١٠

دولـــة فلـسطين
وزارة التربية والتعليم

الفيـزيـــاء

الفترة الرابعة

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولـــة فلـسطين
وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب 719 – رام الله – فلسطين
pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps
.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym
فاكس +970-2-2983250 | هاتف +970-2-2983280

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

المحتويات

الفترة الرّابعة	الفصل الأول	الحرارة وأثرها على المواد	١
	الفصل الثاني	الديناميكا الحراريّة	١٩

الفصل الأول:
الحرارة وأثرها على المواد (The Heat and its Effect on Materials)

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل مسائل تتعلق بالحرارة وأثرها على المواد من خلال تحقيق الآتي:

- تمييز بين كلّ من درجة الحرارة و كمية الحرارة، والحرارة النوعية و السعه الحرارية.
- استنتاج قانون الاتزان الحراري عمليا.
- تطبيق مسائل حسابية على قانون الاتزان الحراريّ.
- تعرّف إلى تغير أبعاد المادة بالحرارة .
- استنتاج العوامل التي يعتمد عليها كل من معامل التمدد الطولي و معامل التمدد الحجمي.
- تفسير بعض الظواهر الطبيعية المتعلقة بالحرارة النوعية والاتزان الحراريّ و التمدد الحراري.
- تطبيق مسائل حسابية على التمدد الطولي و التمدد الحجمي.

١-١: درجة الحرارة وكمية الحرارة (Temperature and Amount of Heat)

ماذا يحدث لدرجة حرارة الماء في إبريق الشاي عند وضعه على مصدر حراري؟ ما تفسيرك لذلك؟

ما الفرق بين درجة الحرارة وكمية الحرارة؟

هناك فرقٌ بين درجة الحرارة وكمية الحرارة.

درجة الحرارة: كمية فيزيائية تعبر عن درجة سخونة المادة أو برودتها وتحدد مسار انتقال الحرارة عند تلامسها بمادة أخرى، وهي مؤشر لمعدل الطاقة الحركية للجزيئات.

كمية الحرارة: تعبّر عن مقدار الطاقة الكلية لدقائق المادة (طاقتي الوضع والحركة).

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

لذا فإن تزويد جسمين كتلتيهما غير متساوية بالكمية نفسها من الحرارة لا يعني أن درجة حرارتهما واحدة، كما لا يعني أنهما زودا بكمية الحرارة نفسها اذا كانت درجة حرارتهما واحدة.

أُناقش: هل لدرجة الحرارة تأثير على سرعة حركة دقائق المادة؟

وبما أن كمية الحرارة هي عبارة عن طاقة فهي تقاس بالجول أو السعر (١ سعر = ٤,١٨٦ جول).

ويعرف السعر بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة سلسيوس واحدة.

وعادة ما تقاس درجة الحرارة باستخدام ميزان الحرارة الزئبقي أو الكحولي.

١-٢: السعة الحرارية والحرارة النوعية (Heat Capacity and Specific Heat)

هل ترتفع درجة حرارة الأجسام جميعها على سطح الأرض بالمقدار نفسه عندما تسقط عليها أشعة الشمس؟

وهل تكتسب المواد جميعها الكمية نفسها من الحرارة عند تسخينها لنفس درجة الحرارة؟

أن:

١- الكتل المتساوية من المواد المختلفة عند تسخينها إلى درجة الحرارة نفسها فإنها تكتسب مقادير مختلفة من كمية الحرارة.

٢- الكتل المختلفة من نفس المادة عند تسخينها الى درجة الحرارة نفسها فانها تكتسب مقادير مختلفة من كمية الحرارة.

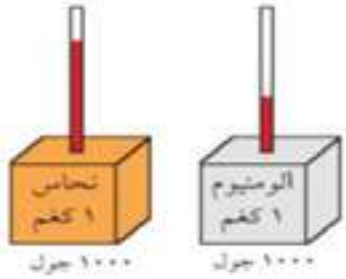
أي أن السعة الحرارية تعتمد على نوع المادة وكتلتها

السعة الحرارية للجسم: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة سلسيوس واحدة، ويرمز لها بالرمز (س$_ح$).

ويمكن حساب كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم عند تسخينه من درجة حرارة (د$_١$) إلى درجة حرارة (د$_٢$) من العلاقة التالية: كمية الحرارة = السعة الحرارية × الفرق في درجات الحرارة.

ك$_ح$ = س$_ح$ × (د$_٢$ - د$_١$) ..... (١).

