١ | كيف نقيس الحجم والكتلة

١.١ الحجم

تعريف الحجم

الحجم هو مقدار الحيز الذي يشغله الجسم. ويُقاس بوحدة المتر المكعب (م³) في النظام الدولي للوحدات، وبوحدة السنتيمتر المكعب (سم³) أو المليلتر (مل) في المختبر. ١ سم³ = ١ مل = ١ جرام ماء.

الوحدة

وحدة الحجم في النظام الدولي للوحدات هي المتر المكعب (م³)، وهي وحدة كبيرة جدًا. في المختبر نستخدم السنتيمتر المكعب (سم³) أو المليلتر (مل). ١ م³ = ١٠٠٠٠٠٠ سم³.

أمثلة

حجم مكعب طول ضلعه ٢ سم = ٢ × ٢ × ٢ = ٨ سم³. حجم ٥٠٠ مل من الماء = ٥٠٠ سم³.

قانون حجم المكعب والمتوازي المستطيلات

حجم المكعب = طول الضلع × طول الضلع × طول الضلع = ل³. حجم المتوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع = ط × ع × ا.

حجم الأسطوانة

حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع = π × نق² × ع. حيث نق نصف القطر و ع الارتفاع.

حجم المنشور

حجم المنشور = مساحة القاعدة × الارتفاع. مساحة القاعدة تُحسب حسب شكلها (مثلث، مستطيل، إلخ).

حجم الهرم

حجم الهرم = ⅓ × مساحة القاعدة × الارتفاع. ⅓ تأتي من أن الهرم يملأ ثلث المنشور الذي له نفس القاعدة والارتفاع.

حجم المخروط

حجم المخروط = ⅓ × π × نق² × ع. مثل الهرم، ⅓ تأتي من أن المخروط يملأ ثلث الأسطوانة التي لها نفس القاعدة والارتفاع.

حجم الكرة

حجم الكرة = ٤/٣ × π × نق³. إذا كان القطر معطى، فنق = القطر ÷ ٢.

حجم الأشكال المركبة

حجم الشكل المركب = مجموع حجوم الأشكال البسيطة التي يتكون منها. أو حجم الشكل الكبير − حجم الجزء المفقود.

جدول تحويل الحجم

من \ إلى	سم³	م³	مل	لتر
سم³	١	١٠⁻⁶	١	٠٫٠٠١
م³	١٠⁶	١	١٠⁶	١٠٠٠
مل	١	١٠⁻⁶	١	٠٫٠٠١
لتر	١٠٠٠	٠٫٠٠١	١٠٠٠	١

الكثافة في الأشكال المنتظمة

المعادلة

الكثافة = الكتلة ÷ الحجم. ك = ك ÷ ح.

مثال محلول

مكعب من الحديد طول ضلعه ١٠ سم، كتلته ٧٨٠٠ جم. الحجم = ١٠ × ١٠ × ١٠ = ١٠٠٠ سم³. الكثافة = ٧٨٠٠ ÷ ١٠٠٠ = ٧٫٨ جم/سم³.

الكثافة في الأشكال غير المنتظمة

الطريقة

نستخدم طريقة الإزاحة. نملأ جزئيًا وعاءً مدرجًا بالماء ونسجل الحجم الابتدائي. نغمر الجسم بالكامل ونسجل الحجم النهائي. حجم الجسم = الحجم النهائي − الحجم الابتدائي. ثم نحسب الكثافة = الكتلة ÷ حجم الجسم.

مثال محلول

حجر كتلته ٢٦٠ جم. الحجم الابتدائي = ١٠٠ مل. الحجم النهائي = ١٤٠ مل. حجم الحجر = ١٤٠ − ١٠٠ = ٤٠ سم³. الكثافة = ٢٦٠ ÷ ٤٠ = ٦٫٥ جم/سم³.

١.٢ الكتلة

تعريف الكتلة

الكتلة هي مقدار المادة في الجسم، وهي القياس الذي لا يتغير بتغير المكان. وتُقاس بوحدة الكيلوجرام (كجم) في النظام الدولي للوحدات، وبوحدة الجرام (جم) في المختبر. ١ كجم = ١٠٠٠ جم.

الوحدة

وحدة الكتلة في النظام الدولي للوحدات هي الكيلوجرام (كجم). في المختبر نستخدم الجرام (جم) والمليجرام (مجم). ١ كجم = ١٠٠٠ جم = ١٠٠٠٠٠٠ مجم.

