كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : فيزيائية ٤

المحاضرة : الاولى/عملي/ د.سعود

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الجلسة العملية الأولى **قســـــم الكيمياء** السنة الثالثة - الفصل الثاني 2025 - 2024	**عملي الكيمياء الفيزيائية IV** **تحضير المحاليل الكيميائية** Preparation of Solutions	**الأحد:** 2025/04/27 د. سعود عبد الحليم كده PHYSICAL CHEMISTRY IV 2024-2025 (Dr. Saud KEDA)

على جميع الطلاب التقيد بمواعيد الجلسات العملية، إضافة لضرورة الالتزام والتقيد بقواعد السلامة المخبرية في كل جلسة

هدف الجلسة

OBJECTIVES (GOALS)

تهدف هذه الجلسة العملية إلى ما يلي:

- اكتساب المهارات في تحضير المحاليل الكيميائية وفق واحدات التركيز المختلفة.
- اكتساب المهارات في تحضير المحاليل (في هذه التجربة محلول حمض الكبريت).
- اكتساب المهارات في عمليات تمديد المحاليل.

لا تتردد في سؤال الكادر التدريسي عن أي ملاحظة

متطلبات ما قبل المخبر Pre-Laboratory Requirements

1. اقرأ القسم النظري المتعلق بهذه الجلسة جيداً.
2. اقرأ الإرشادات والرموز الموجودة في البهو خارج المخبر.
3. جهز نفسك للأسئلة المتعلقة بهذه الجلسة.
4. تأكد من حصولك على القسم البياني لهذه التجربة (التقرير المخبري) قبل دخولك للمخبر.

تحذير السلامة المخبرية Safety Caution

1. يجب ارتداء الرداء والنظارات والقفازات المخبرية لحماية العين واليدين طوال الوقت.
2. تجنب ارتداء الثياب الفضفاضة.
3. تعامل بحذر مع الأدوات الزجاجية لأنها سهلة الكسر وتسبب جروح عميقة.
4. كن حذراً في التعامل مع المصادر الكهربائية.

ملاحظـــــــة:

تبدأ جلسات العملي في تمام الساعة 8 بمخبر الكيمياء 1، حيث يكون ترتيب دخول الفئات الأسبوع القادم ليوم الأحد بتاريخ (2025/04/27) حسب أولوية التسجيل على فئات العملي وفق ما يلي:

الفئة الأولى - الفئة الثانية – الفئة الثالثة – الفئة الرابعة.

الكادر التدريسي: الآنسة مرام داغر – السيدة أحلام عيسى

لا يوجد مذاكرة لهذا الأسبوع

تحضير المحاليل
Preparation of Solutions

❖ المحلول The Solution

عبارة عن خليط كيميائي متجانس، حيث تتوزع احدى المواد ضمن مادة أو مجموعة مواد بشكل متجانس، ولكن السؤال: هل المحلول سائل؟؟

المحلول يطلق على جميع الجمل الكيميائية المتجانسة بغض النظر عن حالتها الفيزيائية:

- يعتبر الهواء محلولاً غازياً مؤلفاً من مجموعة من الغازات كالأكسجين والهيدروجين والآزوت وثاني أكسيد الكربون .... الخ.
- يعتبر ماء المحيط من المحاليل السائلة المتجانسة الذي يحتوي كمية متنوعة من الأملاح المنحلة ضمن الماء.
- يعتبر البرونز من المحاليل الصلبة، حيث يستخدم في صناعة الميداليات الرياضية، ويعتبر خليط متجانس من النحاس والتوتياء.

❖ ميزات المحلول Solution Properties

يتميز المحلول بصفة هامة، وهي تركيبه الذي يميزه من الناحية النوعية أو من الناحية الكمية، فما هو الاختلاف بين الناحيتين؟

1. التركيب النوعي: يشير إلى نوع المكونات الداخلة في تركيب المحلول.
2. التركيب الكمي: يشير إلى كمية المكونات التي تشكل هذا المحلول (الكميات النسبية).

