كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الاولى**

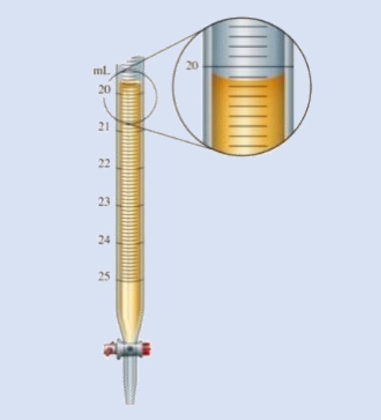
المادة : كيمياء عامة ١

المحاضرة: الثالثة/نظري/د.ميرنا صالح

{{ A to Z مكتبة }}

Facebook Group : A to Zمكتبة

المحاضرة الثالثة	**الكيمياء العامة I**	
قســـــم الفيزياء السنة الأولى - الفصل الأول **2**	الفصل الأول مفاهيم تمهيدية **Introductory Concepts**	د. ميرنا صالح



الدقة والدقة المؤكدة هي دليل على عدم اليقين

الهدف التعليمي من المحاضرة الثالثة

Educational Goal

في نهاية هذا المحاضرة ستكون قادر على فهم:

- ✓ **فهم مصطلحات الدقة والدقة الفائقة.**
- ✓ **استيعاب أنواع الأخطاء في القياس وكيفية معالجتها.**
- ✓ **التعرف على واحدة قياس كمية المادة.**
- ✓ **اكتساب المهارة من خلال بعض الأمثلة المحلولة.**

إن الرقم المحدد بالقياس يتم الحصول عليه من خلال أجهزة قياس محددة، فهل هذا الرقم صحيح يقيناً؟؟

ما هو مفهوم الدقة والدقة الفائقة؟

ماذا تعني الأرقام المعنوية (الأرقام الدالة)؟

إذا درسنا مفهوم الدقة فعلينا معرفة الأخطاء، وهذا موضوع محاضرتنا اليوم.

6-I - عدم اليقين في القياس، الدقة، والدقة المضبوطة

Measurement Uncertainty, Accuracy, and Precision

العد Counting هو النوع الوحيد من القياس الخالي من عدم اليقين Uncertainty، بشرط أن يكون عدد العناصر لا يتغير أثناء العد، نتيجة قياس العد هذا هو مثال على رقم دقيق Exact Number، على سبيل المثال:
إذا عددنا البيض Eggs في كرتون Carton، فإننا نعرف بالضبط عدد البيض الذي يحتويه الكرتون.
أيضاً الأرقام التي تدل على كميات محددة دقيقة أيضاً.

على سبيل المثال:
بحكم التعريف:

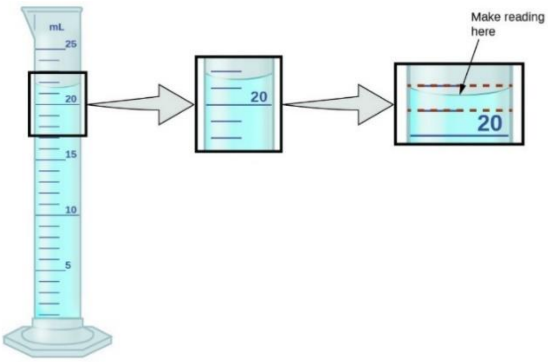
- 1 قدم (**1** Foot) هو بالضبط Exactly 12 بوصة (**12** Inches).
- 1 بوصة (**1** Inches) هي بالضبط 2.54 سم (**2.54** cm).
- 1 غرام (**1** gram) هي بالضبط 0.001 كغ (**0.001** kg).

الكميات المشتقة من القياسات غير العد، هي كميات غير مؤكدة Uncertain بدرجات متفاوتة بسبب القيود العملية لعملية القياس المستخدمة، لذلك هناك العديد من المفاهيم التي يجب تطبيقها للحصول على أدق نتيجة.

6-I -1- الأرقام الدالة (المعنوية) في القياسات Significant Figures in Measurements

إن أعداد الكميات المقاسة Measured Quantities، على عكس الكميات المحددة أو المحسوبة مباشرة، ليست دقيقة.

على سبيل المثال:
لقياس حجم السائل في أسطوانة متدرجة (مقياس مدرج) Graduated Cylinder، يجب إجراء قراءة أسفل هلال السائل Meniscus.



الشكل (6-I):
لقياس حجم السائل في هذه الأسطوانة المدرجة، يجب أن تقسم المسافة عقلياً بين علامات **21** ml و**22** ml إلى أعشار المليلتر Tenths of millimeter، ثم نقوم بإجراء قراءة (تقدير) في جزء السفلي من هلال السائل meniscus.

أي أدنى نقطة على السطح المنحني للسائل وذلك كما هو موضح في الشكل **(6-I)**.

من خلال الشكل **(6-I)** نلاحظ:

إن الجزء السفلي من هلال السائل يقع بوضوح بين العلامات Markings (**21**) و (**22**)، وهذا يعني أن حجم السائل بالتأكيد Certainly أكبر من **21** ml ولكن أقل من **22** ml.

يبدو أن هلال السائل يكون أقرب قليلاً إلى العلامة **22** ml من علامة **21** ml، وبالتالي فإن التقدير المعقول لحجم السائل يكون **(21.6 ml)**.

عزيزي الطالب:

لاحظ معي ما يلي:

في الرقم (**21.6**)، الرقمان **1** و**2** مؤكدان Certain، لكن الرقم **6** هو تقديري Estimate.

قد يقدر الشخص موضع هلال السائل Meniscus Position ليكون بعيداً بشكل متساوٍ عن كل علامة من العلامات وتقدير موقع الرقم العشري Tenth-place digit بـ (**5**)، بينما يعتقد شخص آخر أنه أقرب إلى علامة **22 ml** ويقدر هذا الرقم ليكون (**6**).