أمثلة

كتلة كتاب = ٠٫٥ كجم = ٥٠٠ جم. كتلة حبة دواء = ٥٠٠ مجم = ٠٫٥ جم.

جدول تحويل الكتلة

من \ إلى	مجم	جم	كجم	طن
مجم	١	١٠⁻³	١٠⁻⁶	١٠⁻⁹
جم	١٠٠٠	١	١٠⁻³	١٠⁻⁶
كجم	١٠⁶	١٠٠٠	١	١٠⁻³
طن	١٠⁹	١٠⁶	١٠٠٠	١

الفرق بين الكتلة والوزن

الكتلة

الكتلة هي مقدار المادة في الجسم، وهي ثابتة في كل مكان. وحدتها الكيلوجرام (كجم) والجرام (جم).

الوزن

الوزن هو قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم. يتغير بتغير الجاذبية. وحدته النيوتن (نيوتن). العلاقة: الوزن = الكتلة × عجلة الجاذبية. على الأرض ع ≈ ١٠ م/ث².

مثال محلول

رائد فضاء كتلته ٧٠ كجم. على الأرض وزنه = ٧٠ × ١٠ = ٧٠٠ نيوتن. على القمر (ع ≈ ١٫٦ م/ث²) وزنه = ٧٠ × ١٫٦ = ١١٢ نيوتن. كتلته لم تتغير.

٢ | الأدوات

٢.١ الأدوات المدرجة

الأسطوانة المدرجة

الوصف

أسطوانة زجاجية أو بلاستيكية طويلة ورفيعة، مدرجة بخطوط على جانبها. تُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة متوسطة.

الاستخدام

نضع السائل في الأسطوانة ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الأسطوانة المدرجة = أصغر تدريج على جانبها. مثال: أسطوانة بها تدريج كل ١ مل دقتها ١ مل.

الكأس المدرجة

الوصف

كأس زجاجية أو بلاستيكية قصيرة وواسعة، مدرجة بخطوط على جانبها. تُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة منخفضة.

الاستخدام

نضع السائل في الكأس ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الكأس المدرجة = أصغر تدريج على جانبها. مثال: كأس بها تدريج كل ٥٠ مل دقتها ٥٠ مل.

الدورق المدرج

الوصف

دورق زجاجي له قاعدة مسطحة وعنق ضيق، مدرج بخطوط على جانبه. يُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة متوسطة.

الاستخدام

نضع السائل في الدورق ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الدورق المدرج = أصغر تدريج على جانبه. مثال: دورق به تدريج كل ١٠٠ مل دقته ١٠٠ مل.

السحاحة

الوصف

أنبوب زجاجي طويل ورفيع، مدرج بخطوط على جانبه، وله صنبور في أسفله. تُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة عالية.

الاستخدام

نضع السائل في السحاحة ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة السحاحة = أصغر تدريج على جانبها. مثال: سحاحة بها تدريج كل ٠٫١ مل دقتها ٠٫١ مل.

الماصة

الوصف

أنبوب زجاجي طويل ورفيع، له انتفاخ في منتصفه. تُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة عالية.

الاستخدام

نضع السائل في الماصة ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الماصة = أصغر تدريج على جانبها. مثال: ماصة بها تدريج كل ٠٫١ مل دقتها ٠٫١ مل.

٢.٢ أدوات الوزن

الميزان ذو الكفتين

الوصف

ميزان يتكون من ذراع أفقي له كفتان متساويتان في البعد عن نقطة الارتكاز. يُستخدم لمقارنة كتلة جسم بكتلة معلومة.

الاستخدام

نضع الجسم في كفة والكتل المعلومة في الكفة الأخرى. نضيف الكتل حتى يتزن الميزان. كتلة الجسم = مجموع الكتل المعلومة.

الدقة

دقة الميزان ذو الكفتين = أصغر كتلة معلومة يمكن إضافتها. مثال: ميزان به أصغر كتلة ١ جم دقته ١ جم.

الميزان الإلكتروني

الوصف

ميزان يعمل بالكهرباء ويعرض القراءة على شاشة رقمية. يُستخدم لقياس كتلة الأجسام بدقة عالية.