سندرس في تجربتنا هذه **المحاليل السائلة**، وسنجيب عن التساؤل التالي:

كيف يعبر عن التركيب الكمي للمحاليل؟

❖ طرق التعبير عن التركيب الكمي للمحاليل

تحدد كمية المادة المنحلة في المحاليل بما يسمى **التركيز** Concentration، ويعبر عن التركيز بواحدات مختلفة يمكن تحديدها وفق ما يلي:

1. التركيز المئوي الحجمي (%V):

هو عدد الوحدات الحجمية (ليترات أو ميلي ليترات) من المادة المنحلة الموجودة في (100) وحدة حجمية (ليتر أو ميلي ليتر) من المحلول.

على سبيل المثال:

عند حل 8 ml من الكحول الإيتيلي C_2H_5OH في حجم معين من الماء المقطر، ثم إتمام الحجم إلى 100 ml، نكون حصلنا على محلول تركيزه 8% حجماً من الإيثانول (8 %V).

2. التركيز المئوي الوزني (%W):

هو عدد الغرامات من المادة المنحلة الموجودة في 100 g من المحلول.

3. التركيز الوزني (قوة المحلول) C:

هو عدد الغرامات من المادة المنحلة الموجودة في ليتر من المحلول.

على سبيل المثال:

محلول كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ تركيزه 7 g/L، يعني ذلك أننا:
أذبنا 7 g من الملح في كمية محددة من الماء، وبعد إتمام عملية الذوبان أكملنا الحجم بالماء المقطر حتى 1000 ml.
حيث يصبح الحجم الكلي للمحلول 1L، وهذا النوع من التركيز يستخدم في التطبيقات الصناعية.

"غالباً ما تلاحظ استخدامه على عبوات المنتجات الغذائية والدوائية"

4. التركيز الجزيئي الغرامي الوزني m (المولالية):

هو عدد الجزيئات الغرامية (عدد المولات) من المادة المنحلة الموجودة في 1 kg من المذيب (المحل).

على سبيل المثال:

إذا كان لدينا محلول من السكر تركيزه الجزيئي الغرامي (المولالية) يساوي 2.5 m، فإن هذا المحلول يحوي:

2.5 mole من السكر لكل 1000 g من الماء.

5. التركيز الجزيئي الغرامي الحجمي M (المولية):

هو عدد الجزيئات الغرامية (عدد المولات) من المادة المنحلة الموجودة في ليتر من المحلول.

على سبيل المثال:

1.25 molفي الليتر من محلول كلوريد الصوديوم $NaCl$ يرمز له بالرمز 1.25 M، أي أن:
كل ليتر من المحلول يحوي 1.25 جزيء غرامي (مول) من $NaCl$ أي 73.125 g

بين كيف حصلنا على الرقم (73.125 g)؟

.....

.....

.....

ما الفرق بين المولالية والمولية وأيهما أكثر دقة في تحضير المحاليل؟

.....

.....

6. النظامية N:

هي عدد المكافئات الغرامية من المادة المنحلة الموجودة في ليتر من المحلول.

على سبيل المثال:

محلول تركيزه 2 N يدل على وجود 2 مكافئ غرامي من المادة المنحلة في ليتر من المحلول، وكما يلاحظ أن نظامية المحلول مرتبطة بالمكافئ الغرامي الذي له أهمية كبيرة في التحليل الحجمي.

فما هو المكافئ الغرامي؟

ملاحظة

المول
Mole

كمية كبيرة لحد يصعب تخيله، فعلى سبيل المثال مول من الثانية يساوي 6.022×10^{23} ثانية، وهو مقدار أكبر بـ 4 ملايين مرة من عمر الأرض، وبما أن الذرة مقدار صغير جداً، لذلك مول من الذرات أو الجزيئات هو كمية يمكن إدارتها بشكل صحيح في التفاعلات الكيميائية.

يتكون مول واحد من شيء ما من 6.022×10^{23} وحدة من المادة.

تتشابه النظائر في عدد البروتونات ولكنها تختلف في عدد النيوترونات.

