with}\\ \text{NaOH}\end{pmatrix}$$

$$= (M_{HCl} \times V_{HCl}) - (M_{NaOH} \times V_{NaOH})$$

$$= (0.15 \times 0.05) - (0.15 \times 0.0205)$$

$$= 4.425 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

0.5 g tablet $\rightarrow 4.425 \times 10^{-3}$ mol HCl

1 g tablet $\rightarrow$ X mol HCl

$$\Rightarrow \text{moles of HCl} = \frac{4.425\times10^{-3}}{0.5} = 8.85\times10^{-3} \text{ mol}$$ ✓

سؤال:

1. Which of the following statements is correct concerning acid-base titration experiment?

a). Clean and dry burets and pipets must be used. ✗

b) The antacid tablet was dissolved in excess NaOH, and the unreacted base was back titratea with HCl. ✓

c) If air bubbles are present in the buret before titration and disappeared during titration, the calculated molarity of vinegar solution will be less than the actual one. ✗

d) It is more accurate to rinse the titration flask with vinegar before titration. ✗

e) Washing down the sided of the titration flask with small amounts of distilled water does not affect the titration results.

Questions الأسئلة

1. Assume the concentration of stomach acid is 0.10M and the neutralizing capacity of the acid is 0.011 mol/g. Calculate the volume of stomach acid needed to neutralize 1.0 g antacid tablet.

١) إفرض أن تركيز الحمض المعوي هو (0.10M) وأن سعة المعايرة لمضاد الحموضة هي (0.011mol/g) إحسب حجم الحمض المعوي الذي نحتاجه لمعايرة (1.0g) من حبوب الحموضة.

الحل:

0.011mol/g تعني أن كل (1g) من مضاد الحموضة يعاير 0.011mol من HCl

$\rightarrow n_{HCl} = 0.011$ mol

$M_{HCl} = 0.010M$ من السؤال

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

وكما نعلم

$$M=\frac{n}{v}\Rightarrow v=\frac{n}{M}=\frac{0.011}{0.10}=0.11L$$

2. A student dissolves 0.353 g sample of antacid in 40.00 mL of 0.141 M HCl solution, then back-titrated to the end-point with 8.92 mL of a 0.203 M NaOH solution.

٢) طالب يذيب (0.353g) من مضاد الحموضة في (40.00ml) من محلول HCL بتركيز (0.141M)، ثم يعمل له معايرة عكسية إلى نقطة النهاية باستخدام (8.92ml) من محلول NaOH بتركيز 0.203M.

a) Calculate number of moles of acid in the original 40.00 mL of HCl?

أ) إحسب عدد مولات الحمض (HCl) الذي حجمه (40.00ml) بالأصل "قبل حدوث أي تفاعل"؟

b) How many moles of base were used in the back-titration of excess HCl?

ب) كم عدد مولات القاعدة التي إستخدمت في المعايرة العكسية للزائد من HCl؟

c) How many moles of excess HCl?

ت) كم عدد مولات HCl الزائدة؟

الحل:

a) $v_{HCl}=40ml=0.04\ L$

$n_{HCl}=M\times V$

$Total=0.141\times0.04=5.64\times10^{-3}mol$

b) $V_{NaOH}=8.92ml=8.92\times10^{-3}L$

$N_{NaOH}=M\times V$

$=0.203\times8.92\times10^{-3}=1.81\times10^{-3}mol$

c) ~~$n_{HCl}=n_{HCL}-n_{NaOH}$~~

~~$=(5.64\times10^{-3})-(1.81\times10^{-3})=3.83\times10^{-3}mol$~~

$n_{HCl}=n_{NaOH}=1.81\times10^{-3}\ mol$

Questions الأسئلة

1. Calculate the percent error would have been in a titration that used 26.65 mL of a solution if a bubble with a volume of 0.30 mL had been swept out of the tip during the titration.

١) إحسب النسبة المئوية للخطأ الناتج بالمعايرة عند إستخدام (26.65ml) من المحلول الذي يحتوي فقاعات بحجم (0.30ml) خرجت خارج فوهة السحاحة أثناء عملية المعايرة.

الحل:

$$\text{Percent error}=\frac{\text{volume of bubble}}{\text{Total volume of solution}}\times100\%$$

$$\text{النسبة المئوية للخطأ}=\frac{\text{حجم الفقاعة}}{\text{الحجم الكلي للمحلول}}\times100\%$$

$$\Rightarrow \text{Percent error}=\frac{0.30}{26.65}\times100\%=1.125\%$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

2. If a solution is diluted, the same number of moles of reagent is still present. Hence, it is possible to calculate a new volume or a new molarity from a known greater molarity. The equation is: $M_1V_1 = M_2V_2$. If you wish to make 500 mL of a 0.20 M solution of a reagent from 1.5 M solution, how much of the latter solution would you use?

٢) إذا خفف المحلول، يبقى نفس عدد المولات بداخله لذلك نستطيع حساب الحجم أو التركيز (المولارية) الجديدة من معرفتنا للتركيز الأصلي حسب المعادلة $M_1V_1 = M_2V_2$ "قانون التخفيف Dilution"، إذا أردت تحضير محلول بحجم (500ml) وتركيز (0.20m) من محلول بتركيز (1.5m)، فكم تحتاج من المحلول الأخير لتستخدمه؟

الحل:

$M_1V_1 = M_2V_2$

$0.20 \times 500 = 1.5 \times V_2$

$V_2 = 66.67$ ml

3. A student dissolved 0.36g sample of antacid in 50.0 mL of 0.150 M HCl solution, then titrated to the end point with 13.25 mL of 0.40 M NaOH solution. Calculate the number of moles of HCl neutralized by 1.00g tablet antacid.

a) 0.016 b) 0.360 c) 0.012 d) 0.460 e) 1.00

للتواصل مع المؤلف
0795306216

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

EXPERIMENT (8)

Bleach analysis

محلول الغسيل (Bleach solution) أو ما يدعى في حياتنا اليومية باسم كلوروكس، يحتوي على مادة مؤكسدة قوية (strong oxidizing agent) وهي ما يسبب قدرة هذا المحلول في تبييض الملابس، وبشكل عام تتكون هذه المادة من (NaOCl = sodium hypochlorite).

في هذه التجربة سوف نقوم بتحديد تركيز (NaOCl) في محلول الغسيل عن طريق معايرة التأكسد والاختزال (oxidation – reduction titration) بطريقة تدعى (Iodine-thiosulfate method) بحيث يقوم (NaOCl) بأكسدة (I^-) الناتج عن إذابة (KI) بالمحلول وتحويله إلى (I_3^-) حسب المعادلة الموزونة:

$$ClO^- + 3\ I^- + 2H^+ \rightarrow Cl^- + I_3^- + H_2O$$

والناتج من I_3^- تتم معايرته بواسطة (sodium thiosulfate $Na_2S_2O_3$) حسب المعادلة التالية:

$$I_3^- + 2S_2O_3^{-2} \rightarrow 3I^- + S_4O_6^{-2}$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

وبذلك نستطيع معرفة كمية (NaOCl) من كمية وعدد مولات ($Na_2S_2O_3$) مباشرة.

الأنسجة والصبغات تمتلك الوان لأن الطاقة الناتجة عن الضوء المرئي (Visible light) تهيج "excites" الإلكترونات لمستوى طاقة أعلى داخل الذرات والجزئيات وهذا يسمح للأشعة المرئية (Visible radiation) غير الممتصة (unabsorbed) بالمرور وتتم رؤيتها بواسطة العين، لكن أيون " OCl^- hypochlorite ion" يزيل هذه الالكترونات المتهيجة من هذه المواد وبذلك تفقد هذه المواد قدرتها على إمتصاص الضوء المرئي وبذلك تفقد الوانها وتصبح بيضاء حسب معادلة الإختزال السابقة:

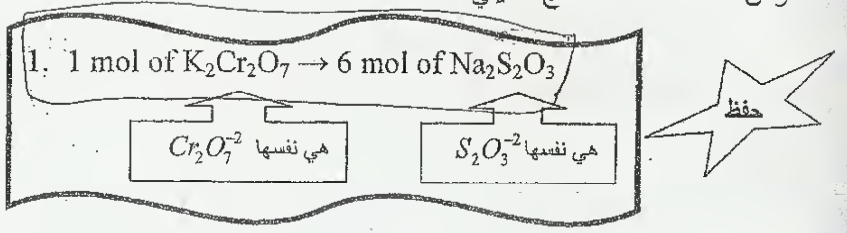
يعتبر محلول ($S_2O_3^{-2}$ thio sulfate) محلول معياري ثانوي (Secondary standard solution) وذلك بسبب تفاعله وتأكسده بواسطة الأوكسجين أو البكتيريا " be oxidized by oxygen or by bacterial action" لذلك يجب معايرته (Standardize) قبل بدء التجربة بإستخدام محلول معياري أولي (Primary standard solution)، وهو " Potassium dichromate $K_2Cr_2O_7$" وتكون عملية إجراء التجربة على نفس الجزء السابق لكن بإستبدال (OCl^-) بـ ($Cr_2O_7^{-2}$).

وتكون المعادلة النهائية كالتالي:

$$6S_2O_3^{-2} + Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \rightarrow 3S_4O_6^{-2} + 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

للتواصل مع المؤلف
0795306216

ومن هذه المعادلة نستنتج ما يلي:



في هذا الجزء من التجربة يكون

2. $S_2O_3^{-2}$ = Reducing agent (العامل المختزل)
3. $Cr_2O_7^{-2}$ = Oxidizing agent (العامل المؤكسد)

ومن عدد مولات ($K_2Cr_2O_7$) نستطيع حساب عدد مولات ($Na_2S_2O_3$) وبذلك حساب المولارية (Molarity) له.