نتيجـــــــة:

لا معنى لمحاولة تقدير رقم لخانة المئات Hundredths Place، لأن خانة الرقم العشري أصلاً غير مؤكدة Uncertain.

أي أن عدم اليقين يزداد ازدادت الخانة العشرية.

بشكل عام نجد:

تسمح المقاييس العددية Numerical Scales مثل تلك الموجودة في الأسطوانة المدرجة أعلاه بالقياسات حتى عُشر أصغر تقسيم للمقياس، وبما أن المقياس المدرج الموضح في الشكل يحتوي على أقسام بحجم (**1** ml)، وبالتالي يمكن قياس الأحجام إلى أقرب (**0.1** ml)، وينطبق هذا المفهوم على جميع القياسات.

على سبيل المثال:

إذا قمت بوضع قطعة معدنية صغيرة على ميزان الكتروني Electronic Balance، يمكنك الحصول على قراءة تبلغ (**6.72** gr)، الرقمان **6** و**7** مؤكدان، لكن الرقم **2** يشير إلى أن كتلة القطعة المعدنية من المحتمل أن تكون بين (**6.71** gr)، و(**6.73** gr)، فيمكننا القول:

إن القطعة المعدنية تزن **6.72** gr مع عدم اليقين في القياس يبلغ (**±0.01** gr).

الآن إذا قمنا بوزن القطعة المعدنية بميزان أكثر حساسية، نجد مثلاً أن كتلتها (**6.723** gr)، هذا يعني أن كتلتها تقع بين (**6.722** gr) و(**6.724** gr)، وبالتالي تكون درجة عدم اليقين هي (**±0.001** gr).

كل قياس له بعض عدم اليقين، والذي يعتمد على الجهاز المستخدم (وقدرة المستخدم).

هـــــــــــام:

تسمى جميع الأرقام في القياس بما في ذلك الرقم الأخير غير المؤكد Uncertain last digit، بـ الأرقام الدالة (المعنوية) Significant Numbers أو الأرقام المهمة.

لاحظ أن الصفر قد يكون قيمة مُقاسة.

على سبيل المثال:

إذا كنت تقف على ميزان يظهر الوزن لأقرب باوند ويظهر "**120**" فإن:

- **1** (مئات).
- **2** (عشرات).
- **0** (آحاد).

كلها قيم دالة (مقاسة).

ملاحظة:

كلما قمت بإجراء القياس بشكل صحيح Properly، فإن جميع الأرقام Digits في النتيجة تكون دالة Significant.

ماذا لو كنت تحلل قيم حصلت عليها نتيجة عملية حسابية ومحاولة تحديد ما هو قيم دالة وما هو ليس كذلك؟

الجواب هو:

هـــــــــام:

كل الأرقام غير الصفرية Nonzero Digits هي أرقام دالة، والأصفار فقط هي التي تتطلب بعض التفكير.

إذا ما تعريف الأرقام الدالة؟

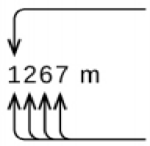
تعريـف:

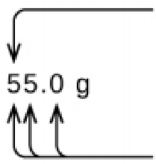
الأرقام الدالة Significant Figures:

تدعى أيضاً بالأرقام المعنوية، هي تلك الأرقام الموجودة في الرقم الكبير الذي نحصل عليه نتيجة العملية الرياضية أو القياس، والتي تعتبر أرقام هامة تعطي لهذا القياس معنى نفهمه.

لحساب عدد الأرقام الدالة:

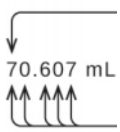
نبدأ من أول رقم غير صفري على اليسار، نحسب هذا الرقم وكل الأرقام المتبقية إلى اليمين، فيكون هذا هو عدد الأرقام الدالة في القياس.





لاحظ في المخطط أعلاه أن عدد الأرقام الدالة ضمن (**55.0 g**) هو (**3**) أرقام دالة، وضمن (**1267 m**) هو (**4**) أرقام دالة، حيث يشير السهم العلوي إلى أول رقم غير صفري من اليسار.

لاحظ في المخطط جانباً أن عدد الأرقام الدالة ضمن (**70.607 ml**) هو (**5**) أرقام دالة، وضمن (**0.00832407 ml**) هو (**6**) أرقام دالة، حيث يشير السهم العلوي إلى أول رقم غير صفري من اليسار.



تذكر هذا

من المحاضرة السابقة

الوحدات المشتقة من الجملة الدولية

✓ الحجم: هو قياس كمية الفراغ المشغولة بجسم ما، وهو من الخصائص الفيزيائية الهامة، ويعبر عنه في الجملة الدولية من خلال اشتقاقه من واحدة الأطوال ويقاس بـ (m^3).

✓ الكثافة: تعرف كثافة مادة بأنها نسبة كتلة عينة من المادة إلى حجمها.
إن الواحدة الأساسية للكثافة Density في الجملة الدولية SI هي:
Kg/m^3

من محاضرات سابقة

الذرة Atom

هي أصغر جسيم Smallest particle من العنصر له خصائص هذا العنصر ويمكن أن يدخل في تركيب مادة كيميائية.

الجزيء Molecule

هو عبارة عن تجمع من ذرتين أو أكثر مرتبطة بقوى قوية تسمى الروابط الكيميائية Chemical bonds، تتحرك الذرات في الجزيء كوحدة مرتبطة واحدة.