المول: هو عينة من العنصر الطبيعي كتلتها تعادل الكتلة الذرية للعنصر معبراً عنها بالغرام والتي تحوي عدد آفوكادرو (6.022×10^{23}) من الذرات (مول واحد).

عزيزي الطالب:

نحن نثق بمقدرتك، الأهم هو أن تثق أنت بمقدرتك أكثر، الطاقم التعليمي معك دوماً ويسعى لتنال النجاح المستحق بجهدك وليس بمساعدة الأخرين، النقل سهل، ولكن النجاح بمجهودك أجمل، لنغير معاً مفهوم التعليم نحو الأفضل.

لا شيء مستحيل أمام الطموح

المكافئ الغرامي

هو وزن المادة بالغرامات اللازم للتفاعل مع ذرة غرامية واحدة من الهيدروجين، وبما أن الوزن المكافئ لمادة ما يختلف باختلاف نوع التفاعل، لذلك لا يمكننا إعطاء تعريف عام وإنما التعريف حسب نوع التفاعل.

1. المكافئ الغرامي للحموض والأسس.

- **المكافئ الغرامي للحمض:** هو عبارة عن الوزن الجزيئي للحمض مقسوماً على عدد ذرات الهيدروجين الحمضية الداخلة في التفاعل.

على سبيل المثال:

من أجل التفاعل التالي:

$$HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$$

يكون الوزن المكافئ (المكافئ الغرامي) لحمض الآزوت مساوياً لوزنه الجزيئي:

$$\frac{63\ \text{g}}{1} = 63\ \text{g}$$

أما التفاعل التالي:

$$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

يكون الوزن المكافئ لحمض الكبريت مساوياً نصف وزنه الجزيئي، أي:

$$\frac{98\ \text{g}}{2} = 49\ \text{g}$$

أما في حالة حمض الفوسفور حيث يحصل التفاعل التالي:

$$H_3PO_4 + 3NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$

يكون الوزن المكافئ لحمض الفوسفور مساوياً إلى ثلث وزنه الجزيئي، أي:

$$\frac{98\ \text{g}}{3} = 32.66\ \text{g}$$

يتضح مما سبق أن حمض الأزوت أحادي الوظيفة الحمضية يقدم **شاردة غرامية واحدة من الهيدروجين** تتفاعل مع شاردة غرامية واحدة من الهيدروكسيد، والجزيء الغرامي من حمض الكبريت يقدم **شاردتين غراميتين من الهيدروجين**، بينما الجزيء الغرامي من حمض الفوسفور يقدم **ثلاث شوارد غرامية من الهيدروجين** للتفاعل مع شاردة الهيدروكسيد.

هـــــــــــــام:

يمكن للحموض الثنائية أو متعددة الوظيفة الحمضية أن تدخل في التفاعل بقسم من ذرات الهيدروجين التابعة لها، وبالتالي يكون لهذه الحموض عدة مكافئات غرامية تبعاً لعدد ذرات الهيدروجين الداخلة في التفاعل، ففي التفاعل التالي:

$$H_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$$

نلاحظ أن حمض الفوسفور يقدم **شاردتين غراميتين من الهيدروجين**، ويكون المكافئ الغرامي لهذا الحمض مساوياً نصف وزنه الجزيئي، أي:

$$\frac{98\ \text{g}}{2} = \mathbf{49\ g}$$

ومن أجل التفاعل التالي:

$$H_3PO_4 + NaOH \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$$

فإن المكافئ الغرامي لحمض الفوسفور يساوي وزنه الجزيئي لأنه يقدم **شاردة غرامية واحدة من الهيدروجين**، أي:

$$\frac{98\ \text{g}}{1} = \mathbf{98\ g}$$

ملاحظـــــــــــة هامـــــــــة:

الوزن المكافئ للحمض المتعدد الوظيفة الحمضية ليس ثابتاً، لذلك يجب الانتباه إلى التفاعل الذي يشارك فيه هذا الحمض.

- **المكافئ الغرامي للأساس:** يساوي الوزن الجزيئي الغرامي للأساس مقسوماً على عدد شوارد الهيدروكسيد التي تتبادلها الجزيئة في التفاعل المعتبر.