Procedure طريقة عمل التجربة

A) Standarization of thio sulfate solution

أ. معايرة محلول ($Na_2S_2O_3$)

١) نوزن تقريباً (1.0 g) من يوديد البوتاسيوم (KI) "وزن KI غير مهم ولايدخل حل في الحسابات"

٢) نذيب (KI) بسرعة في (25ml) من الماء المقطر داخل قارورة (Erlenmeyer flask 250ml) ثم نضيف إليها (5ml) من (HCL) تقريباً "إذا أصبح لون المحلول أصفر تخلص منه وقم بإعادة عمل التجربة"

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

٣) أضف إلى المحلول السابق (25.0ml) بتركيز (0.010M) من ($K_2Cr_2O_7$)، أغلق القارورة بإستخدام سدادة من الفلين (Cork) وضعها في مكان مظلم لمدة ٥ دقائق تقريباً ليكتمل تفاعل التأكسد والإختزال (Redox)، يجب أن يصبح لون المحلول أصفر (Yellow) إلى أحمر (Red).

٤) أشطف (Rinse) السحاحة (buret) بإستخدام (3-5ml) من ($Na_2S_2O_3$) ثم إملأ السحاحة بهذا المحلول وسجل الحجم الإبتدائي (Initial Volume) لـ ($Na_2S_2O_3$) داخل السحاحة، ثم إبدأ بعملية المعايرة لمحتويات القارورة.

٥) ونستمر في عملية المعايرة إلى أن يصبح لون المحلول داخل القارورة (Falsk) أصفر شاحب (Pale Yellow)، في هذه اللحظة نضيف (3ml) من النشا (Starch) (الكاشف = Indicator) ويصبح لون المحلول أزرق (Blue) "إذا لم يصبح لون المحلول أزرق فهذا يعني أنك تجاوزت نقطة النهاية (End Point) لهذه المعايرة ولذلك يجب إعادة التجربة من البداية.

٦) نستمر في عملية المعايرة إلى أن يتحول اللون من أزرق (Blue) إلى أخضر مصفر "Green- Yellow" "هذا اللون ناتج عن وجود أيونات Cr^{+3} وسوف نلاحظ في الجزء الثاني من التجربة بأن اللون سوف يتحول من أزرق (Blue) إلى عديم اللون Colorless"، سجل الحجم ثم إبدأ بالحسابات.

Analysis of bleach solution

ب. تحليل محلول الغسيل

١) نوزن تقريباً (1.0 g) من يوديد البوتاسيوم (KI).

٢) نذيب (KI) داخل قارورة بحجم 250 ml erlenmyer flask" تحتوي تقريباً 25 ml من الماء المقطر (distilled water) ثم نضيف إ (5 ml of 6 M HCl).

• ملاحظة: إذا أصبح لون المحلول أصفر تخلص منه وكرر عمل التجربة.

٣) استخدم الماصة (pipette) لنقل 25 ml من محلول الغسيل المخف (diluted Bleach solution) إلى القارورة وإغلاقها بسدادة ووضعها مكان مظلم لمدة ٥ دقائق ليكتمل تفاعل التأكسد والاختزال (Redox)

٤) املأ السحاحة (burette) بمحلول ($Na_2S_2O_3$ sodium thiosulfate) وابدأ بمعايرة محلول الغسيل حتى يصبح لون المحلول أصفر.

وهنا نضيف الكاشف وهو النشا (starch) بوضع 5 ml منه ف المحلول ليصبح لون المحلول أزرق (blue)، ثم نكمل المعايرة حتى يختف اللون "colorless".

• ملاحظة: إذا لم يتحول لون المحلول للأزرق بعد إضافة الكاشف فهذا يد على أننا قد تعدينا نقطة النهاية (end point) للتفاعل، لذلك يجب إعا التجربة من بدايتها.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

سؤال:

لماذا نضيف النشا عندما يصبح لون المحلول أصفر؟ اللون الأصفر للمحلول يدل على تركيز منخفض لـ (I_3^-) وهو التركيز الذي نستطيع استخدام النشا فيه. أما التركيز المترفع لـ (I_3^-) فهو يقوم على تكسير النشا وإفقاده خاصيته ككاشف.

Calculations (A) الحسابات

- سوف أقوم بإعطاء قيم تجريبية لتوضيح طريقة الحل:

Volume of $K_2Cr_2O_7$ = 25.0 ml = 0.025 L

Molarity of $K_2Cr_2O_7$ = 0.010 M.

Volume of $Na_2S_2O_3$ = 15.0 ml = 0.015 L.

الحل:

$n_{K_2Cr_2O_7} = M \times V$

$= 0.010 \times 0.025 = 2.5 \times 10^{-4}\ mol$

وكما مر معنا في بداية التجربة:

1 mol of $K_2Cr_2O_7$ → 6 mol of $Na_2S_2O_3$

2.5×10^{-4} mol → x

$\Rightarrow n_{Na_2S_2O_3} = 2.5 \times 10^{-4} \times 6 = 1.5 \times 10^{-3}$ mol

$\Rightarrow M_{Na_2S_2O_3} = \frac{n}{v} = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{0.015} = 0.10M$

Calculations (B) الحسابات

ما يهمنا في هذه التجربة هو العلاقة بين OCl^- و $S_2O_3^{-2}$ فقط "أما I^- و I_3^- هي وسيط لنستطيع من خلاله تحديد نقطة النهاية (end point) للمعايرة".

ملاحظة:

- OCl^- هي نفسها NaOCL
- $S_2O_3^{-2}$ هي نفسها $Na_2S_2O_3$

حفظ

1 mol of OCl^- → 2 mol of $S_2O_3^{-2}$

1) $n_{Na_2S_2O_3} = M \times V$

2) $n_{NaOCl} = \frac{n_{S_2O_3^{-2}}}{2}$

للتواصل مع المؤلف
0795306216

3) $M_{NaOCl} = \frac{n_{NaOCl}}{V}$

المخفف Diluted
M_2 =

وهي هنا = 25 ml
0.025 L =

4) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$M_1 = M_2 \times \frac{V_2}{V_1}$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

يعطى مباشرة بالسؤال

$$\text{Dilution factor} = \frac{V_2}{V_1}$$

(معامل التخفيف) $\Rightarrow M_1 = M_2 \times \text{dilution factor}$

Concentrated solution "original"
المحلول المركز "الأصلي"

5) M_1 = mol/L

نستخدم هذا القانون. mass percent (%) لتحويلها إلى

$$\text{mass percent} = \frac{M_1 \times Mw}{10 \times d}$$

d = density of original solution (g/ml)

كثافة المحلول الأصلي

Mw = Molar mass of (NaOCl) (g/mol)

وهي تساوي 74.45 g/mol

ملاحظات هامة على التجربة:

١- في الجزء الأول من التجربة:

$$I_3^- + S_2O_3^{-2} \rightarrow 3I^- + S_4O_6^{-2}$$

I_3^-: Oxidizing agent عامل مؤكسد

$S_2O_3^{-2}$: Reducing agent عامل مختزل

٢- في الجزء الثاني من التجربة:

$$OCl^- + 3I^- + 2H^+ \rightarrow Cl^- + I_3^- + H_2O$$

OCl^-: Oxidizing agent عامل مؤكسد

$3I^-$: Reducing agent عامل مختزل

قراءات افتراضية لتوضيح الحل:

1) Dilution factor of Bleach solution = 20
2) Volume of $Na_2S_2O_3$ = 26 ml
3) Molarity of $Na_2S_2O_3$ = 0.1 M
4) Volume of Bleach solution = 25 ml
5) Mw of NaOCl = 74.45 g/mol
6) Density of original solution = 1.02 g/ml

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

الحل:

$$n_{S_2O_3^{-2}} = M \times V = 0.1 \times 0.026 = 2.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{OCl^-} = \frac{n_{S_2O_3^{-2}}}{2} = \frac{2.6 \times 10^{-3}}{2} = 1.3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow M_2 = \frac{n_{OCl^-}}{V} = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.025} = 0.052 \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow M_1 = M_2 \times \text{dilution factor}$$

$$= 0.052 \times 20 = 1.04 \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow \text{mass\%} = \frac{M_1 \times Mw}{10 \times d} = \frac{1.04 \times 74.45}{10 \times 1.02} = 7.59\%$$

Pre- Laboratory Question أسئلة ما قبل المختبر

1. **Write balanced equation(s) for the reactions involved in standardization of sodium thiosulfate.**

١) أكتب المعادلة الموزونة التي تمثل معايرة $Na_2S_2O_3$

$$6S_2O_3^{-2} + Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \rightarrow 3S_4O_6^{-2} + 2Cr^{+3} + 7H_2O$$

2. **In today's chemical analysis of bleach solution, what substance is oxidized by the hypochlorite ion?**

٢) في تجربتنا اليوم لتحليل محلول الغسيل ما هي المادة التي تأكسدة بواسطة OCl^-؟

الحل:

I^- هي التي تأكسدت

3. **What are the formulas of sodium thiosulfate and hypochlorite ion?**

٣)

الحل:

Sodium thio sulfate = $Na_2S_2O_3$

Hypochlovite ion = OCl^-

4. **Does sodium thiosulfate serve as an oxidizing agent or as a reducing agent? What does sodium thiosulfate oxidize or (reduce)?**

٤) هل ($Na_2S_2O_3$) تفاعل على أنه عامل مؤكسد أو عامل مختزل؟ وماذا أكسد أو إختزل؟

الحل:

$Na_2S_2O_3$ = Reducing agent (عامل مختزل)

I_3^- = Oxidizing agent (عامل مؤكسد)

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

Questions الأسئلة

1. **A 10.0mL bleach sample is diluted to 100 mL in a volumetric flask. A 25 mL of this solution is analyzed according to the procedure in this experiment. If 11.3 mL of 0.30 M $Na_2S_2O_3$ is needed to reach the stoichiometric point, calculate the mass percent of NaClO in the original sample? (Assume the density of bleach solution is 1.084 g/mL).**

١) محلول غسيل بحجم (10.0ml) خفف إلى 100ml في قارورة حجمية (25ml) من هذا المحلول حللت حسب طريقة هذه التجربة. إذا إستهلكنا (11.3ml) من $Na_2S_2O_3$ بتركيز مقداره (0.30M) للوصول إلى نقطة النهاية، إحسب النسبة المئوية لـ NaClO في العينة الأصلية.
"كثافة محلول الغسيل الأصلي تساوي (1.084 g/ml).