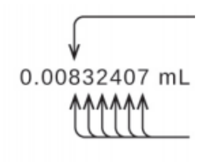
الخلائط

Mixtures

يتكون الخليط Mixture من نوعين أو أكثر من المواد التي يمكن أن توجد بكميات متفاوتة، ويمكن فصلها عن طريق العمليات الفيزيائية Physical Changes: وهنا يمكننا التمييز بين نوعين من الخلائط:

- خلائط متجانسة
- خلائط غير متجانسة

مستقبلك وحدك من يرسمه، فأتقن رسمه



كيف نحدد عدد الأرقام الدالة ضمن الرقم الناتج؟

لتحديد الرقم الصحيح للأرقام الدالة في الرقم الكلي المعطى هناك قواعد متبعة نبينها فيما يلي:

القواعد المتعلقة بطبيعة العدد

Significant Figures Rules

يمكن ايجاز هذه القواعد وفق ما يلي:

1. **الأعداد الصحيحة غير الصفرية:**

دائماً تعد كأرقام دالة، مثل العدد (**37907**) يحوي **5** أرقام دالة، وكذلك العدد (**9998785**) يحوي **7** أرقام دالة.

2. **الأصفار:**

هناك ثلاث أصناف للأصفار:

- الأصفار البادئة Leading zero:

هي الأصفار التي تسبق الأرقام غير الصفرية، وهي لا تعتبر أرقام دالة، فمثلاً عند الرقم **0.0025** الأصفار الثلاثة تشير إلى موقع الوظيفة العشرية، هذا الرقم يمتلك فقط رقمين دالين هما **25**.

- الأصفار الأسيرة Captive Zero:

هي الأصفار التي تقع بين عددين غير صفريين، وهي تعد دوماً أرقام دالة، فمثلاً **1.008** يحتوي **4** أرقام دالة.

- الأصفار اللاحقة Trailing zero:

هي الأصفار التي تقع نهاية يمين الرقم، وهي تعتبر دالة فقط في حالة الأرقام التي تحتوي مرتبة عشرية، على سبيل المثال:

العدد **100** يمتلك فقط رقماً دالاً واحداً بسبب وجود صفرين زائدين في يمينه، فيما لو كتبناه بالشكل **1.00 $\times 10^2$** عندها يمتلك ثلاثة أرقام دالة.

3. **الرقم المحدد:**

أحياناً تتضمن الحسابات أرقام لا يتم الحصول عليها بواسطة أجهزة القياس، ولكن تحدد بالعد، مثل **10** تمارين، أو **3** صفحات، أو **8** جزيئات، مثل هذه الأرقام تدعى الأرقام المحددة، ويمكنها أن تحتوي عدد غير نهائي من الأرقام الدالة، مثال آخر على الرقم المحدد هو الرقم **2** في العلاقة **$2\pi r$** (محيط الدائرة)، والرقمين **4** و**3** في العلاقة:

$\frac{4}{3}\pi r^3$ (حجم الكرة).

الرقم المحدد يمكن أيضاً أن ينشأ من التعاريف، فمثلاً كل **1** إنش واحد يعادل **2.54**سم، كلا الرقمين **1** و**2.54** لا يحددان الأرقام الدالة عند استخدامهم في الحساب كونهم ناتجين عن تعريف.

ملاحظة:

لاحظ أن الرقم 1.00×10^2 كتب بالتدوين الأسي، وهذا التدوين يمتلك ميزتين على الأقل.

ميزات التدوين الأسي:

1. يمكن تحديد الأرقام الدالة بشكل أسهل.
2. لا نحتاج سوى لبعض الأصفار لكتابة الأرقام الكبيرة جداً أو الصغيرة جداً، فمثلاً الرقم **0.000060** يكتب 6.0×10^{-5} (يمتلك هذا الرقم رقمين دالين).

قواعد الأرقام الدالة في العمليات الرياضية — Significant Figures Rules

1. في عمليات الضرب Multiply أو القسمة Divide:

عدد الأرقام الدالة في نتيجة العملية هو نفس العدد لأقل عدد أرقام دالة مستخدم في الحساب، كما هو موضح في المثال التالي:

$$4.56 \times 1.4 = 6.38 \rightarrow \mathbf{6.4}$$

حيث نلاحظ أن عدد الأرقام الدالة للرقم **1.4** هو (**2**)، لذلك يصحح الناتج ليتوافق مع هذا فيصبح الناتج **6.4** يملك رقمين دالين.

2. في عمليات الجمع Addition والطرح Subtraction:

الناتج يملك مرتبة عشرية توافق أقل مرتبة عشرية مستخدمة في عملية القياس.

$$12.11 + 18.0 + 1.013 = 31.123 \rightarrow \mathbf{31.1}$$

حيث **31.1** هي القيمة الصحيحة لأن **18.0** تمتلك مرتبة عشرية واحدة.

من خلال ما سبق، هلا لاحظت شيء؟؟

لقد أجرينا عملية تقريب للناتج حتى نحصل على العدد الصحيح من الأرقام الدالة.

معظم العمليات الحسابية تحتاج إلى إجراء عملية تقريب للناتج لتحصل على العدد الصحيح للأرقام الدالة، ولكن هل تعتقد أن عملية التقريب ليس لها قواعد؟

الجواب هو طبعاً تحكم عملية التقريب قواعد، واليكم بعض **قواعد التقريب:**

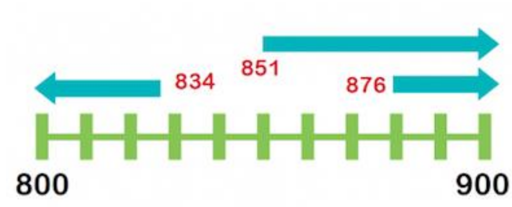
قواعد التقريب Rounding Rules

1. في سلسلة حسابية حافظ على العدد الأكبر من الأعداد خلال العملية ثم قم بإجراء التقريب في الناتج النهائي.
2. إذا كان عليك حذف رقم اتبع ما يلي:
   - إذا كان الرقم أقل من خمسة عندها يبقى الرقم السابق على حاله، فالرقم **1.33** يقرب إلى القيمة **1.3**
   - إذا كان أكبر أو مساوٍ خمسة عندها يزداد الرقم الذي يسبقه بالمقدار (**1**)، فالرقم **1.36** يقرب للقيمة **1.4**
   - عند تقريب الرقم **4.348** إلى رقمين دالين، ننظر فقط إلى الرقم على يمين العدد **3**، فيصبح الرقم بعد التقريب (**4.3**)، لا يمكن إجراء تقريب **4** إلى **5**، ثم تقريب **5** إلى **4**، فالنتيجة المقربة (**4.4**) غير صحيحة.