من المعروف أن شاردة غرامية واحدة من الهيدروجين تلزم لتعديل شاردة غرامية واحدة من الهيدروكسيد، وبالتالي:

كل مكافئ غرامي من شوارد الهيدروجين يلزمه مكافئ غرامي من شوارد الهيدروكسيد لإتمام التفاعل.

على سبيل المثال:

من أجل التفاعل التالي:

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

يكون المكافئ الغرامي لهيدروكسيد الصوديوم مساوياً للوزن الجزيئي لهذا الأساس، أي:

$$\frac{40\ \text{g}}{1} = 40\ \text{g}$$

أما في التفاعل التالي:

$$3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$$

فيكون المكافئ الغرامي لهيدروكسيد الكالسيوم مساوياً نصف الوزن الجزيئي لهذا الأساس، وهكذا بالنسبة لهيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3$، فإن المكافئ الغرامي يساوي ثلث وزنه الجزيئي.

2. المكافئ الغرامي للأملاح:

هو الوزن الجزيئي للملح مقدراً بالغرام مقسوماً على تكافؤ إحدى الشاردتين مضروباً بأمثالها.

على سبيل المثال:

ملح كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ يحوي شاردة كالسيوم ذات تكافؤ ثنائي، فيكون الوزن المكافئ لهذا الملح مساوياً نصف وزنه الجزيئي، وهكذا فإن المكافئ الغرامي لملح كبريتات الحديد $Fe_2(SO4)_3$، يساوي M/6، بينما المكافئ الغرامي لكبريتات الحديدي $FeSO_4$ يساوي M/2.

(هذا يكون صحيح في التفاعلات العادية، أما في تفاعلات الأكسدة والإرجاع يكون الأمر مختلف كما سنرى لاحقاً)

3. المكافئ الغرامي للأكاسيد:

هو الوزن الجزيئي للأكسيد مقدراً بالغرام مقسوماً على تكافؤ المعدن الداخل في تركيب الأكسيد مضروباً بأمثاله.

على سبيل المثال:

إن المكافئ الغرامي لأكسيد الباريوم BaO يساوي نصف وزنه الجزيئي أي M/2 (حيث تكافؤ معدن الباريوم هو 2+)، والمكافئ الغرامي لأكسيد الألمنيوم Al_2O_3 يساوي سدس وزنه الجزيئي M/6 لأن هناك ذرتين من الألمنيوم، وتكافؤ الألمنيوم يساوي 3.

4. المكافئ الغرامي في تفاعلات الأكسدة والإرجاع:

يحدد المكافئ الغرامي في هذه الحالة بمعرفة عدد الإلكترونات المتبادلة في التفاعل الكيميائي، والمكافئ الغرامي لأي مادة تدخل في تفاعل أكسدة وارجاع يساوي الوزن الجزيئي لهذه المادة مقدراً بالغرام مقسوماً على عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة من قبل المادة في التفاعل المعتبر.

على سبيل المثال:

عند ارجاع شاردة البرمنغنات في وسط حمضي نجد:

$$MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

إن شادرة البرمنغنات تكتسب 5 الكترونات وتتحول لشاردة Mn^{2+}، وبالتالي فالمكافئ الغرامي للبرمنغنات يساوي خُمس وزنه الجزيئي أي M/5، فإذا كانت المادة هي برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$، يكون المكافئ الغرامي مساوياً :

$$\frac{158\ \text{g}}{5} = 31.6\ \text{g}$$

مثال آخر:

تتأكسد شاردة اليوديد لمحلول يوديد البوتاسيوم وفق التفاعل التالي:

$$2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$$

نلاحظ أن شاردة اليود تخسر الكتروناً، وبما أنه يتشكل لدينا جزيء اليود I_2، فيكون عدد الإلكترونات المفقودة مساوياً الكترونين، وبالتالي فالمكافئ الغرامي ليوديد البوتاسيوم يساوي ضعف الوزن الجزيئي مقسوماً على 2، أي:

$$\frac{2 \times 166\ \text{g}}{2} = 166\ \text{g}$$

والمطابق للوزن الجزيئي ليوديد البوتاسيوم.