الحل:

1. $n_{Na_2S_2O_3} = m \times v$

$$= 0.30 \times \frac{11.3}{1000} = 3.39 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

2. 2 mol of $Na_2S_2O_3$ $\rightarrow$ 1 mol of NaOCl

3.39×10^{-3} mol $\rightarrow$ X

$\Rightarrow n_{NaOCl} = 1.7 \times 10^{-3}$ mol

3. $\Rightarrow M_{2_{NaOCl}} = \frac{n}{v}$

$$= \frac{1.7 \times 10^{-3}}{\frac{25}{1000}} = 0.0678 \text{M}$$

4. $M_1v_1 = M_1v_1$

$M_1 \times 10 = 0.0678 \times 100$

$M_1 = 0.678$

أو طريقة أخرى:

$$\text{Dilution factor} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{100}{10} = 10$$

$M_1 = \text{Dilution factor} \times M_2$

$M_1 = 10 \times 0.0678 = 0.678 \text{ M}$

5. $$\text{masspercent} = \frac{M_1 \times M_w}{10 \times d}$$

$$= \frac{0.678 \times 74.45}{10 \times 1.084} = 4.66\%$$

سؤال:

Given the following data

- **Mass of KHP 0.22g**
- **Mass of NaOH 1.24g dissolved in 100 mL of solution**

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

- **Volume of NaOH used in titration 4.85mL**
- **Molar mass of NaOH 40.0g/mol**
- **Molar mass of KHP 204.23g/mol**

i. **Calculate the molarity of NaOH solution**

ii. **If the 13.6 mL of the above NaOH solution was used titrate 25.0 mL of vinegar solution. Calculate the molarity of vinegar.**

الحل:

$$n_{KHP} = \frac{m}{m_w}$$

$$= \frac{0.22}{204.23} = 1.08 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

I.

$$\Rightarrow n_{NaOH} = n_{KHP} = 1.08 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M_{NaOH} = \frac{n}{v} = \frac{1.08 \times 10^{-3}}{\frac{4.85}{1000}} = 0.222 \text{m}$$

II. $n_{NaOH} = m \times v$

$$= 0.222 \times \frac{13.6}{1000} \qquad = 3.02 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$= 3.02 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{NaOH} = n_{CH_3CO_2H}$$

$$[CH_3CO_2H] = \frac{n}{v}$$

$$= \frac{3.02 \times 10^{-3}}{\frac{25}{1000}} = 0.12 \text{ mol/L}$$

ولتمويلها إلى وحدة g/L نضربها بـ M_w لحمض الأستيك والتي تساوي (60g/mol)

$$= 0.12 \times 60 = 7.2 \text{ g/L}$$

2. In bleach analysis, standardization of $Na_2S_2O_3$ solution was as follows: 1 g KI and 5 mL of HCl were added to 25.0 mL of 0.010 M $K_2Cr_2O_7$, and the librated iodine was titrated with 16.0 mL $Na_2S_2O_3$ solution. Calculate the molar concentration of $Na_2S_2O_3$ solution. The balanced equation is:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6S_2O_3^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^3 + 3S_4O_6^{2-} + 7H_2O$$

a) 0.014 b) 0.83 c) 0.094 d) 0.016 e) 0.010

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

3. Given the following set of data concerning bleach analysis experiment:

- Volume of diluted bleach solution = 25.0mL
- Volume of 0.20 M $Na_2S_2O_3$ solution needed to titrate diluted bleach solution = 17.50ml
- Dilution factor= 10.
- Density of original bleach solution = 1.15 g/mL
- Molar mass of NaCLO = 74. g/mol

Calculate the mass percent of original bleach solution

a) 5.50% b) 9.07% c) 13.6% d) 4.53% e) 6.80%

4. Which of the following statements in not correct concerning bleach analysis?

a. Sodium thioslfate can readily be prepared from solid $Na_2S_2O_3$ as aprimary standard solution.

b. Sodium thiosulfate, $Na_2S_2O_3$, reduced I_3^- to I^-

c. I_3^- oxidizes $Na_2S_2O_3$ to $Na_2S_4O_3$.

d. $Na_2S_2O_3$ solution might be oxidized by oxygen or bacterial action

e. Potassium dichromate, $K_2Cr_2O_7$, is used as a primary standard solution.

5. A bleach solution that is 6.58% (density = 1.10 g/mL) NaClO (molar mass= 74.5g/mol) was diluted to 0.044 M concentration. Calculate the dilution factor?

a) 18 b) 22 c) 20 d) 10 e) 15

للتواصل مع المؤلف
0795306216

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

EXPERIMENT (9)

Molar mass of volatile liquid

الكتلة المولية لسائل متطاير

في هذه التجربة سوف نقوم بحساب الكتلة المولية (molecular weight) لسائل متطاير (درجة غليانه أقل من درجة غليان الماء) حسب طريقة دوماس (Dumas)، بوضع سائل متطاير داخل قارورة (flask) وإغلاقه جيداً وإيصال هذا السائل لدرجة تفوق درجة غليانه (بوضعه داخل ماء يغلي) بحيث يتحول كلياً إلى غاز، وبناءً على قوانين الغاز المثالي نستطيع حساب الكتلة المولية لهذا الغاز.

$$PV = nRT \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$n = \frac{m}{Mw} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

بتعويض المعادلة رقم (٢) في المعادلة رقم (١)

$$\Rightarrow PV = \frac{m}{Mw}RT$$

$$\Rightarrow \boxed{Mw = \frac{mRT}{PV}}$$

حفظ

Mw = molecular weight (g/mol)

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

m = mass (g)

T = temperature (°K)

P = pressure (atm)

V = volume (L)

R = gas constant (=0.0821 atm.L/mol.°K)

ملاحظة: يجب الانتباه جيداً للوحدات في هذا القانون.

العملي Experimental

١) نوزن قارورة بحجم 150 ml (150 ml of Erlenmyer flask) مع سلك نحاسي (أو مطاطة) مع رقاقة ألمنيوم (aluminum foil 8 × 8cm) ونسجل الوزن.

٢) نضع تقريباً (10 ml) من السائل المتطاير في هذه القارورة.

٣) نضع رقاقة الألمنيوم على فوهة القارورة ونحكم إغلاقها ونقوم بتثبيتها بواسطة [illegible]

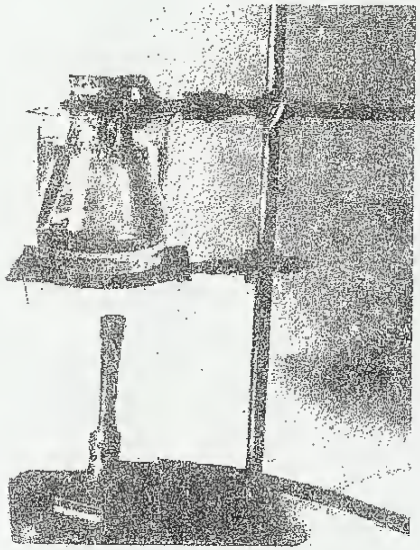
٤) نضع رقاقة ألمنيوم أخرى بحجم أكبر (10×10 cm) فوق الرقاقة الأولى ونحكم إغلاقها بسلك نحاسي آخر.

٥) نقوم بعمل ثقب صغير في رقاقتي الألمنيوم باستخدام دبوس أو إبرة.

٦) نحضر وعاء بحجم 400 L "400 ml Beaker" ونضع فيه (200 ml) من الماء مع عدد صغير من "Boiling stones"

وهي حبوب صغيرة لمنع فوران

٧) نضع القارورة داخل الوعاء بحيث تغطي المياه معظم القارورة، ونضعها فوق النار.



٨) نترك المياه تغلي لوقت كافي "تقريباً 15 min" ونتأكد من أن كل السائل داخل القارورة قد تبخر (نسجل درجة حرارة الماء وهو يغلي باستخدام ميزان الحرارة Thermometer).

٩) نخرج القارورة من داخل الوعاء ونجففها من الماء جيداً ونزيل رقاقة الألمنيوم الخارجية مع السلك النحاسي الخارجي.

١٠) نترك القارورة لتبرد "تقريباً 15 min"، ثم نوزنها مرة أخرى.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

١١) تأخذ قياس الضغط الجوي داخل المختبر من مشرف المختبر أو إذا تـوفر جهاز لقياس الضغط الجوي داخل غرفة المختبر.