تذكر هذا

الأرقام الدالة أو ما يدعى بالأرقام المعنوية، هي تلك الأرقام الموجودة في الرقم الكبير الذي نحصل عليه نتيجة العملية الرياضية أو القياس، والتي تعتبر أرقام هامة تعطي لهذا القياس معنى نفهمه.

قواعد التقريب
Rounding Rules



هل وضحت الفكرة؟

6-I -2- الدقة والدقة المؤكدة Accuracy and Precision

يقوم العلماء بإجراء قياسات متكررة Repeated Measurements للكمية لضمان جودة Quality نتائجهم ومعرفة كل من الدقة Accuracy والدقة المؤكدة Precision لنتائجهم.

- الدقة Accuracy

يعتبر القياس دقيقاً Accurate إذا أسفر Yields عن نتيجة قريبة جداً من القيمة الحقيقية True Value أو المقبولة Accepted.

- الدقة المؤكدة (فائقة الدقة) Precision

يقال إن القياسات فائقة الدقة Precise إذا كانت النتائج متشابهة جداً عند تكرارها بنفس الطريقة Same Manner.

نخلص من خلال التعريفين لما يلي:

هــــــــــام: تتفق القيم فائقة الدقة مع بعضها البعض، بينما تتفق القيم الدقيقة مع القيمة الحقيقة.

وبما أن القيم المقاسة تتمتع نسبة من الدقة، إذا حكماً هي تتمتع بنسبة من الخطأ، فهل الخطأ في القياسات واحد؟

هناك نوعين من الأخطاء دعنا نناقشها:

6-I -3- الأخطاء Errors

هناك نوعان من الأخطاء يمكن مناقشتهما:

- الخطأ العشوائي Random Error

أو الخطأ الغير محدد، ويعني أن القياس يمتلك احتمالية متساوية لأن يكون مرتفع أو منخفض، وهذا الخطأ نلاحظه في تحديد قيمة أخر رقم للقياس.

- الخطأ المنهجي Systematic Error

أو الخطأ المحدد، وهذا النوع من الخطأ يحصل دائماً في نفس الاتجاه في كل مرة، إما بالاتجاه المرتفع أو المنخفض.

لنوضح ذلك من خلال المثال التالي:

ستتعرف عليها في الصفحة **30**، حيث أن التقريب خلال العملية الحسابية يعطي ناتج مختلف فيما لو أجرينا التقريب على الناتج النهائي فقط، لذلك عند إجراء التقريب يتم ذلك في الناتج النهائي للعملية الحسابية، كما سيتضح معك في المثال المحلول رقم (**6**) في الصفحة (**31**).

من محاضرات سابقة

المواد النقية

Pure Substances

هي كل مادة لها تكوين ثابت Constant Composition، أي جميع العينات من مادة نقية لها نفس التركيب والخصائص.

يمكننا تقسيم المواد النقية الى فئتين:

العناصر **Elements:**

هي مواد نقية لا يمكن كسرها أو تحطيمها إلى مواد أبسط Simpler Substances من خلال التغيرات الكيميائية.

المركبات **Compounds:**

هي مواد نقية التي يمكن تفكيكها من خلال التغيرات الكيميائية، وقد ينتج عن هذا الانهيار Breakdown إما العناصر أو مركبات أخرى أو كليهما.

اسأل أكثر تعلم المزيد

تذكر هذا

الدقة

Accuracy

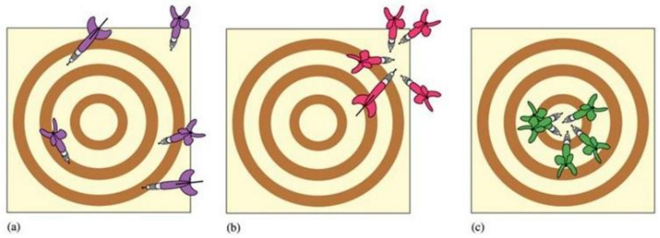
يعتبر القياس دقيقاً Accurate إذا أسفر عن نتيجة قريبة جداً من القيمة الحقيقية True Value أو المقبولة Accepted.

الدقة المؤكدة (فائقة الدقة)

Precision

يقال إن القياسات فائقة الدقة Precise إذا كانت النتائج متشابهة جداً عند تكرارها بنفس الطريقة.

تتفق القيم فائقة الدقة مع بعضها



الشكل أعلاه يعطي توضيح لمعنى الخطأ العشوائي والخطأ المنهجي، حيث نلاحظ:

- في الشكل **a**: يكون الخطأ العشوائي كبير في حين أن الخطأ المنهجي معدوم.
- في الشكل **b**: نلاحظ أن الخطأ المنهجي هو المسيطر باتجاه الزاوية العليا للعبة فيما يكون الخطأ العشوائي صغير جداً.
- في الشكل **c**: نلاحظ وجود نسبة منخفضة في الخطأ العشوائي مع انعدام للخطأ المنهجي.

هـــــــــــام:

في العمل الكمي غالباً ما تستخدم الدقة كدالة للتصحيح.