الاستخدام

نضع الجسم على الميزان ونقرأ الكتلة على الشاشة. نضغط على زر التصفير قبل وضع الجسم.

الدقة

دقة الميزان الإلكتروني = أصغر تدريج يعرضه. مثال: ميزان يعرض ٠٫٠١ جم دقته ٠٫٠١ جم.

ميزان الزنبرك

الوصف

ميزان يعتمد على مرونة الزنبرك. عند تعليق جسم به، يستطيل الزنبرك بمقدار يتناسب مع وزن الجسم.

الاستخدام

نعلق الجسم في الميزان ونقرأ القراءة عند نقطة التعليق. نتأكد من أن الجسم لا يلامس أي سطح.

الدقة

دقة ميزان الزنبرك = أصغر تدريج على مقياسه. مثال: ميزان به تدريج كل ١ نيوتن دقته ١ نيوتن.

٣ | تحديد درجة الحرارة

مقدمة

تقيس درجة الحرارة مدى سخونة الجسم أو برودته. وتُقاس بوحدة السيليزيوس (°س) في النظام الدولي للوحدات، وبوحدة الفهرنهايت (°ف) في بعض الدول.

الترمومتر

الترمومتر هو أداة لقياس درجة الحرارة. يتكون من أنبوب زجاجي رفيع يحتوي على سائل (الزئبق أو الكحول) يتمدد بالحرارة ويرتفع في الأنبوب. يُقرأ الترمومتر عند مستوى سطح السائل.

الترمومتر الطبي

الترمومتر الطبي يُستخدم لقياس درجة حرارة الجسم. يتميز بوجود انحناء قرب المستودع يمنع السائل من الرجوع إلا بالهز. مداه من ٣٥ إلى ٤٢ °س، ودقته ٠٫١ °س.

ترمومتر المختبر

ترمومتر المختبر يُستخدم لقياس درجات حرارة السوائل في التجارب. مداه من −١٠ إلى ١١٠ °س، ودقته ١ °س. لا يُستخدم لقياس حرارة الجسم.

ترمومتر الزئبق

ترمومتر الزئبق يحتوي على الزئبق، وهو سام. يُستخدم في المختبرات المتخصصة فقط. مداه من −٣٩ إلى ٣٥٧ °س، ودقته ٠٫١ °س.

ترمومتر الكحول

ترمومتر الكحول يحتوي على الكحول الملون بالأحمر. آمن وسهل القراءة. مداه من −١١٤ إلى ٧٨ °س، ودقته ١ °س.

ترمومتر الرقمي

ترمومتر الرقمي يعرض القراءة على شاشة إلكترونية. سريع ودقيق. مداه من −٥٠ إلى ٣٠٠ °س، ودقته ٠٫١ °س.

ترمومتر الأشعة تحت الحمراء

ترمومتر الأشعة تحت الحمراء يقيس الحرارة عن بعد دون لمس الجسم. مداه من −٣٢ إلى ٥٣٢ °س، ودقته ١ °س.

تحويل بين °س و °ف

°ف = (°س × ٩/٥) + ٣٢. °س = (°ف − ٣٢) × ٥/٩.

أمثلة

٣٧ °س = ٩٨٫٦ °ف. ٢١٢ °ف = ١٠٠ °س.

مقارنة بين الترمومترات

النوع	المدى	الدقة	الاستخدام
الطبي	٣٥ إلى ٤٢ °س	٠٫١ °س	حرارة الجسم
المختبر	−١٠ إلى ١١٠ °س	١ °س	السوائل
الزئبق	−٣٩ إلى ٣٥٧ °س	٠٫١ °س	المختبرات
الكحول	−١١٤ إلى ٧٨ °س	١ °س	آمن
الرقمي	−٥٠ إلى ٣٠٠ °س	٠٫١ °س	سريع
الأشعة تحت الحمراء	−٣٢ إلى ٥٣٢ °س	١ °س	عن بعد

٤ | تمدد المواد بالحرارة

مقدمة

تتمدد المواد عند تسخينها وتنكمش عند تبريدها. وهذا يحدث لأن الجسيمات تتحرك بسرعة أكبر عند التسخين، فتحتاج إلى مسافات أكبر بينها.