١٢) نقيس حجم القارورة بملأها بالماء كلياً وسكب هذا الماء في مخبار مـدرج "graduated cylinder" لمعرفة حجمه.

Calculations الحسابات

١) تحول السائل إلى غاز عند درجة غليان الماء أي أن درجة حرارة هذا الغاز مساوية لدرجة غليان الماء التي تم قياسها.

٢) استمر الغاز بالخروج من الثقب الموجود في رقاقتي الألمنيوم حتى تـساوى ضغط الغاز مع الضغط الخارجي، أي أن ضغط الغاز يساوي ضغط غرفـة المختبر التي تم قياسها.

٣) كما نعلم أن الغاز يحتل الحيز الذي يتواجد فيه وهي القارورة، لذلك حجـم الغاز يساوي حجم القارورة التي تم قياسها.

٤) الفرق بين (وزن القارورة وهي فارغة مع رقاقة الألمنيوم والسلك) مع (وزن القارورة التي تحتوي الغاز المكثف والرقاقة والسلك) يمثل وزن الغاز.

⇐ بعد التحويل إلى الوحدات المناسبة نعوض في القانون:

$$Mw = \frac{m\,R\,T}{PV}$$

* قيم افتراضية لتوضيح الحل:

1) mass of Erlenmeyer flask * + aluminum foil 8×8 cm + wire	75.85 g
2) Temperature of boiling water	98°C
3) Atmospheric pressure	680.5 torr
4) mass of Erlenmeyer flask + condenced vapor + aluminum foil 8×8 cm + wire	76.56 g
5) Volume of Erlenmeyer flask	204 ml

الحل:

نقطة (٤) نقطة (١)

$m = 76.56 - 75.85 = 0.71$ g

$T = 98 + 273 = 371$ °K

$P = \frac{680.5}{760} = 0.895$ atm

$V = \frac{204}{1000} = 0.204$ L

للتواصل مع المؤلف
0795306216

$$\Rightarrow Mw = \frac{m\,R\,T}{PV} = \frac{0.71 \times 0.0821 \times 371}{0.895 \times 0.204} = 118.5 \text{ g/mol}$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

Per – Laboratory Questions أسئلة ما قبل المختبر

1. **Dumas method assumes the gas behaves ideally, in general, when gases behave ideally?**

٢) طريقة دوماس إعتبرت أن الغاز مثالي، بشكل عام متى يكون الغاز مثالي؟

الحل:

Under these conditions تحت هذه الظروف

1) Low pressure	١. ضغط منخفض
2) High Temperature	٢. درجة حرارة مرتفعة
3) Low molecular weight	٣. كتلة جزئية منخفضة

2. The vapor from an unknown volatile liquid occupies a 269 mL Erlenmeyer flask at 98.7 °C and 748 torr. The mass of vapor is 0.791 g.

٣) بخار لسائل متطاير مجهول يحتل حجم مقداره (269ml) لقارورة عند درجة حرارة (98.7°C) وضغط (748torr) ووزن البخار هو (0.791g).

أ. كم عدد مولات البخار الموجودة؟

a. How many moles of vapor are present?

b. What is the molar mass of the volatile liquid?

ب. ما هي الكتلة المولية للسائل المتطاير؟

c. What is the density of vapor at STP?

ج. ما هي كثافة البخار عند الظروف المعياري؟

a. $P = 748\ \text{torr} = \frac{748}{760}\ \text{atm} = 0.984\ \text{atm}$

$V = 269\ \text{ml} = 0.269\ \text{L}$

$T = 98.7\ ^\circ\text{C} + 273.15 = 371.85\ ^\circ\text{k}$

$R = 0.0821\ \text{atm.L/mol.}^\circ\text{k}$

$PV = nRT$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0.984 \times 0.269}{0.0821 \times 371.85} = 8.67 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

b. $n = \frac{m}{M_w}$

$$M_w = \frac{m}{n} = \frac{0.791}{8.67 \times 10^{-3}} = 91.23\ \text{g/mol}$$

c. (T=273.15°k, P=1 atm) تعني STP

$$M_w = \frac{mRT}{PV} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

و كما نعلم فإن

$$d = \frac{m}{v}$$

وبإستبدال d مكان $\frac{m}{v}$ في القانون رقم (1) يصبح القانون كالتالي:

$$M_w = \frac{dRT}{P}$$

$$\Rightarrow 91.23 = \frac{d \times 0.0821 \times 273.15}{1}$$

$$\Rightarrow d = 4.07\ g/L$$

نلاحظ أننا إستخدمنا (M_w) فقط من المعلومات السابقة لحساب قيمة (d).

1) If the outside of the flask is not dried after vaporizing the liquid, will the calculated molar mass be too high or too low? Explain.

١. إذا السطح الخارجي للقارورة لم يخفف جيداً بعد عملية التبخير للسائل، هل ستصبح قيمة الكتلة المولية للسائل أكثر أم أقل؟ وضح.

الحل:

Mass of volatile liquid ↑⇨M_W↑

إذا لم يتم التجفيف جيداً فإن كتلة السائل المتطاير سوف تزداد وبذلك M_W بالإعتماد على القانون.

$$M_w = \frac{mRT}{PV}$$

2) Consider the following data: Mass of condensed vapor = 0.495 g at 98 °C and 745 mm Hg occupies 127 mL. What is the molar mass of the liquid?

الحل:

$T = 98°C + 273.15 = 371.15°k$

$P = \frac{745}{760} = 0.98\ atm$

$V = \frac{127}{1000} = 0.127\ L$

$m = 0.495\ g$

$M_w = ??$

للتواصل مع المؤلف
0795306216

$$M_w = \frac{mRT}{PV}$$

$$= \frac{0.795 \times 0.0821 \times 371.15}{0.98 \times 0.127} = 121.19\ g/mol$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

Question الأسئلة

سؤال:

The molecular weight of which of the following compounds can be determined by the method described in this experiment. Give reasons. Benzene (b.p. 78 °C), glycerol (b.p. 180 °C).

الكتلة المولية لأي من هذه المركبات تستطيع إيجاده بالطريقة المستخدمة في هذه التجربة،أعطي السبب، البنزين (درجة غليانه 78C°) أو الغليسيرول (درجة غليانه 180 C°)؟

الحل:

Benzene, because b.p of benzene < b.p of water "≈ 100°C"

سؤال:

A cylinder contains compressed hydrogen gas and the mass of the hydrogen is 20.0 g. What mass of oxygen would be contained in an identical cylinder at the same temperature and pressure.

اسطوانة تحتوي غاز هيدروجين مضغوط وكتلة هذا الغاز هو 20 g، ما هي كتلة غاز الأوكسجين الموجود في نفس الاسطوانة تحت نفس درجة الحرارة والضغط؟

الحل:

Under same conditions P, T, V.

$$\Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \text{cons tan t}$$

$$\Rightarrow n_{H_2} = n_{O_2}$$

$$\Rightarrow n_{H_2} = \frac{m}{Mw} = \frac{20}{2} = 10 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{O_2} = 10 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_{O_2} = n \times Mw = 10 \times 32 = 320 \text{ g}$$

سؤال:

Given the following set of data:

Mass of volatile liquid = 1.15 g

Volume of the flask = 200 mL 260×10^{-3}

Atmospheric pressure = 737 mmHg 0.970

The temperature of boiling water = 97°C 370 K

Calculate the molar mass (g/mol) of the liquid.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

a) 192 (b) 180 c) 185 d) 176 e) 160

الحل:

$m = 1.15\ g$ $V = 200\ ml = 0.2\ L$

$P = \frac{737}{760} = 0.97\ atm$ $T = 97\ °C = 370\ °K$

$Mw = \frac{mRT}{PV}$

$Mw = \frac{1.15 \times 0.0821 \times 370}{0.97 \times 0.2} = 180.07\ g/mol$

سؤال:

Which of the following cases increases the calculated value of molar mass of a volatile liquid:

a) **Recording the pressure of one atmosphere instead of the actual external pressure in your laboratory.**

b) **Recording the mass of empty flask higher than the actual value.**

(c) **When the mass of the flask and condensed vapor is measured the flask was not completely dry.**

d) **Using a 50 ml flask instead of 150 ml in the experiment.**

e) **The reported temperature is 5°C lower than actual one.**

الحل:

$Mw = \frac{mRT}{PV}$ بالاعتماد على القانون

a) $P \uparrow \Rightarrow Mw \downarrow$

b) $m \downarrow \Rightarrow Mw \downarrow$

c) $m \uparrow \Rightarrow Mw \uparrow$

d) no effect

e) $T \downarrow \Rightarrow Mw \downarrow$

سؤال:

Calculate the temperature (in °C) of 1.53 g of a vapor of a volatile liquid (Molar mass = 74.0 g/mol) which occupies a volume of 650.0 cm^3 at a pressure of 86.0 kPa.