تحضير المحاليل وتمديدها

وجدنا أن:

"كمية المادة المنحلة تحدد بالتركيز الذي يعبر عن كمية مادة ما (المادة المنحلة) ضمن المحلول"

كثيراً ما يطلب منها تحديد كمية المادة المنحلة ضمن المحلول، ووجدنا في الفقرات السابقة كيف أمكننا التعبير عن التراكيز بطرائق مختلفة وكيف انتقلنا بين التراكيز.

من الجيد أن نعلم أنه عند الانتقال من التركيز المئوي الوزني إلى التركيز الجزيئي أو النظامية علينا أخذ الكثافة بعين الاعتبار، حيث:

"كثافة أي مادة هي نسبة كتلتها لحجمها"

وكثيراً ما نحتاج لعملية تمديد المحاليل في العمل المخبري، سنورد بعض الأمثلة حول تحضير المحاليل من خلال الأمثلة المحلولة التالية التي تركز على ما ذكرناه سابقاً، ادرسها جيداً لأنها أساس عملك المخبري في أي وقت.

مثال محلول (1)

هذا المثال يدعم مفهوم التركيز المئوي الوزني

زمن الحل: **2** دقيقة كحد أقصى الزمن الإمتحاني: **3** دقائق كحد أقصى

احسب التركيز المئوي الوزن لمحلول يتألف من 10 g سكر في 40 g ماء.

الحل:

الوزن الكلي للمحلول: 40g + 10 g = 50 g

التركيز المئوي الوزني للسكر:

$$\frac{10 \times 100}{50} = 20\% \, w$$

مثال محلول (2)

هذا المثال يدعم مفهوم التركيز المئوي الوزني

زمن الحل: **2** دقيقة كحد أقصى الزمن الإمتحاني: **3** دقائق كحد أقصى

احسب التركيز المئوي الوزني لكلوريد الصوديوم NaCl في محلول، إذا علمت أن 5 g من كلوريد الصوديوم منحلة في 250 g من الماء.

الحل:

الوزن الكلي للمحلول: 250 g + 5 g = 255 g

التركيز المئوي الوزن لكلوريد الصوديوم:

$$\frac{5 \times 100}{255} = 1.96\% \, w$$

مثال محلول (3)

هذا المثال يدعم مفهوم التركيز الجزيئي الغرامي الوزني (المولالية m)

زمن الحل: **5** دقائق كحد أقصى الزمن الإمتحاني: **8** دقائق كحد أقصى

ما هو التركيز الجزيئي الغرامي الوزني لمحلول حمض الكبريت تركيزه (5% W)؟

الحل:

كل 100 g من المحلول تحوي 5 g من حمض الكبريت و 95 g من الماء، فيكون وزن حمض الكبريت الموجود في 1000 g من الماء هو:

$$\frac{5 \times 1000}{95} = 52.6 \text{ g}$$

لحساب عدد جزيئات حمض الكبريت (عدد المولات) الموجودة في 1000 g ماء، نقسم وزن الحمض على وزنه الجزيئي (98 g/mol) فنجد:

$$\frac{52.6}{98} = 0.53 \text{ mol}$$

إذاً كل 1000 g من المحلول تحوي 0.53 mol من حمض الكبريت وبالتالي يكون التركيز الجزيئي المولي الوزني (المولالية) لحمض الكبريت هو (0.53 m).

هل تعلم كيف حسبنا الوزن الجزيئي لحمض الكبريت والمساوي (98 g/mol)؟

استذكر ما درسته وحاول الإجابة عليه.

مثال محلول (4)

هذا المثال يدعم مفهوم التركيز الجزيئي الغرامي الحجمي (المولارية M)

زمن الحل: 3 دقائق كحد أقصى الزمن الإمتحاني: 5 دقائق كحد أقصى

ما كتلة هيدروكسيد الصوديوم NaOH اللازمة لتحضير محلول حجمه 500 ml بتركيز 0.35 mol/L؟

الحل:

إن الوزن الجزيئي لهيدروكسيد الصوديوم هو 40 g، وبنفس الطريقة السابقة نجد:

$$40 \times 0.35 \frac{500}{1000} = 7\ g$$

إذا يؤخذ 7 g من هيدروكسيد الصوديوم ويتم حلها في الماء المقطر، ثم يتمم الحجم لـ 500 ml بالماء المقطر فنحصل على محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.35 M).