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a



الشكل (٢-٢)
السعة الحرارية لفلزات مختلفة

فكر

أيهما أكبر السعة الحرارية في الشكل (٢-٢) لمكعب الألمنيوم أم لمكعب النحاس؟ فسّر إجابتك.

أثبتت التّجارب العملية أن رفع درجة حرارة كيلو غرام واحد من الحديد درجة سلسيوس واحدة يلزمه ٤٥٢ جول، بينما يحتاج كيلوغرام من الزجاج لرفع درجة حرارته درجة سلسيوس واحدة ٨٣٧ جول، في حين يلزم ٤١٨٦ جول لرفع درجة حرارة كيلو غرام من الماء درجة سلسيوس واحدة، وقد أطلق على هذه المقادير بالحرارة النوعية للمادة ويرمز لها بالرمز (ح)، حيث إن لكل مادة حرارتها النوعية الخاصة بها

الحرارة النوعية للمادة كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلو غرام من المادة درجة سليسيوس واحدة.

والجدول (١) الحرارة النوعية لبعض المواد

المادة	الحرارة النوعية (جول/كغم . °س)	المادة	الحرارة النوعية (جول/كغم . °س)
الماء	٤١٨٦	الألمنيوم	٩٠٠
الجليد	٢٠٩٣	الحديد	٤٥٢
الزئبق	١٣٨	النحاس	٣٨٧
الكحول الايثيلي	٢٤٦٠	الفضة	٢٣٦
زيت الزيتون	١٩٧١	الذهب	١٢٩
بزموث	١٢٣	الرصاص	١٢٨
الزجاج	٨٣٧	الرخام	٧٩٠
الخشب	٤٢٠	السيلكون	٧٠٣
الرمل	٨٣٠	طوب البناء	٨٨٠

ولاختلاف الحرارة النوعية للمواد أهمية في الحياة، فمثلاً يكون المدى الحراري اليومي للمياه قليل إذا ما قورن بالمدى الحراريّ اليومي لليابسة (هي الفرق بين أقصى درجة حرارة إلى أدنى درجة حرارة تصلها خلال

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

اليوم)، وما يرتبط بذلك من تغيّرات على سطح الأرض، كما أن الحرارة النوعية للماء جعلت منه سائلاً شائع الاستخدام في كثير من مناحي الحياة، كاستخدامه في تبريد الآلات التي يتولد فيها حرارة كمناشير قص الحجر وآلات الحفر، والماء المستخدم في تبريد المحرك في السيارات. كما يستخدم في شبكات التدفئة المركزية في المؤسسات والمنازل، ويستخدم أيضاً في ريّ المزروعات لتجنب تلفها في الأيام المتوقع حدوث الصقيع فيها.

وترتبط السعة الحرارية والحرارة النوعية من خلال المعادلة الآتية:

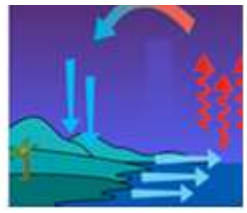
السعة الحرارية = الكتلة × الحرارة النوعية

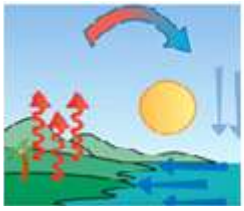
$$س_ح = ك \times ح_ن \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٢)$$

أي أن السعة الحرارية للمادة تعتمد على كتلتها وحرارتها النوعية.

سؤال اشتق وحدة قياس كل من: السعة الحرارية، الحرارة النوعية.

أُناقش: فسّر ظاهرتي نسيم البر ونسيم البحر اعتماداً على ما سبق؟





مثال (١):

قطعة من الألمنيوم كتلتها ٣ كغم ودرجة حرارتها ٢٠°س، سخنت إلى درجة ٥٠°س، واعتماداً على جدول (١). احسب:

١- السعة الحرارية لقطعة الألمنيوم، اعتبر $ح_ن$ للألمنيوم = ٩٠٠ جول/كغم س.

٢- كمية الحرارة التي زودت بها.

الحلّ:

١- $س_ح = ك \times ح_ن$ للألمنيوم $= ٣ \times ٩٠٠ = ٢٧٠٠$ جول/س

٢- $ك_ح = س_ح$ للألمنيوم $\times (د_٢ - د_١) = ٢٧٠٠ \times (د_٢ - د_١)$

$= ٢٧٠٠ \times (٥٠ - ٢٠) = ٨١٠٠٠$ جول $= ٨١$ كيلو جول.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

سؤال قطعة من الفضة كتلتها ٥٢,٥غم زودت بكمية من الحرارة مقدارها ٠,١٢٣ كيلو جول فارتفعت درجة حرارتها ١٠°س، جد مقدار الحرارة النوعية للفضة.