تمدد السوائل

تمدد السوائل أكبر من تمدد المواد الصلبة. ولهذا تُستخدم السوائل في الترمومترات. فعند ارتفاع الحرارة، يتمدد السائل ويرتفع في الأنبوب الرفيع. وعند انخفاضها، ينكمش ويهبط.

تمدد الغازات

تمدد الغازات أكبر من تمدد السوائل والمواد الصلبة. فعند تسخين بالون، يتمدد الهواء بداخله ويكبر حجمه. وعند تبريده، ينكمش.

الانكماش

الانكماش هو نقص حجم المادة عند تبريدها. وهو عكس التمدد. ويحدث لأن الجسيمات تتحرك ببطء أكبر، فتقترب من بعضها.

الشذوذ المائي

الماء يشذ عن القاعدة. فعند تبريده من ٤ °س إلى ٠ °س، يتمدد بدلًا من أن ينكمش. ولهذا يطفو الجليد على سطح الماء.

أمثلة

تمدد الزئبق في الترمومتر. تمدد الهواء في البالون. انكماش الماء عند التبريد.

تمدد المواد الصلبة

تتمدد المواد الصلبة عند تسخينها. ويزداد طولها وعرضها وسمكها. ويُسمى هذا التمدد الطولي. ويحدث لأن الجسيمات تتحرك بسرعة أكبر، فتحتاج إلى مسافات أكبر بينها.

معامل التمدد الطولي

معامل التمدد الطولي = الزيادة في الطول ÷ (الطول الأصلي × الزيادة في درجة الحرارة). ل = ل ÷ (ل × ن).

أمثلة

قضيب طوله ١ م عند ٠ °س. عند تسخينه إلى ١٠٠ °س، يزداد طوله ٠٫٠٠١٢ م. الطول الجديد = ١٫٠٠١٢ م.

تمدد السوائل

تتمدد السوائل عند تسخينها. وتزداد كثافتها عند التبريد. ويُسمى هذا التمدد الحجمي. ويحدث لأن الجسيمات تتحرك بسرعة أكبر، فتحتاج إلى مسافات أكبر بينها.

معامل التمدد الحجمي

معامل التمدد الحجمي = الزيادة في الحجم ÷ (الحجم الأصلي × الزيادة في درجة الحرارة). ح = ح ÷ (ح × ن).

أمثلة

٥٠٠ مل من الماء عند ٠ °س. عند تسخينها إلى ١٠٠ °س، يزداد حجمها ٢ مل. الحجم الجديد = ٥٠٢ مل.

تمدد الغازات

تتمدد الغازات عند تسخينها. وتزداد كثافتها عند التبريد. ويُسمى هذا التمدد الحجمي. ويحدث لأن الجسيمات تتحرك بسرعة أكبر، فتحتاج إلى مسافات أكبر بينها.

قانون شارل

قانون شارل = الحجم ÷ درجة الحرارة المطلقة. ح ÷ د = ثابت.

أمثلة

٢٧٣ مل من الغاز عند ٢٧٣ °س. عند تسخينها إلى ٥٤٦ °س، يزداد حجمها ٥٤٦ مل. الحجم الجديد = ٥٤٦ مل.

الانكماش

الانكماش هو نقص حجم المادة عند تبريدها. وهو عكس التمدد. ويحدث لأن الجسيمات تتحرك ببطء أكبر، فتقترب من بعضها.

الشذوذ المائي

الماء يشذ عن القاعدة. فعند تبريده من ٤ °س إلى ٠ °س، يتمدد بدلًا من أن ينكمش. ولهذا يطفو الجليد على سطح الماء.

أمثلة

تمدد الزئبق في الترمومتر. تمدد الهواء في البالون. انكماش الماء عند التبريد.

٥ | الضغط

مقدمة

الضغط هو مقدار القوة المؤثرة على وحدة المساحة. ويُقاس بوحدة الباسكال (با) في النظام الدولي للوحدات، وبوحدة الضغط الجوي (ض.ج) في بعض الدول.

الضغط

الضغط = القوة ÷ المساحة. ض = ق ÷ م.

أمثلة

قوة ١٠٠ نيوتن على مساحة ٢ م². الضغط = ١٠٠ ÷ ٢ = ٥٠ با.

الضغط الجوي

الضغط الجوي هو الضغط الناتج عن وزن الهواء. ويبلغ عند سطح البحر ١٠١٣٢٥ با. ويقل كلما ارتفعنا عن سطح البحر.