مثال محلول (5)

هذا المثال يدعم مفهوم التركيز الجزيئي الغرامي الحجمي (المولارية M)

زمن الحل: 3 دقائق كحد أقصى الزمن الإمتحاني: 5 دقائق كحد أقصى

ما كتلة حمض كلور الماء HCl الموجودة في محلول حجمه 350 ml ذي التركيز 0.25 M؟

الحل:

إن كتلة جزيء من حمض كلور الماء (أي كتلة مول واحد) هي 36.5 g، فتكون الكتلة اللازمة في الليتر للحصول على محلول تركيزه 0.25 M هي:

$$36.5 \times 0.25 = 9.125\ g$$

أما من أجل حجم مقداره 350 ml يكون:

$$36.5 \times 0.25 \frac{350}{1000} = 3.19\ g$$

يمكن الحل بطريقة ثانية:

كتلة HCl في ليتر واحد من المحلول هي:

$$36.5 \times 0.25 = 9.125\ g$$

كل 1000 ml من المحلول تحوي 9.125 g

كل 350 ml من المحلول تحوي X g

$$X = \frac{9.125 \times 350}{1000} = 3.19\ g$$

مثال محلول (6)

هذا المثال يدعم مفهوم تحضير المحاليل معلومة الكثافة

زمن الحل: 5 دقائق كحد أقصى الزمن الإمتحاني: 8 دقائق كحد أقصى

ما هو حجم محلول حمض الكبريت الذي تركيزه المئوي الوزني (10 %)، وكثافته $1.07\ g.cm^{-3}$ اللازم لتحضير (200 ml) من محلول حمض الكبريت ذي التركيز (0.1 N).

الحل:

وزن ليتر واحد من محلول حمض الكبريت هو:

$$m = d.V = 1.07 \times 1000 = 1070\ gr.$$

كل 100 g من المحلول تحوي 10 g حمض كبريت

كل 1070 g من المحلول تحوي X g حمض كبريت.

$$X = \frac{1070\ g\ \times 10\ g}{100\ g} = 107\ g$$

إذا كل ليتر واحد من حمض الكبريت المعطى يحوي 107 g من الحمض النقي.
لتحضير 1 L من محلول حمض الكبريت بتركيز 1N يلزم 49 g (المكافئ الغرامي للحمض).
لتحضير 1 L من محلول حمض الكبريت بتركيز 0.1N يلزم 4.9 g
لتحضير 200 ml من محلول حمض الكبريت بتركيز 0.1N يلزم X g

$$X = \frac{4.9\ g\ \times 200\ ml}{1000\ ml} = 0.98\ g$$

نوجد حجم محلول حمض الكبريت الذي يحوي الكمية 0.98 g من حمض الكبريت النقي:
كل 1000 ml من محلول حمض الكبريت المعطى يحوي 107 g حمض كبريت نقي
كل V ml من محلول حمض الكبريت المعطى يحوي 0.98 g حمض كبريت نقي

$$V = \frac{0.98\ g\ \times 1000\ ml}{107\ g} = 9.07\ ml$$

إذاً نأخذ 9.07 ml من حمض الكبريت الذي تركيزه المئوي الوزني 10%، وكثافته 1.07 g/cm^3، ونمدده بالماء المقطر حتى الحجم 200 ml، فنحصل على محلول تركيزه (0.1N).