(a) 52 b) 42 c) 36 d) 68

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

الحل

m = 1.53 g T = ??Mw = 74 g/mol

V = 650 cm^3 P = 86 kPa

= 0.65 L = 0.849 atm

$$Mw = \frac{mRT}{PV}$$

$$74 = \frac{1.53 \times 0.0821 \times T}{0.849 \times 0.65}$$

$\Rightarrow$ T = 325.1 °K = 52 °C

Given the following set of data::

- Mass of condensed vapor = 0.85g
- Density of unknown liquid = 0.812 g/mL
- Volume of the flask = 390. mL
- Atmospheric pressure= 680 mmHg, (1.00 atm = 760. mmHg)
- Temperature of boiling water = 97.0 °C

- R (gas constant) = 0.08206 atm . L/mol.K

Calculate the molar mass (g/mol) of the unknown liquid

a) 120 b) 91 c) 102 d) 83 e) 74

When of the following statement regarding molar mass of a volatile liquid experiment is correct:

a. The experimental molar mass will be lower if the outside of the flask is not dried.

b. The density of a certain gas (molar mass = 171 g/mol) at STP is 6.99 g/L.

c. The density of a certain gas (molar mass = 171 g/mol) at STP is 7.63 g/L.

d. The reported molar mass will be higher if the reported temperature is 5 °C lower than the actual.

e. if 1.2 atm is used in the calculation instead of the actual value of 0.9 atm, then calculated molar mass will be higher.

للتواصل مع المؤلف
0795306216

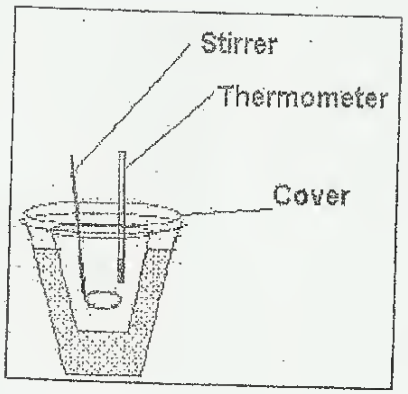
www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

EXPERIMENT (10)

Thermo Chemistry and Hess's Law

دائماً يصاحب التغيرات الكيمائية أو الفيزيائية تغير بالطاقة ويلاحظ هذا التغير بتدفق الطاقة من وإلى الجسم، والجهاز الذي نستخدمه لقياس هذا النوع من التدفق هو المسعر الحراري (Calorimeter).

والمسعر الحراري المستخدم في هذه التجربة مكون من مادة بلاستيكية عازلة للحرارة (Heat insulating plastic foam material) تقع بين كأسين بلاستيكيين وغطاء (Cover) مع ميزان للحرارة (Thermometer) وسلك للتحريك (Stirring wire) موضوع عن طريق ثقب داخل الغطاء كما هو مبين بالشكل التالي:



www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

والمادة البلاستيكية العازلة هي مادة رديئة التوصيل للحرارة قد توصل كمية قليلة جداً من الحرارة أثناء التجربة، وقد يفقد جزء من الحرارة عن طريق ميزان الحرارة (Thermometer) أيضاً أو عند فتح غطاء المسعر الحراري أثناء التجربة، لذلك سوف نقوم بحساب كمية الحرارة التي يمتصها المسعر الحراري وهي ما نطلق عليه إسم السعة الحرارية (Heat Capacity (C)) وكل مسعر حراري له سعة حرارية معينة.

ملاحظة: المسعر الحراري في هذه التجربة هو مثال على مسعر حراري مبسط يطلق عليه إسم (Coffee – Cup).

مصطلحات هامة:

- **ملاحظة:** عزيزي الطالب لفهم هذا الموضوع بشكل مفصل ودقيق الرجاء العودة للوحدة السادسة في كتابي مفتاح الإبداع لكيمياء ١٠١.

- **السعة الحرارية (Heat Capacity) (C):** هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة المادة ككل درجة مئوية واحدة.

Unit = J/C° OR kJ/C°

$\Rightarrow \boxed{\Delta H = C \times \Delta T}$

- **المسعر الحراري (Calorimeter):** جهاز يستخدم لقياس كمية الحرارة (ΔH).

- وكل مسعر حراري له (C) ثابتة لا تتغير.
- **الحرارة النوعية (specific heat) (Sp):** هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من المادة درجة مئوية واحدة.
- Sp خاصة بالمحاليل والسوائل والمعادن (مثال: الحرارة النوعية للماء=4.18 J/g.C°).

Unit = J/g.C°

$\Rightarrow \boxed{\Delta H = Sp \times m \times \Delta T}$

(g) الكتلة

التغير بدرجة الحرارة $\Delta T = T_2 - T_1$

وفي هذه التجربة سوف نعتمد على مبدأ حفظ الطاقة (The Conservation of energy principle) والذي ينص على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولا تخلق من عدم بل تتحول من شكل إلى آخر.

Energy cannot be created or destroyed during a process but can only be transformed from one from to another or transferred from one part of the universe to another.

وسيكون حساب السعة الحرارية (C) للمسعر الحراري هو محور الجزء الأول من هذه التجربة عن طريق وضع ماء بارد (Cold Water) داخل المسعر الحراري ثم إضافة كمية من الماء الساخن (Hot Water) ومن حساب

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

كمية الحرارة المفقودة والمكتسبة نستطيع حساب السعة الحرارية (C) كما هو مبين في الحسابات لاحقاً.

أما في الجزء الثاني فإننا سوف نوضح قانون هس (Hess's Law) لحساب الإنثالبي (Enthalpy ΔH) وهي تعني الحرارة الكامنة لهذا التفاعل.

$$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O \qquad \Delta H_{Total}$$

من خلال معرفة قيم الإنثالبي لهذين التفاعلين:

1) $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ $\qquad \Delta H_1$

2) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ $\qquad \Delta H_2$

ومن خلال ما مر معك في كيمياء 101 مراجعة كتاب مفتاح الإبداع كيمياء 101/ الوحدة السادسة، فإننا نستطيع الحصول على قيمة (ΔH_{Total}) المطلوبة من خلال عكس المعادلة رقم (٢) وجمع كلتا المعادلتين (١+٢) كالتالي:

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O \qquad \Delta H_1$$

$$NH_4Cl \rightarrow NH_3 + HCl \qquad -\Delta H_2$$

$$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + H_2O + NH_3$$

عكس المعادلة يؤدي إلى عكس قيمة ΔH

$$\Rightarrow \Delta H_{Total} = \Delta H_1 + (-\Delta H_2)$$

ΔH_1 سوف نقوم بحسابها مخبرياً بإستخدام المسعر الحراري (Coffee Cup Calorimeter –) الذي أعطي بالجزء الأول من التجربة.

أما ΔH_2 سوف يعطيك إياها مشرف المختبر مباشرة.

نلاحظ أن التفاعلات السابقة تمثل تفاعلات حموض وقواعد (Acid – Base Reactions) وهو ما سوف تدرسه لاحقاً.

Procedure طريقة عمل التجربة

A) Determination of the heat capacity of calorimeter

أ. تحديد السعة الحرارية للمسعر الحراري

١. سوف تقوم بعمل هذه التجربة مع شريك لك (Partner)

٢. عملية تجهيز المسعر الحراري يتم بيانها للطالب داخل المختبر بشكل أوضح وأسهل.

ملاحظة: تكون كثافة الماء (Density) في درجات الحرارة المعمول بها في هذه التجربة قريبة جداً من (1.00g/ml) لذلك نستطيع حساب كمية الماء في المسعر الحراري من خلال حجمه مباشرة (1ml = 1g).

٣. بإستخدام المخبار المدرج (Graduated Cylinder) نضع (75.0 ml) من الماء البارد (Cold Water) داخل المسعر الحراري ثم نضع الغطاء البلاستيكي (Plastic Lid) للمسعر الحراري لإغلاقه، ثم نضع كلاً من

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

ميزان الحرارة (Thermometer) وسلك التحريك (Stirrer) داخل الفتحات المخصصة لها بالمسعر الحراري.

٤. نضع (75.0 ml) من الماء داخل وعاء (Beaker) نضيف وجاف، ونسخن هذا الماء لدرجة تتراوح بين (60-70°C)، وعمل تحريك مستمر بواسطة القلم الزجاجي (Glass Rod) للتأكد من توزيع الحرارة بشكل منتظم قدر الإمكان داخل المحلول (To Ensure that the Temperature is as Uniform as Possible) ومن خلال عملية التسخين راقب درجة حرارة الماء البارد من ٢-٣ دقائق للتأكد من ثباتها ثم سجل درجة حرارة الماء البارد (Tc).

٥. إستخدام الملقط (Tongs) أو المنشفة (Towel) لإزالة وعاء الماء الساخن عن النار، ثم إتركه على طاولة المختبر (Laboratory Bench) من (٢-٣ دقائق) مع إستمرار عملية التحريك ثم سجل درجة حرارة الماء الساخن (T_h).

٦. بسرعة قم بإزالة غطاء المسعر الحراري ثم أضف الماء الساخن وأعد الغطاء إلى مكانه الأصلي وقم بعملية التحريك بإستخدام عصا التحريك (Stirrer) لمدة (٣٠) ثانية، خلال هذا الوقت قم بمراقبة درجة الحرارة.

٧. قم بتسجيل أعلى درجة حرارة خلال الـ (٣٠) ثانية السابقة، وتكون هذه الدرجة هي درجة حرارة الخليط (Tm).

٨. عن طريق معرفة كتلة (حجم) كل من الماء الساخن والماء البارد ودرجة حرارة كل منهما ودرجة حرارة الخليط سوف نقوم بحساب الحرارة النوعية (C) للمسعر الحراري كما سيمر معنا لاحقاً.