أمثلة

الضغط الجوي عند سطح البحر = ١٠١٣٢٥ با. عند ارتفاع ٥٠٠٠ م = ٥٤٠٠٠ با.

ضغط السوائل

ضغط السوائل = الكثافة × عجلة الجاذبية × العمق. ض = ك × ع × ع.

أمثلة

ماء كثافته ١٠٠٠ كجم/م³ على عمق ١٠ م. الضغط = ١٠٠٠ × ١٠ × ١٠ = ١٠٠٠٠٠ با.

ضغط الغازات

ضغط الغازات = عدد الجسيمات × متوسط قوة الاصطدام ÷ المساحة. ض = ن × ق ÷ م.

أمثلة

بالون به غاز. عند تسخينه، تزداد سرعة الجسيمات، فيزداد الضغط.

الضغط الجوي

الضغط الجوي هو الضغط الناتج عن وزن الهواء. ويبلغ عند سطح البحر ١٠١٣٢٥ با. ويقل كلما ارتفعنا عن سطح البحر.

أمثلة

الضغط الجوي عند سطح البحر = ١٠١٣٢٥ با. عند ارتفاع ٥٠٠٠ م = ٥٤٠٠٠ با.

٦ | الطفو

مقدمة

الطفو هو قوة تدفع الجسم إلى أعلى عند غمره في سائل. وتُسمى قوة الطفو. وتُقاس بوحدة النيوتن (نيوتن).

قوة الطفو

قوة الطفو = الكثافة × عجلة الجاذبية × الحجم المغمور. ق = ك × ع × ح.

أمثلة

مكعب حجمه ٠٫٠٠١ م³ مغمور في الماء. قوة الطفو = ١٠٠٠ × ١٠ × ٠٫٠٠١ = ١٠ نيوتن.

الطفو والغوص

الجسم يطفو إذا كانت كثافته أقل من كثافة السائل. ويغوص إذا كانت كثافته أكبر من كثافة السائل. ويبقى معلقًا إذا كانت كثافته تساوي كثافة السائل.

أمثلة

الخشب يطفو على الماء. الحديد يغوص في الماء. السمك يبقى معلقًا في الماء.

مبدأ أرخميدس

مبدأ أرخميدس = قوة الطفو = وزن السائل المزاح. ق = ك × ع × ح.

أمثلة

جسم حجمه ٠٫٠٠١ م³ مغمور في الماء. وزن الماء المزاح = ١٠ نيوتن. قوة الطفو = ١٠ نيوتن.

٧ | بعض الأدوات المستخدمة في المختبر

الأنبوب المدرج

الوصف

أنبوب زجاجي طويل ورفيع، مدرج بخطوط على جانبه. يُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة متوسطة.

الاستخدام

نضع السائل في الأنبوب ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الأنبوب المدرج = أصغر تدريج على جانبه. مثال: أنبوب به تدريج كل ١ مل دقته ١ مل.

الدورق المخروطي

الوصف

دورق زجاجي له قاعدة مسطحة وعنق ضيق، مدرج بخطوط على جانبه. يُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة متوسطة.

الاستخدام

نضع السائل في الدورق ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الدورق المخروطي = أصغر تدريج على جانبه. مثال: دورق به تدريج كل ١٠٠ مل دقته ١٠٠ مل.

الدورق المستوي القاع

الوصف

دورق زجاجي له قاعدة مسطحة وعنق ضيق، مدرج بخطوط على جانبه. يُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة متوسطة.

الاستخدام

نضع السائل في الدورق ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الدورق المستوي القاع = أصغر تدريج على جانبه. مثال: دورق به تدريج كل ١٠٠ مل دقته ١٠٠ مل.

الدورق المستوي القاع

الوصف

دورق زجاجي له قاعدة مسطحة وعنق ضيق، مدرج بخطوط على جانبه. يُستخدم لقياس حجم السوائل بدقة متوسطة.

الاستخدام

نضع السائل في الدورق ونقرأ الحجم عند مستوى سطح السائل. نقرأ من أسفل المنحنى (المينيسكس) ونكون عين القارئ على مستوى السطح.

الدقة

دقة الدورق المستوي القاع = أصغر تدريج على جانبه. مثال: دورق به تدريج كل ١٠٠ مل دقته ١٠٠ مل.