مثال محلول (7)

هذا المثال يدعم مفهوم تحضير المحاليل وفق النظامية بناءاً على معرفة الكثافة

زمن الحل: **5** دقائق كحد أقصى الزمن الإمتحاني: **8** دقائق كحد أقصى

احسب نظامية محلول حمض الكبريت الذي تركيزه المئوي الوزني (% 38)، وكثافتهُ 1.29 g.cm^{-3},

الحل:

نحسب وزن الليتر الواحد من هذا المحلول:

m = d.V = 1.29 x 1000 = 1290 gr

ومن شروط المسألة نجد:
كل 38 g من حمض الكبريت موجودة في 100 g من المحلول.
كل X g من حمض الكبريت موجودة في 1290 g من المحلول.

$$X = \frac{1290\ g\ \times 38\ g}{100\ g} = 490.2\ g$$

وهو وزن حمض الكبريت الموجود في ليتر واحد من المحلول، ونعلم أن وزن المكافئ الغرامي من حمض الكبريت يساوي 49 g، وبالتالي فإن عدد المكافئات الغرامية هو:

$$N = \frac{490\ g}{49} = 10.04\ eq.g/l$$

مثال محلول (8)

هذا المثال يدعم مفهوم تحضير المحاليل وفق النظامية بناءاً على معرفة الكثافة

زمن الحل: **5** دقائق كحد أقصى الزمن الإمتحاني: **8** دقائق كحد أقصى

ما هو حجم محلول حمض الكبريت المركز ذي الكثافة (1.84 g/cm^3) والتركيز % 96 وزناً اللازم لتحضير 5 Liters من محلول حمض الكبريت ذي التركيز (0.1 N).

الحل:

لنحسب وزن حمض الكبريت اللازم لتحضير الحجم المطلوب من محلول حمض الكبريت 0.1N
بما أن المكافئ الغرامي لحمض الكبريت يساوي g 49، وأن ليتراً واحداً من محلوله 0.1N يحوي 0.1 مكافئ غرامي، فإن الكمية الكلية من حمض الكبريت اللازمة تساوي:

$$X = 0.1 \times 49 \times 5 = 24.5\ g$$

لنحسب كمية حمض الكبريت الموجودة في محلول حمض الكبريت ذي التركيز 96% وزناً والموافقة لنفس كمية حمض الكبريت الصرف.
كل 100 غرام حمض كبريت تركيزه 96% يحوي على g 96 حمض كبريت
كل Y غرام حمض كبريت تركيزه 96% يحوي على g 24.5 حمض كبريت

$$Y = \frac{24.5 \times 100}{96} = 25.52\ g$$

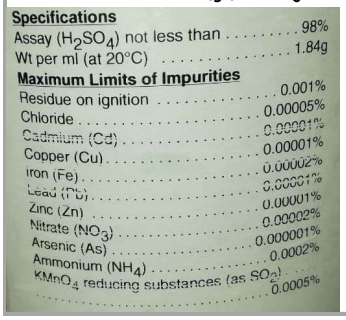
لنحسب الآن حجم حمض الكبريت ذي التركيز 96% وزناً الموافق للوزن المحسوب فنجد:

$$V = \frac{25.52}{1.84} = 13.9\ cm^3$$

وبالتالي لتحضير 5 ليتر محلول (0.1 N) من حمض الكبريت، يلزم تمديد 13.9 ml من حمض الكبريت المركز ذي الكثافة 1.84 g/cm^3 بالماء المقطر حتى الحجم 5 Litters.

هـــــــــام:

عزيزي الطالب، هذه اللصاقة هي اللصاقة الموضوعة على عبوة حمض الكبريت التي ستستخدمها في المخبر لتحضير محلول حمض الكبريت المراد تحضيره، ادرسها جيداً وأخرج منها البيانات المهمة لتجربتك.


Specifications
Assay (H_2SO_4) not less than 98%
Wt per ml (at 20°C) 1.84g
Maximum Limits of Impurities
Residue on ignition 0.001%
Chloride 0.00005%
Cadmium (Cd) 0.00001%
Copper (Cu) 0.00001%
Iron (Fe) 0.00002%
Lead (Pb) 0.00001%
Zinc (Zn) 0.00001%
Nitrate (NO_3) 0.00002%
Arsenic (As) 0.000001%
Ammonium (NH_4) 0.0002%
$KMnO_4$ reducing substances (as SO_2) 0.0005%

- نسبة نقاوة حمض الكبريت: (%.....)
- نسبة الشوائب في حمض الكبريت: (%.....)
- كثافة حمض الكبريت: (g/L.....)