Calculations الحسابات

(الحرارة التي يكتسبها الوعاء) + (الحرارة التي يكتسبها الماء البارد) = (الحرارة التي يفقدها الماء الساخن)

↓ Heat gained by calorimeter

↓ Heat gained by cold water

↓ Heat loss by hot water

m_c = mass of cold water (g)

m_h = mass of hot water (g)

T_c = temperature of cold water

T_h = temperature of hot water (°C)

T_m = temperature of mixture (°C)

$$\Rightarrow [m_h \times Sp \times (T_h - T_m)] = [m_c \times Sp \times (T_m - T_c)] + [C \times (T_m - T_c)]$$

التغير بدرجة الحرارة للمسعر الحراري هو نفسه التغير للماء البارد.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

$$\Rightarrow C = \frac{[m_h \times Sp \times (T_h - T_m)] - [m_c \times Sp \times (T_m - T_c)]}{(T_m - T_c)}$$

قيم افتراضية لتوضيح طريقة الحل:

Mass of cold water = 75.0 g

Mass of hot water = 75.0 g

Temperature of hot water (T_h) = 60 C°

Temperature of cold water (T_c) = 17 C°

Highest temperature after mixing (T_m) = 38 C°

Specific heat for water = 4.18 J/g.C°

الحل:

$$C = \frac{[m_h \times Sp \times (T_h - T_m)] - [m_c \times Sp \times (T_m - T_c)]}{(T_m - T_c)}$$

$$C = \frac{[75.0 \times 4.18 \times (60 - 38)] - [75.0 \times 4.18 \times (38 - 17)]}{(38 - 17)}$$

$$C = 14.93 \text{ J/C°}$$

Heat of acid – Base Reaction:-

ب. حرارة تفاعل الحمض والقاعدة

١) اعمل في هذا الجزء مع شريك لك (Partner) كما في الجزء السابق.

٢) استخدم نفس المسعر الحراري (Coffe – Cup Calorimeter) المستخدم في الجزء الأول.

٣) باستخدام مخبارين مدرجين (Graduated Cylinders) احصل على (50.0 ml) من (2.0 M HCl) و(50.0 ml) من (2.0 M NaOH).

٤) قم بقياس درجة الحرارة لكل واحد منهما باستخدام نفس ميزان الحرارة (Thermometer)، لكن عليك شطف (rinse) وتجفيف ميزان الحرارة بعد أخذ أول قراءة.

٥) قم بتسجيل درجة الحرارة لكل منهما وتكون هذه هي درجة الحرارة الابتدائية (Initial Temperature).

٦) أضف القاعدة (Base NaOH) ثم الحمض (acid HCl) إلى المسعر الحراري (Calorimeter) ثم أغلقه بسرعة وابدأ بعملية التحريك.

٧) سجل أعلى درجة حرارة يصل إليها الخليط.

٨) من خلال التغير في درجة الحرارة وكتلة الخليط والسعة الحرارية (C) للمسعر الحراري نقوم بحساب كمية الحرارة الناتجة من التفاعل للمحلول كما سنوضحه لاحقاً بالحسابات.

٩) احسب عدد مولات الماء الناتجة من تفاعل (50.0 ml of 2.0 M HCl) مع (50.0 ml of 2.0 M NaOH).

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

١٠) احسب (ΔH) للتفاعل بوحدة (KJ/ mole of water) ثم احسب (ΔH) للتفاعل ككل.

$$NaOH + HCl \rightarrow H_2O + NaCl$$

Calculations (الحسابات)

(الحرارة التي تنتج عن التفاعل) = (الحرارة التي اكتسبها المحلول) + (الحرارة التي اكتسبها الوعاء)

$$\Delta H^{\circ}_{Rxn} = [Sp \times m \times \Delta T] + [C \times \Delta T]$$

ستكون إشارة ΔH_{Rxn} هنا سالبة لأن التفاعل طارد للحرارة (Exothermic Reaction).

بسبب ارتفاع درجة حرارة المحلول

قيم افتراضية لتوضيح طريقة الحل:-

1) Volume of 2M NaOH = 50.0ml
2) Initial temperature of NaOH (T_i) = 20.0°C
3) Volume of 2M HCl = 50.0ml
4) Initial temperature of HCl (T_i) = 20.0ml
5) Final temperature reached (T_f) = 27.0°C
6) Total mass of mixture = 100.0g
7) Heat capacity (c) (calorimeter constant) = 14.93J/ °C

الحل:

$$\Delta H^{\circ}_{Rxn} = [Sp \times mx\Delta T] + [C \times \Delta T]$$

ملاحظة: يجب أن تكون كل من (Sp, C) متناسقتين مثال:

$C = J/C^{\circ}$ ⇨ $Sp = J/g.\ C^{\circ}$

أو

$C = KJ/\ C^{\circ}$ ⇨ $Sp = KJ/g.\ C^{\circ}$

$$\Delta H^{\circ}_{Rxn} = [4.18 \times 100 \times (27-20)] + [14.93 \times (27-20)]$$
$$= 3030.5\,J \quad = -3.03\,KJ$$

لأن التفاعل طارد للحرارة Exothermic

$$n_{HCl} = M \times v$$
$$= 2 \times \frac{50}{1000} = 0.1\,mol$$

$$n_{NaOH} = M \times v$$
$$= 2 \times \frac{50}{1000} = 0.1\,mol$$

ومن خلال المعادلة:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

نلاحظ أن كلاً من HCl و NaOH هما عاملين محددين (Limiting Reactant)، وبذلك نستطيع حساب عدد مولات (H_2O) من عدد مولات HCl أو NaOH.

$n_{H_2O} = n_{NaOH}$ أو $n_{H_2O} = n_{HCl}$

$\Rightarrow n_{H_2O} = 0.1 mol$

لحساب كمية الطاقة (ΔH) لكل مول من H_2O

$$\Delta H = \frac{\Delta H^*}{n_{H_2O}}$$

$$\Delta H = \frac{-3.03 KJ}{0.1 mol} = -30.3 KJ/mol$$

وهي نفسها ΔH للتفاعل لأن المعادلة تحتوي (١ مول) من H_2O.

Per- Laboratory Questions أسئلة ما قبل المختبر

1. **What is the definition of the *joule* in terms of the basic SI units?**

١) ما هو تعريف الجول بالوحدات العالمية الأساسية؟

الحل:

$J = Kg\ m/S^2$

2. **In a calorimeter calibration experiment, a sample of 51.203 g of water at 55.2 °C is added to a calorimeter containing 49.783 g of water at 23.5°C. After stirring and waiting for the system to equilibrate, the final temperature reached is 37.6°C. Calculate the calorimeter constant.**

٢) في تجربة معايرة المسعر الحراري، عينة ماء وزنها (51.203g) عند درجة حرارة (55.2°C) أضيفت إلى مسعر حراري يحتوي (49.783g) من الماء عند درجة حرارة (23.5 °C)، بعد التحريك والإنتظار ليصل المحلول إلى وضع الإتزان، وصلت درجة الحرارة النهائية لـ (37.6 °C) إحسب السعة الحرارية للمسعر الحراري.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

الحل:

$$C = \frac{[m_h \times Sp \times (T_h - T_m)] - [m_c \times Sp \times (T_m - T_c)]}{(T_m - T_c)}$$

$$C = \frac{[51.203 \times 4.18 \times (55.2 - 37.6)] - [49.783 \times 4.18 \times (37.6 - 23.5)]}{(37.6 - 23.6)}$$

$$C = 59.06\ J/C^\circ$$

3. Give chemical equations for the reactions that will occur during this Experiment

٣) أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الذي يحدث في هذه التجربة.

الحل:

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

4. The acids and bases to be used in this experiment are classified as strong acids or bases. Use your textbook to find what is meant by the word strong in this context.

٤) الأحماض والقواعد المستخدمة في هذه التجربة تصنف على أنها أحماض وقواعد قوية، إرجع إلى الكتب لمعرفة ما نعني به بكلمة قوي.

الحل:

Means strong electrolyte solution = complete dissociation in water.

تعني محلول كهرلي قوي أي يتفكك بشكل كلي بالماء.

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

Questions الأسئلة

2. **What effect on the calculated calorimeter constant would be observed if the calorimeter cup were made of conducting material (such as metal) rather than plastic foam?**

١) ما هو التأثير على قيمة السعة الحرارية للمسعر الحراري إذا كان المسعر الحراري مصنوع من مواد موصلة للحرارة "مثل المعدن" بدل الرغوة البلاستيكية؟

الحل:

The solution became cold "ΔT↓"

⇨ C↑

سوف يصبح المحلول أبرد مما يؤدي إلى نقصان (ΔT) وبذلك سوف تزداد السعة الحرارية (C) للمسعر الحراري.

3. **Why is water typically used as the heat-absorbing liquid in calorimeter?**

٢) لماذا يستخدم الماء كسائل في المسعر الحراري لإمتصاص الحراري؟

الحل:

Because the water have high specific heat capacity "Sp=4.18J/g.°C"

لأن الماء يمتلك حرارة نوعية مرتفعة (Sp = 4.18 J/g.°C).