كيف ذلك؟

يمكننا اعتبار متوسط سلسلة من القياسات الدقيقة هو التصحيح بشرط:

"أن يكون الخطأ العشوائي هو المسيطر ضمن سلسلة القياسات، لأن نسبة احتماليته متساوية بين أن يكون بالقيمة العليا أو الدنيا"

أي أننا نحصل على القيمة الأقرب للقيمة الحقيقية، طبعاً هذه الطريقة صحيحة فقط في حالة انعدام الخطأ المنهجي.

على سبيل المثال:

لنقم بأخذ عينة من النحاس، ثم وزنها خمس مرات على ميزان دقيق فنحصل على النتائج التالية:

البعض، بينما تتفق القيم الدقيقة مع القيمة الحقيقة.

من المحاضرة السابقة

الوحدات الأساسية في الجملة الدولية

- ✓ **الطول:** وحدة الطول القياسية في كل من الجملة الدولية **SI** والأنظمة المترية الأصلية هي (**m**).
- ✓ **الكتلة:** الوحدة القياسية للكتلة في الجملة الدولية هي الكيلوغرام (Kg)، ويتم التحويل بين الوحدات المختلفة نسبة للكيلوغرام.
- ✓ **درجة الحرارة:** هي عبارة عن خاصية مكثفة، وتقاس في الجملة الدولية **SI** بواحدة كلفن (K)، ولا تستخدم كلمة درجة Degree، ولا رمز الدرجة (º)، في الإشارة إلى واحدة الـ كلفن.
- ✓ الوقت: وحدة الوقت الأساسية في الجملة الدولية **SI** هي الثانية (s)، ويمكن التعبير عن الفترات الزمنية الصغيرة Intervals والكبيرة باستخدام البادئات المناسبة.

اسأل أكثر تعلم المزيد

عملية الوزن	النتيجة
1	2.486 g
2	2.487 g
3	2.485 g
4	2.484 g
5	2.488 g

سنعتبر أن الكتلة الحقيقة لقطعة النحاس قريبة من القيمة **2.486 g**، والتي هي متوسط لخمس قيم:

$$\frac{2.486\ g + 2.487\ g + 2.485 + 2.484\ g + 2.488\ g}{5}$$

$$= \mathbf{2.486\ g}$$

إذا كان الميزان المستخدم بالقياس به نوع من العطل يتسبب بإعطاء نتائج مرتفعة جداً بنسق (**1.000** g) باتجاه القيمة الأعلى (خطأ منهجي)، عندها من الخطأ الفادح أن نقول بأن عينة النحاس تزن **2,486** g، إذ سيكون وزنها الحقيقي يقل غرام تقريباً عن هذه القيمة، أي (**1.486** g).

وسنوضح فكرة الخطأ المنهجي من خلال مثال محلول لاحقاً.

عزيزي الطالب:

كما وجدنا في المحاضرة الأولى فإن المادة تتكون من عدد كبير جداً من الذرات، فكيف نقيس هذه الكمية من الذرات؟

I-7- المول The Mole

تذكر هذا

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 أفوكادرو (**6.022×10^{23}**) من الذرات (مول واحد).

من المحاضرة السابقة

تم اقتراح المول The Mole للاستخدام في حساب هذه الأعداد من الذرات.
فما هو المول؟

تعريـــــــف:
المـــول:
هو قيمة تساوي عدد ذرات الكربون الموجودة في 12 g من النظير النقي ^{12}C، والتي وجد من خلال التحليل بطيف الكتلة أنها تساوي 6.023×10^{23} ذرة، هذا العدد دعي باسم الكيميائي آفوكادرو Avogadro's Number تشريفاً لما قدمه في مجال الكيمياء، إذاً:
يتكون مول واحد من شيء ما من 6.022×10^{23} وحدة من المادة.

كيف نستخدم المول في الحسابات الكيميائية؟؟

قبل الإجابة دعنا نتعرف على مفهوم الكتل الذرية

الكتل الذرية Atomic Masses

وضع النظام الحديث للكتل الذرية عامة **1961**، وهو يعتمد على الكربون **12** (^{12}C) كمعيار، في هذا النظام:
يمتلك الكربون كتلة مكونة من **12** amu (حيث **amu** تعني وحدة كتلة ذرية Atomic Mass Unite). وتعطى كتل جميع الذرات الأخرى نسبة لهذا المعيار.
لتتوضح الفكرة دعنا ندرس المثال المحلول التالي:

مثال محلول (7)

عندما تم تحليل كلاً من الكربون ^{12}C و^{13}C في جهاز التحليل الطيفي الذري، وجد أن نسبة كتلة هذين العنصرين هي $^{13}C/^{12}C = 1.0836129$، احسب الكتلة الذرية للنظير ^{13}C.

الحل:

بما أن الكتلة الذرية للكربون ^{12}C تحدد كـ 12 وحدة كتلة ذرية (**12 amu**)، لذلك بالاعتماد على هذا المقياس يكون لدينا:

$$^{13}C/12 = 1.0836129 \rightarrow {}^{13}C = 12 \times 1.0836129 = 13.003355 \text{ amu}$$

إذا الكتلة الذرية للنظير ^{13}C هي: (**13.003355** amu).

لنعد الآن من جديد لمفهوم المول، كما وجدنا فإن:

عدد آفوكادرو يمثل عدد الذرات الموجودة في 12 g من الكربون النظير ^{12}C، هذا يعني أن:

12 g من الكربون ^{12}C يحوي 6.022×10^{23} ذرة، وهذا يعني أيضاً أن:

12.01 g من الكربون الطبيعي (المزيج المكون من ^{12}C، ^{13}C و^{14}C) ذي الكتلة الذرية المتوسطة 12.01 g يحوي 6.022×10^{23} ذرة، حيث نجد أن:

نسبة الكتل للعينات (12 g/ 12.01 g) هي ذاتها نسبة المكونات الفردية (12 amu/ 12.01 amu)، أي العينتان تحتويان ذات العدد من الذرات.