التجربة
Experiment

المواد الكيميائية المطلوبة

1. برمنغنات البوتاسيوم النقية.
2. حمض الكبريت النقي.
3. ماء مقطر.

الأدوات المخبرية المطلوبة

1. بيشر سعة 100 ml عدد (1).
2. بيشر سعة (600 ml) عدد (1).
3. دورق حجمي (100 ml) عدد 2.
4. دورق حجمي (50 ml) عدد 2.
5. دورق حجمي (500 ml) عدد 1.

ملاحظـــــــــــة Notice

1. تأكد من كتابة لصاقات التعريف على الأدوات الخاصة بك لتعرف ماذا تحتوي.
2. خلال التجربة، استمع جيداً لتعليمات العمل من المشرفة المخبرية، أي معلومة هي في صالحك.

تنبيـــــــــــه:

تقيد بالسلوك المخبري، أي تصرف طائش منك قد يكلفك ويكلف زملائك ما لا تحمد عقباه، سلامتك وسلامة من حولك أهم من لحظة قد تندم عليها وتحصد ما لا تتمناه.

الآن لننتقل للعمل المخبري

إجراء التجربة

Experimental Procedure

يتم تقسيم الطلاب ضمن المختبر لمجموعات، كل مجموعة مكونة من (8) طلاب، تقوم كل مجموعة بإجراء ما يلي:

1. التحضير (1)

قم بتحضير (50 ml) محلول حمض الكبريت ذي التركيز (3 N) بدءاً من محلول حمض الكبريت المركز ذي:

- الكثافة (g/cm^3 .....)
- التركيز % ..... وزناً.

طريقة العمل:

المكافئ الغرامي لحمض الكبريت: ( ).

- احسب كمية حمض الكبريت المركز مقدرة بالـ (ml) اللازمة لتحضير (50 ml) محلول حمض الكبريت (3 N).

الحساب:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الحجم اللازم لتحضير المحلول: (ml)

- خذ الحجم اللازم الذي حسبتهُ في الخطوة السابقة وضعهُ في دورق عياري سعة (50 ml) يحتوي كمية من الماء المقطر تعادل (20 ml) تقريباً، هل تعلم السبب؟
- مدد بالماء المقطر حتى الإشارة، ثم خض الدورق قليلاً.

ما هي ملاحظتك عن حرارة الدورق الحجمي بعد التمديد؟

ما السبب؟

2. التحضير (2)

"تحضير محلول برمنغنات البوتاسيوم"

قم بتحضير (100 ml) محلول برمنغنات البوتاسيوم ذي التركيز (0.005 N).

ما هو تركيز المحلول المحضر معبراً عنه بالنظامية؟

اكتب الطريقة وما هو القانون المستخدم؟

.....

.....

.....

.....

.....

ما هي ملاحظتك عن حرارة الدورق الحجمي ؟

هل استخدمت تقنية محددة تساعدك على تحضير محلول برمنغنات البوتاسيوم؟

"المحاليل التي قمت بتحضيرها ستستخدمها في الجلسة العملية التالية"

-- نهاية التجربة --

متطلبات ما بعد التجربة
After **E**xperiment **R**equirements

1. اعرض نتائجك على المشرف المخبري لتأكيد صحتها.
2. انقل بيانات التجربة إلى التقرير المخبري الملحق.
3. نظف جميع الأدوات التي استخدمتها وتخلص من المواد الناتجة وفق الطريقة التي تخبرك بها المحضرة المخبرية بما يتوافق مع قواعد السلامة المخبرية.
4. تأكد من **نظافة طاولة العمل** التي عملت عليها قبل مغادرة المخبر.

أعدت هذه المحاضرة وفق قواعد الجودة العالمية لمناهج التدريس، كما تم الاستعانة في إعداد هذه الجلسة بالمراجع الدولية في التجارب المخبرية.

د. سعود عبد الحليم كـــده