4. **Given that ΔH for the reaction: $NH_3+HCl\rightarrow NH_4Cl$, is -12.4 kJ/mol and the measured value of ΔH for the NaOH/HCl reaction is -55.8 kJ, use Hess"s law to calculate ΔH for the reaction:**

$$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$$

٣) أعطيت (ΔH) للتفاعل التالي:

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ $\quad\quad$ $\Delta H_2 = -12.4$ kJ/mol

وكانت ΔH المقاسة لتفاعل (NaOH/HCl) تساوي (-55.2 KJ) إستخدم قانون هس لحساب (ΔH) للتفاعل التالي:

$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$

الحل:

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ $\quad\quad$ $\Delta H_1 = -55.8$ KJ

$NH_4Cl \rightarrow NH_3 + HCl$ $\quad\quad$ $\Delta H_2 = 12.4$ KJ

$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + H_2O + NH_3$

قمنا بعكس هذه المعادلة وعكس إشارة ΔH

⇨ $\Delta H_{Total} = \Delta H_1 + (-\Delta H_2)$

$= -55.8 + 12.4 = -43.4$ KJ

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

5. When 56.90g of hot water at 65.2°C is added to a calorimeter containing 52.50g of cold water at 22.0°C the final temperature was 35.4 °C. Calculate:

1. **Heat lost by hot water**
2. **Heat gained by cold water.**
3. **Calorimeter constant (joule/ °C)**

الحل:

b. Heat lost by hot water $= m_h \times S_p \times (T_h - T_m)$
$= 56.9 \times 4.18 \times (65.2 - 35.4)$
$= 7087.7 J$

c. Heat gained by cold water $= m_c \times S_p \times (T_m - T_c)$
$= 52.5 \times 4.18 \times (35.4 - 22)$
$= 2940.6 J$

d. $$C = \frac{\text{Heatl lost by hot water} - \text{Heat gained by cold water}}{(T_m - T_c)}$$

$$C = \frac{7087.7 - 2940.6}{(35.4 - 22)} = 309.5 J/°C$$

6. A 50.0 mL of pure water at 60.0 °C is mixed with 50.0 mL of pure water at 22.0 °C in a coffee cup calorimeter. If the final temperature of the mixture is 40.5 °C. calculate the heat capacity in (J/°C) of calorimeter.

(Specific heat of water = 4.18 J/°C.g)

(And assume density of water = 1.00 g/mL)

a) 15.5 b) 11.3 c) 33.9 d) 50.5 e) 60.0

7. A student obtained the following set of data

- Volume of 1.2 M HCl solution = 60.0 mL.
- Volume of 1.2 M NaOH solution = 60.0 mL.
- Rise in temperature after mixing solutions = 6.2 °C
- Specific heat of solution = 4.10 j/g. °C
- Heat capacity of the cup= 50.2 J/°C

Calculate ΔH (in kJ/mol H_2O produced) for the reaction of HCl and NaOH

a) -47 b) -52 c) -50 d) -65 e) – 60

8. given the following thermo chemical equations

$NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$, $\Delta H = -55.0$ kJ/mol

$NH_{3(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NH_4Cl_{(aq)}$, $\Delta H = -52.0$kJ/mol

Calculate ΔH for the following reaction (in kJ)

$NH_4Cl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + NH_{3(aq)}\ H_2O_{(l)}$

a) -106 b) +4.0 c) +3.0 d) -3.0 e) -4.0

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

EXPERIMENT (12)

Solubility product constant and common Ion effect

ثابت حاصل ضرب الذائبية وتأثير الأيون المشترك

Objctives مواضيع التجربة

سوف نقوم بهذه التجربة بتحديد الذائبية المولارية (Molar Solubility) وثابت حاصل ضرب الذائبية (Solubility product constant K_{sp}) لمركب $Ca(OH)_2$ ، وتحديد الذائبية المولارية له في حال وجود كمية زائدة من Ca^{+2} (Presence of excess Ca^{+2})

Introduction المقدمة

بعض الأملاح تذوب بشكل قليل بالماء لذلك نطلق عليها اسم الأملاح شحيحة الذوبان.

(Slightly soluble or sparingly soluble salts)

وفي المحلول الذي يحتوي على هذه الأملاح يحصل هنالك اتزان ديناميكي (dynamic equilibrium) بين المادة الصلبة المترسبة (solid salt) والتركيز المنخفض من أيونات هذه الأملاح الذائبة (soluble ions)

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

ومثال على هذا النوع من الأملاح هو كربونات الكالسيوم (Calcium carbonate $CaCO_3$) وهو المكون الرئيسي للحجر الجيري (Limestone) الموجود بكثرة في الطبيعة.

ويحدث التفكك على الشكل التالي:

$$CaCO_{3(s)} \rightarrow Ca^{+3}_{(aq)} + CO^{-2}_{3(aq)}$$

ويميل هذا التفاعل لليسار بشكل كبير

(The equilibrium lies for to the left)

لأن ($CaCO_3$) شحيح الذوبان بالماء.

ونستطيع التعبير عن هذا الاتزان بالمعادلة التالية:

$$K_{sp} = [Ca^{+2}]\,[CO^{-2}]$$

K_{sp} = Solubility product constant

وهو ثابت عند درجة حرارة معينة. ويساوي (8.7×10^{-9}) عند درجة حرارة (25°c) وهذه المعادلة لا تعني أن تركيز كل من (CO_3^{-2} Ca^{+2} ,) متساوي، بل تعني أن حاصل ضرب كل منهما في أي وقت يكون متساوي، فإذا زاد تركيز [CO_3^{-2}] فإن تركيز [Ca^{+2}] سيقل ليبقى حاصل ضربهما ثابت.

وفي المحلول المشبع (Saturated solution) الذي يكون المصدر الوحيد فيه لأيونات (CO_3^{-2} Ca^{+2} ,) هو تفكك الملح الصلب ($CaCO_{3(s)}$) فإن

$$2.3 \times 10^{-5}\ mol/L = \sqrt{8.7 \times 10^{-9}} = [Ca^{+2}] =]CO_3^{-2}[$$

وهذا ما نطلق عليه اسم الذائبية المولارية (Molar Solubility).

تأثير الأيون المشترك Common ion effect

عند إضافة أيونات موجبة (Cations) أو سالبة (anions) من نفس نوع الأيونات الناتجة من تفكك الملح "وهما Ca^{+2}، CO_3^{-2}" لمحلول مشبع (Saturated solution) من ($CaCO_{3(s)}$) فهذا يؤدي (حسب مبدأ لوتشاتليه (Clechatelier's Principle) إلى أن نزاح التفاعل لليسار (Shift to the left) لتقليل الزيادة من هذا الأيون المشترك (Common ion) وبذلك زيادة المادة الصلبة من ملح $CaCO_3$ وبذلك تقل الذائبية المولارية (Molar Solubility)

وفي هذه التجربة سوف نقيس ثابت حاصل ضرب الذائبية (Ksp) لـ ($Ca(OH)_2$) والذائبية المولارية له (Molar Solubility)، وحساب الذائبية المولارية له في حال إذابته في محلول مشبع بـ (Ca^{+2}).

وسوف نقوم بكل هذه الحسابات عن طريق معايرة (OH^-) الناتج من عملية التفكك مع حمض الهيدروكلوريك المعياري (Standard hydrochloric acid) بإستخدام كاشف (Bromo cresol green) للكشف عن نقطة النهاية لهذه المعايرة (End Point) عن طريق تغير لون الكاشف من أزرق (Blue) في الوسط القاعدي (Basic Meium) إلى أصفر (Yellow) في الوسط الحامضي (Acidic medium)

وتكون طريقة الحل كالتالي:

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

$$Ca(OH)_{2(s)} \rightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

$$K_{sp} = [Ca^{+2}][OH^-]^2$$

وكما هو واضح من التجربة فإن

$$[Ca^{+2}] = \frac{1}{2}[OH^-]$$

لذلك قبل إضافة الأيون المشترك فإن

1) $$\text{MolarSolubility} = \frac{1}{2} \times [OH^-]$$

2) $$K_{sp} = \left[\frac{1}{2}OH^-\right][OH^-]^2$$

أما بعد إضافة الأيون المشترك فإن $\text{MolarSolubility} = \frac{1}{2} \times [OH^-]$

طريقة عمل التجربة Procedure

A) Molar solubility and Ksp for $Ca(OH)_2$

١) نحضر قارورتين (Two Erlenmeyer Flasks) نظيفتين، ويوضع لاصق على كل منهما لتمييزهما وهما بحجم (150ml ، 250ml) وفي كل واحد منهما نضع () وفي كل واحد منهما نضع (25.00ml) من محلول مشبع بـ $(Ca(OH)_2)$ من موزع (Dispenser) "وهو جهاز موجود داخل المختبر يعطي حجم معين بدقة وذلك لتسهيل وتقليل وقت التجربة"

وقم بتغطية كل من القارورتين بإستخدام رقاقة ألمنيوم (Aluminium Foil) لتجنب إتصال المحلول مع CO_2 الموجود بالجو.

٢) حضّر سحاحة (Buret) بحجم (50ml) للقيام بعملية المعايرة وأشطفها (Rinse) وإملأ السحاحة (Buret) بمحلول HCl السابق وسجل القراءة الأولية (Initial reading) للسحاحة.

٣) سجل التركيز المولاري (Molar concentration) لـ HCl.

٤) أضف نقطتين من الكاشف (Bromo cresol green) وبدأ في عملية المعايرة حتى يصبح المحلول أصفر (Yallow) وسجل الحجم النهائي (Final reading) لـ HCl.

٥) قم بعمل المعايرة على نفس الطريقة للقارورة الثانية وقم بتسجيل النتائج.

B) Molar solubility and Ksp for $Ca(OH)_2$ in 0.10m $CaCl_2$ solution

أعد الخطوات من (١-٤) بالجزء السابق فقط بإستبدال المحلو لبمحلول ($Ca(OH)_2$ in 0.10m $CaCl_2$).