هام:
يمكننا استخدام العلاقة التالية للانتقال بين واحدات درجة الحرارة:

$$\frac{T_F + 40}{T_C + 40} = \frac{9°F}{5°C}$$

هذه العلاقة ستتعرف عليها من خلال المثال المحلول **13** في الصفحة **40**.

يوفر كل قياس ثلاثة أنواع من المعلومات:
- حجم أو مقدار القياس: وهو عبارة عن رقم Number.
- معيار مقارنة القياس: وهو عبارة عن وحدة Unit.
- إشارة إلى عدم التأكد من القياس.

يمكن تمثيل الرقم في القياس بطرق مختلفة منها:
- الشكل العشري.
- الترميز العلمي، والذي عرف أيضاً بالتدوين الأسي.

نريدك اسماً فلا تكن رقماً

على سبيل المثال:

افترض أنه لديك كمية من البرتقال ذات وزن وسطي لكل واحدة يعادل **0.5** kg، وكمية من البوملي ذات الوزن الوسطي **1.0** kg لكل واحدة، حيث نلاحظ أن:

كيس من البوملي يحوي قطعتين يساوي ضعف وزن كيس من البرتقال يحوي قطعتين.

نفس هذه الفكرة يمكن إسقاطها على الذرة، حيث بمقارنة الكربون الطبيعي (ذي الكتلة المتوسطة **12.01**) مع الهيليوم الطبيعي (ذي الكتلة المتوسطة **4.003**) نجد أن عينة تساوي (**12.01 g**) من الكربون الطبيعي تحوي ذات العدد من الذرات الذي تحويه عينة من الهيليوم الطبيعي وزنها (**4.003 g**)، حيث أن كلا العينتين يحويان مول من الذرات يساوي **6.022×10^{23}** ذرة.

إذا من خلال ما سبق يمكننا القول:

تعريـــــــف:

المـــول

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).

من التعريف تتوضح لدينا العلاقة بين وحدة الكتلة الذرية **(amu)** والغرام، حيث:

$$(6.022 \times 10^{23}\, atoms)\left(\frac{12\, amu}{atom}\right) = 12\, g \rightarrow \mathbf{6.022 \times 10^{23}\, amu = 1\, g}$$

العلاقة السابقة في تعريف المول يمكن استخدامها لاشتقاق معامل المصنع للتحويل بين الغرام وواحدة الكتل الذرية، وهذا ما سنعرفه من خلال المثال المحلول التالي:

مثال محلول (8)

الأميرسيوم (**Am**) Americium هو عنصر لا يتواجد في الطبيعة، ولكن يمكن تصنيعه بكميات صغيرة جداً عن طريق جهاز يدعى مسرع الجسيمات Particle Accelerator، احسب كتلة عينة مقدرة بالغرام، علماً أن هذه العينة تحوي (**6**) ذرات، علماً أن الكتلة الذرية له (**243** amu).

الحل:

من نص المسألة فإن ذرة واحدة من هذا العنصر تملك كتلة مقدارها (**243 amu**)، فتكون كتلة ست ذرات مساوية هي:

$$6\, atoms\left(\frac{243\, amu}{atom}\right) = 1.46 \times 10^{3}\ amu$$

باستخدام العلاقة:

$$6.022 \times 10^{23}\, amu = 1\, g$$

نوجد علاقة معامل المصنع لتحويل واحدة الكتل الذرية إلى الغرام، ثم نحسب كتلة (6) ذرات بالغرام:

$$1.46 \times 10^{3}\ amu\left(\frac{1\, g}{6.022 \times 10^{23}\, amu}\right) = 2.42 \times 10^{-21}\ g$$

التحقق من النتيجة: بما أن هذه العينة تحوي (**6**) ذرات فقط، لذلك ستكون كتلتها صغيرة جداً كما يظهر في النتيجة التي حصلنا عليها.

مثال محلول (9)

اطلع على العمليات الحسابية التالية ثم قم بإعطاء كل نتيجة العدد الصحيح من الأرقام الدالة.

1. $(1.05 \times 10^{-3}) \div (6.135)$

.2 21 − 13.8

.3 كجزء من التكليف المخبري لتحديد قيمة ثابت الغازات (**R**)، قام الطالب بقياس كل من الضغط (**P**) ودرجة الحرارة (**T**)، والحجم **(V)** لعينة غاز، حيث:

$$R = \frac{PV}{T}$$

وقد حصل على النتائج التالية: **P=** 2.560 , **T=** 275.15 , **V=** 8.8

احسب قيمة **R** ثم قرب الرقم إلى عدد الأرقام الدالة الصحيحة.

الحل:

1. النتيجة هي $\mathbf{1.71 \times 10^{-4}}$، التي تملك ثلاثة أرقام دالة بما يتوافق مع ($\mathbf{1.05 \times 10^{-3}}$) التي تمتلك ثلاثة أرقام دالة.
2. النتيجة هي **7** بدون مرتبة عشرية، لأن في العملية الحسابية هناك **21** والتي لا تحتوي مرتبة عشرية.

.3

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{(2.560)(8.8)}{275.15}$$

لاحظ أننا هنا لم نستخدم وحدات القياس لأن المثال هو لتوضيح طريقة التقريب.

الإجراء الصحيح لحساب النتيجة النهائية هو كما يلي:

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{(2.560)(8.8)}{275.15} = \frac{22.528}{275.15} = 0.0818753 = 0.082$$

$$R = \mathbf{8.2} \times \mathbf{10^{-2}}$$

الرقم الأخير يجب أن يقرب إلى رقمي دالة لأن الرقم (8.8) المستخدم في العملية والذي يمثل الحجم مكون من رقمي دالة (العملية عملية قسمة وضرب).

لنرى تأثير عملية التقريب خلال العملية الحسابية قبل الوصول للناتج النهائي:

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{(2.560)(8.8)}{275.15} = \frac{22.528}{275.15} = \frac{23}{275.15} = 0.0835908$$

الآن سنقرب الناتج إلى رقمي دالة فنحصل على:

$$R = 0.084 = \mathbf{8.4} \times \mathbf{10^{-2}}$$

نلاحظ أن التقريب خلال العملية الحسابية يعطي ناتج مختلف فيما لو أجرينا التقريب على الناتج النهائي فقط، لذلك عند إجراء التقريب يتم ذلك في الناتج النهائي للعملية الحسابية.

ما رأيك أن تراجع الأمثلة المحلولة السابقة في المحاضرتين الأولى والثانية، وتتأكد هل طبقنا مبدأ الأرقام الدالة في الحسابات أم لا؟

مثال محلول (10)

لاختبار دقة مقياس مدرج، قام أحد الطلاب بملء المقياس بالماء حتى العلامة **25 mL** مستخدماً ماء مناسب من سحاحة مخبرية، ثم قام بأخذ قراءة الحجم المناسب منها، فكانت نتائج خمس محاولات كما يلي:

رقم المحاولة	الحجم الظاهر على المقياس المدرج	الحجم الظاهر من خلال السحاحة
1	25 mL	26.54 mL
2	25 mL	26.51 mL
3	25 mL	26.60 mL
4	25 mL	26.49 mL
5	25 mL	26.57 mL
المتوسط	**25** mL	**26.54** mL

حل التجربة مبيناً فيما إذا كان المقياس المدرج دقيق أم لا.

الحل:

تظهر النتائج دقة جيدة جداً في حالة المقياس المدرج تدل على عمل جيد للطالب، ولكن نلاحظ أن القيمة المتوسطة المقاسة بواسطة السحاحة (الأكثر دقة من المقياس المدرج) تختلف كثيراً عن الـ **25** mL، لذلك فإن المقياس المدرج المستخدم هو غير فائق الدقة بسبب إعطاء خطأ منهجي يعادل **1** mL تقريباً باتجاه قيم منخفضة، وبالتالي لا يمكن اعتماده للقياسات الدقيقة.

مثال محلول (11)

الألمنيوم (Al) Aluminum هو معدن يمتاز بدرجة عالية من القوة بالنسبة لكتلته، كما يمتاز بمقاومة عالية للتآكل، لذلك يستخدم للأغراض الإنشائية، احسب كلاً من عدد مولات ذراته، وعدد ذراته في عينة منه مقدراها (**10.0** g)، علماً أن الوزن الذري للألومينيوم هو (**26.99** g)

الحل:

إن كتلة مول واحد من الألمنيوم ($6.022\ x10^{23}$ ذرة) هي 26.98 g، والعينة التي لدينا تمتلك كتلة مقدراها (10.0 g)، أي أن الكتلة أقل من (26.98 g) وبالتالي تحوي أقل من مول من ذرات الألمنيوم، لذلك يمكن حساب عدد المولات للذرات الموجودة في (10.0 g) وفق ما يلي:

$$10.0\ g\ Al \times \frac{1\ mol\ Al}{26.98\ g\ Al} = \mathbf{0.371}\ mol\ Al$$

عدد الذرات الموجودة في 10.0 g (0.371 mol) من الألمنيوم تعطى وفق ما يلي:

$$0.371\ mol\ Al\ \times \frac{6.022\ \times\ 10^{23}\ \ atoms}{1\ mol\ Al} = 2.23\ \times\ 10^{23}\ \ atoms$$

التحقق من النتيجة: إن العينة التي لدينا (**10.0** g) تعادل تقريباً ثلث الوزن الذري للألمنيوم، لذلك عدد الذرات يجب أن يعادل تقريباً ثلث عدد آفوكادرو وهذا ما تحقق لدينا

هل لاحظت كيف طبقنا مصنع الواحدة؟

مثال محلول (12)

لدينا رقاقة سيليكون (**Si**) Silicon تستخدم في دارة متكاملة لحاسب صغير كتلتها (**5.68** mg)، ما هو عدد ذرات السيليكون الموجودة في هذه الرقاقة، علماً أن الوزن الذري للسيليكون هو (**28.09** g).

الحل:

انتبه لنص المسألة، إن الاستراتيجية التي سنتبعها هنا لحل هذه المشكلة (عدد الذرات في الشريحة) هو عن طريق التحويل أولاً من ميلي غرامات السيليكون إلى الغرام، ثم من الغرام إلى عدد مولات السيليكون، وأخيراً إلى عدد ذرات السيليكون:

$$5.68\ mg\ Si \times \frac{1\ g\ Si}{1000\ mg\ Si} = 5.68\ \times 10^{-3}\ g\ Si$$

$$5.68\ \times 10^{-3}\ g\ Si \times \frac{1\ mol\ Si}{28.09\ g\ Si} = 2.02\ \times 10^{-4}\ mol\ Si$$

$$2.02\ \times 10^{-4}\ mol\ Si \times \frac{6.022\ \times\ 10^{23}\ \ atoms}{1\ mol\ Si} = 1.22\ \times 10^{20}\ Atoms$$

التحقق من النتيجة: لاحظ أن (**5.68** mg) هي أصغر كثيراً بشكل واضح من **1** mol من السيليكون (الذي يمتلك كتلة مقدراها **28.09** g)، لذلك النتيجة النهائية التي حصلنا عليها والتي تمثل عدد الذرات $\mathbf{1.22x10^{20}}$ (بالمقارنة مع $\mathbf{6.022\ x\ 10^{23}}$ ذرة) تعني أننا في الاتجاه الصحيح للحل.