1. **Write the mass action expression for these slightly soluble salt equilibria:**

١) أكتب تعبير ثابت حاصل ضرب الإتزان لأملاح شحيحة الذوبان التالية:

1. $CuS(s) \leftrightharpoons Cu^{2+}(aq) + S^{2-}(aq)$, $K_{sp}=$
2. $Al_2S_3(s) \leftrightharpoons Al^{3+}(aq) + 3S^{2-}(aq)$, $K_{sp}=$
3. $BaSO_4(s) \leftrightharpoons Ba^{2+}(aq) + SO^{2-}(aq)$, $K_{sp}=$
4. $Se_3(PO_4)_2(s) \leftrightharpoons 3Sr^{2+}(aq) + 2PO^{3-}(aq)$, $K_{sp}=$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

الحل:

a) $K_{sp} = [Cu^{+2}][S^{-2}]$

b) $K_{sp} = [Al^{+3}]^2[S^{-2}]^3$

c) $K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

d) $K_{sp} = [Sr^{+2}]^3[PO^{-3}]^2$

2. Calculate the molar solubility and the solubility (in *g/L*) of $PbCl_2$, (K_{sp} for $PbCl_2 = 1.6\times 10^{-5}$).

٢) إحسب الذائبية المولارية والذائبية بوحدة (g/L) لـ $PbCl_2$

"$K_{sp}= 1.6\times10^{-5}$"

الحل:

$$PbCl_{2(s)} \leftrightarrows Pb^{+2}_{aq} + 2Cl^{-}_{aq}$$

$\times \quad 2\times$

$K_{sp} = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$

$1.6\times10^{-5} = (\times)(2\times)^2$

$1.6\times10^{-5} = 4\times3$

$x = \sqrt[3]{\frac{1.6\times10^{-5}}{4}} = 0.0159\,mol/L = Solubility$

ولتحويل من وحدة mol/L ← ل g/L

للتواصل مع المؤلف
0795306216

نضرب بالكتلة المولية (M_w) لـ $PbCl_2$ والتي تساوي (278.1 g/mol) "من الجدول الدوري".

Solubility (g/L) = 0.0159 × 278.1 = 4.42 g/L

3. Calculate the molar solubility of $PbCl_2$ in the presence of 0.10 M NaCl, (K_{sp} for $PbCl_2 = 1.6\times10^{-5}$).

٣) إحسب الذائبية المولارية لـ $PbCl_2$ موجودة في محلول NaCl بتركيز (0.10m). "K_{sp}= for $PbCl_2 = 1.6\times10^{-5}$"

الحل:

$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$ (تفكك كلي)

0.10 m 0.10m 0.10m (Complete dissociation)

$PbCl_{2(s)} \leftrightarrows Pb^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$ (تفكك جزئي)

$\times \quad 2\times$ (Partial dissociation)

نلاحظ وجود مصدرين لـ Cl^- "لذلك يعتبر هو الأيون المشترك "Common ion" ويصبح تركيزه مساويا لـ "0.10+X" وبالإعتماد على قيمة K_{sp} فإن × ستكون صغيرة جداً لذلك تهمل ويصبح تركيز $[Cl^-]$ =0.10

$K_{sp} = [Pb^{+2}][Cl^-]^2$

$1.6\times10^{-5} = [Pb^{+2}][0.10]^2$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

$$\Rightarrow [Pb^{+2}] = \frac{1.6\times10^{-5}}{[0.10]^2} = 1.6\times10^{-3}\,mol/L = solubility$$

ونلاحظ إنخفاض الذائبية (Solubility) بوجود الأيون المشترك

Calculations الحسابات

A) Molar Solubility and for $Ca(OH)_2$

أ. الذائبية المولارية و K_{sp} لـ $Ca(OH)_2$

1) Volume of Standard HCl 26.5ml
2) Molarity of HCl 0.05m
3) Volume of saturated $Ca(OH)_2$ Solution 25.0 ml

الحل:

$$n_{HCl} = M\times v$$

$$= 0.05\times\frac{26.5}{1000} = 1.33\times10^{-3}\,mol$$

$$= n_{HCl} = n_{OH^-} = 1.33\times10^{-3}\,mol$$

1) $$[OH^-] = \frac{n}{v} = \frac{1.33\times10^{-3}}{\frac{25}{1000}} = 0.053M$$

2) $$[Ca^{-2}] = \frac{1}{2}\times[OH^-]$$

$$= \frac{1}{2}\times0.053 = 0.0265M$$

3) $$K_{sp} = [Ca^{+3}][OH^-]^2$$

$$= (0.0265)(0.053)^2 = 7.44\times10^{-5}$$

B) Solubility of $Ca(OH)_2$ in the presence of Ca^{+2}

ب. ذائبية $Ca(OH)_2$ بوجود Ca^{+2}

1) Volume of Standard HCl added 26.5ml
2) Molarity of HCl 0.05m
3) Volume of saturated $Ca(OH)_2/Ca^{+2}$ Solution 25.0 ml

الحل:

$$n_{HCl} = M\times v$$

$$= 0.05\times\frac{21}{1000} = 1.05\times10^{-3}\,mol$$

$$= n_{HCl} = n_{OH^-} = 1.05\times10^{-3}\,mol$$

1) $$[OH^-] = \frac{n}{v} = \frac{1.05\times10^{-3}}{\frac{25}{1000}} = 0.042M$$

2) $$[Ca^{-2}] = \frac{1}{2}\times[OH^-] + 0.1$$

$$= (\frac{1}{2}\times0.042) + 0.1 = 0.121M$$

3) Molar solubility of $Ca(OH)_2$ $= \frac{1}{2}\times[OH^-]$

$$= \frac{1}{2}\times0.042 = 0.021M$$

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع

ملاحظة: نسطيع إيجاد الذائبية المولارية من الأيون المشترك بل من الأيون الآخر.

Questions الأسئلة

1. **A saturated solution of $Ca(OH)_2$ is prepared by adding enough $Ca(OH)_2(s)$ to distilled pre-boiled water, the solution is then filtered to remove any insoluble amount of $Ca(OH)_2$.**

١. محلول مشبع من $Ca(OH)_2$ حضّر بإضافة كمية كافية من $Ca(OH)_{2(s)}$ لماء مقطر قبل درجة الغليان بقليل ثم قمنا بفلترة المحلول لإزالة أي راسب من $Ca(OH)_2$ غير ذائب.

a) Why pre-boiled water is used to prepare the saturated solution of $Ca(OH)_2$?

a. لماذا إستخدامنا ماء قبل درجة الغليان لتحضير محلول من $Ca(OH)_2$؟

b) If some solid $Ca(OH)_2$ remained after filtration, how would it affects the calculated values of molar solubility of $Ca(OH)_2$ and the K_{sp} for $Ca(OH)_2$?

b. إذا بقي جزء من $Ca(OH)_2$ بعد الفلترة فكيف يؤثر هذا على قيمة الذائبية المولارية المحسوبة لـــ $Ca(OH)_2$ وقيمة K_{sp}؟

الحل:

a) To remove CO_2

b) Molar solubility ↑⇨K_{sp}↑

2. **How did the added $CaCl_2$ affect the molar solubility of $Ca(OH)_2$? Explain.**

٢. كيف تؤثر $CaCl_2$ المضافة على الذائبية لـ $Ca(OH)_2$؟ فسر.

الحل:

$[Ca^{+2}]$↑⇨ Reaction Shift to the left ⇨Solid of $Ca(OH)_2$ ↑⇨ Molar solubility↓

تركيز $[Ca^{+2}]$ ↑ مما يؤدي إلى أن ينزاح التفاعل لليسار وهذا يؤدي إلى زيادة الكمية الصلبة "الراسبة" من $Ca(OH)_2$ وبذلك تقل الذائبية.

3. **Calculate the molar solubility of $Ca(OH)_2$ in 0.10 M NaOH solution. Use the value of K_{sp} obtained in part A.**

٣. إحسب الذائبية المولارية لـــ $Ca(OH)_2$ في محلول من NaOH بتركيز (0.10m) إستخدام قيمة K_{sp} المبينة في الجزء A.

الحل:

$$K_{sp} = [Ca^{+2}][OH^-]^2$$

$$7.44\times10^{-5} = [Ca^{+2}][0.10]^2$$

$$[Ca^{+2}] = \frac{7.44\times10^{-5}}{[0.10]^2} = 7.44\times10^{-3}\,M = \text{solubility}$$

للتواصل مع المؤلف
0795306216

www.exophy.blogspot.com : exophy تم الرفع من طرف موقع Nadher Alshamary

4. Consider the equilibrium which of the following statements would <u>decrease</u> the solubility of $Ca(OH)_2$ in water

$Ca(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2\ OH^-_{(aq)}$

a) Adding more solid $Ca(OH)_2$

b) Adding of HCl solution.

c) Adding saturated solution of $CaCL_2$

d) Adding of distilled water.

e) None of the above.

5. A 17.0 mL of 0.040 M HCl solution are needed to neutralize the base in 25.0 mL saturated $Ca(OH)_2$ solution>

Calculate K_{sp} for $Ca(OH)_2$

(Write the balanced chemical equation)

a) 6.9×10^{-6} b) 3.2×10^{-5} c) 1.6×10^{-5}

d) 5.5×10^{-5} e) 1.0×10^{-5}

6. A 20.0 mL of 0.060 M HCl solution is required to complete titration of 25.00 mL of saturated solution of $Ca(OH)_2$ in 0.10 M $CaCl_2$ calculate the solubility of $Ca(OH)_2$ in (g/L) in the above solution (Molar mass for $Ca(OH)_2$ =74.0 g/mol).

a) 1.8 b) 0.89 c) 2.7 d) 1.0 e) 1.3