مثال محلول (13)

حدد عدد الأرقام الدالة لكل من النتائج التالية:

1. بإجراء عملية استخلاص على الشاي، استخلص الطلاب **0.0105** g من الكافيين.
2. سجل الكيميائي عن طريق التحليل كتلة مقدارها **0.050080** g.
3. في اختبار ما حدد الوقت ليكون **8.050 x 10^{-3}** s

الحل:

1. الرقم يحتوي ثلاثة أرقام دالة (أساسية)، الصفر إلى يسار الرقم واحد هو صفر بادئ، لذلك فهو ليس رقم دال، ولكن الصفر المتبقي (الصفر الأسير) هو رقم دال.
2. يحتوي الرقم على خمس أرقام دالة، الصفر على يسار على الرقم 5 هو صفر بادئ وبالتالي ليس رقم دال، ولكن الصفرين بين الرقمين 5و 8 (الصفر الأسير) هما رقمان دالان، كما أن الصفر الزائد إلى يمين الرقم 8 هو رقم دال لأن الرقم الكلي يحتوي مرتبة عشرية.
3. هذا الرقم يحتوي أربع أرقام دالة، كلا الصفرين يعتبر هنا رقم دال.

تساؤلات:

قد يخطر ببال أحدكم هذا السؤال:

لماذا في الجدول الدوري تكون كتلة الكربون الطبيعي والتي وردت في هذه المحاضرة مساوية لـ (**12.01** amu)؟

Carbon
6
C
12.011

تتضح الإجابة من خلال ما يلي:

السبب لأن الكربون يتواجد على الأرض (الكربون الطبيعي) من مزيج من النظائر **^{12}C**، **^{13}C**، والنظير **^{14}C**، جميع هذه النظائر تمتلك **6** بروتونات ولكنها تختلف في عدد النترونات حيث تمتلك **6**, **7**, **8** نيوترونات على الترتيب.

بما أن الكربون على وجه الأرض يتواجد على شكل مزيج من هذه النظائر، لذلك يجب أن تعكس الكتلة الذرية نسبة هذه المزائج من النظائر في الكربون.

وبما أن الكربون على الأرض مكون من **98.89%** من النظير **^{12}C**، و **1.11%** من النظير **^{13}C**، وكمية ضئيلة جداً من النظير **^{14}C** التي يمكن إهمالها، واعتماداً على الكتلة الذرية للنظير **^{12}C** التي تساوي **12 amu**، والكتلة الذرية للنظير **^{13}C** التي تساوي **13.0034 amu** التي وجدناها من خلال (المثال المحلول **7**)، يمكننا حساب متوسط الكتلة الذرية للكربون الطبيعي وفق ما يلي:

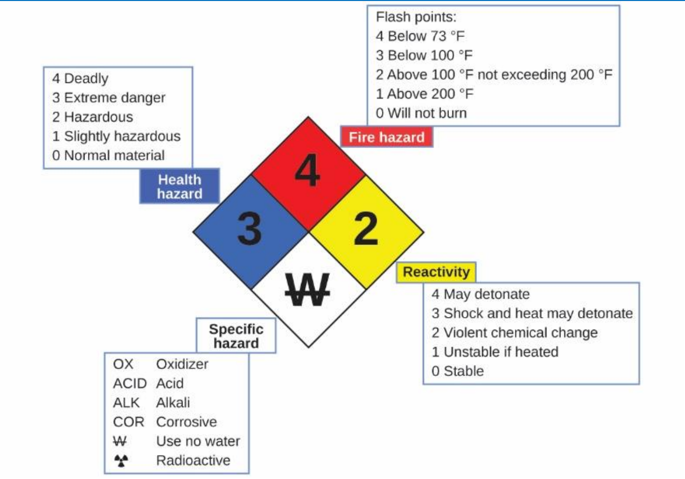
98.89% (12 amu) + 1.11% (13.003355 amu) = (0.9889)(12 amu) + (0.0111) (13.0034 amu) = **12.01 amu**

هل وضحت الفكرة؟

الكيمياء في حياتنا اليومية (مطالعة)

رمز الماس الخطر (أو الماس الناري)

Hazard Diamond (Fire Diamond)



كثيراً ما نشاهد الرمز الموضح في الشكل المجاور على حاويات المواد الكيميائية في المختبر أو مكان العمل وهو ما يعرف بماس الخطر **Hazard Diamond**.

يُطلق عليه أحياناً اسم الماس الناري أو الماس الخطر، حيث يوفر هذا الرمز معلومات قيمة تلخص بإيجاز المخاطر المختلفة التي يجب أن تكون على دراية بها عند التعامل مع مادة معينة.

داخل رمز الماس الكلي نجد:

- يحدد الماس العلوي (الأحمر) مستوى خطر الحريق (نطاق درجة الحرارة لنقطة الوميض).
- يشير الماس الأيسر (الأزرق) إلى مستوى المخاطر الصحية.
- يصف الماس الأيمن (الأصفر) مخاطر التفاعل، مثل مدى سهولة تعرض المادة للانفجار أو تغيير كيميائي عنيف.
- يشير الماس السفلي (الأبيض) إلى مخاطر خاصة، مثل ما إذا كانت المادة مؤكسدة (الذي يسمح للمادة بالحرق في حالة عدم وجود هواء / أكسجين)، أو مادة تخضع لعملية غير عادية أو خطيرة مثل التفاعل مع الماء، التآكل، مادة حمضية، قلوية، خطر بيولوجي، خطر مشع، وما إلى ذلك.

كل خطر يتم تصنيفه على مقياس من **0** إلى **4**، حيث يشير الصفر إلى عدم وجود خطر، بينما **4** يمثل خطورة بالغة.

-- نهاية المحاضرة --