١-٣: الاتزان الحراري (Thermal Equilibrium)

لماذا نخلط الماء البارد بالماء الساخن عندما نريد الاستحمام في فصل الشتاء؟ وماذا يحدث لدرجة حرارة الماء بعد عملية الخلط؟ وما المقصود بالاتزان الحراري؟

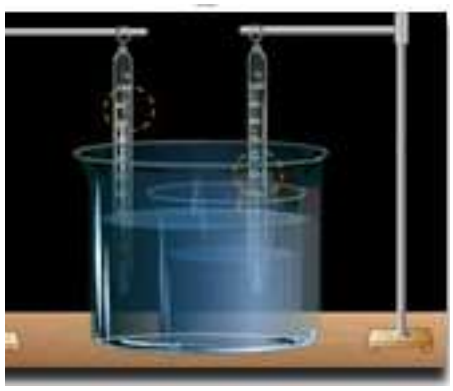
ستتعرف إلى إجابة هذه الأسئلة بعد تنفيذ النشاط التالي:

نشاط (١): الاتزان الحراري:

المواد والأدوات:

كأس زجاجي صغير، وكأس زجاجي كبير، وميزان حرارة عدد ٢، وماء ساخن وماء بارد.

الخطوات:



الشكل (٣-١): الاتزان الحراري

١- املأ الكأس الزجاجي الصغير بالماء البارد والكأس الزجاجي الكبير بالماء الساخن إلى منتصفه.

٢- ضع أحد ميزاني الحرارة في الكأس الزجاجي الصغير والميزان الآخر في الكأس الزجاجي الكبير وانتظر قليلاً حتى تثبت قراءة كل منهما وسجل قراءتيهما.

٣- احمل الكأس الزجاجيّ الصغير وضعه داخل الكأس الزجاجي الكبير ولاحظ ما يحدث في الشكل (٣-١) لقراءتيْ الميزانين وانتظر حتى تثبت قراءة الميزانين وسجلهما، هل قراءة الميزانين متساوية أم لا؟ ما سبب ثبات قراءتي الميزانين؟

٤- ماذا حدث لدرجة حرارة الماء في الكأس الزجاجي الصغير؟ وماذا حدث لدرجة حرارته في الكأس الزجاجي الكبير؟ ما تفسيرك لذلك؟

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

الشكل (٣-٢): آلية حدوث الإتزان الحراري

ملاحظة:.....

يمكن استخدام مسعر حراري من مختبر مدرستك.

مشروع:

صمم مسعراً حرارياً من مواد من بيئتك.

لعلك لاحظت من النشاط السابق أنه إذا تلامس جسمان أحدهما بارد والآخر ساخن، فإن الجسم البارد يكتسب حرارة بينما يفقد الجسم الساخن حرارة كما في الشكل (٣-٢) إلى أن يصل الجسمان إلى درجة الحرارة نفسها، ويطلق عليها درجة حرارة الاتزان، وعندها تكون كمية الحرارة المكتسبة تساوي كمية الحرارة المفقودة.

فالاتزان الحراري: عملية يتم فيها انتقال الحرارة بين جسمين أو أكثر عند تلامسهما ببعضهما بعضاً إلى أن تصبح درجة حرارة الأجسام متساوية.

كمية الحرارة المكتسبة مساوية لكمية الحرارة المفقودة عندما تكون الأجسام معزولة.

كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة

أي أن:

$$ك_{مكتسبة} = ك_{مفقودة} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٣)$$

وللاتزان الحراريّ تطبيقات في حياتنا اليومية وما انخفاض درجة الحرارة في المنازل شتاءً وارتفاعها صيفاً إلا تطبيقاً على الاتزان الحراري مع الجو أو الوسط المحيط، فعناصر النظام المختلفة في درجة حرارتها عندما تكون على اتصال مع بعضها بعضا تسعى للوصول إلى اتزان، وكذلك قياس الطبيب لدرجة حرارة المريض تقوم على مبدأ الاتزان الحراريّ، كذلك أن خلاط المياه المستخدم في المنازل للحصول على ماء بدرجة حرارة مناسبة. وهناك الكثير من الأمثلة على الاتزان الحراري في الحياة اليومية، اذكر بعضاً منها.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

مثال (٢):

أُضيفت قطعة من الحديد كتلتها ٠,١ كغم في درجة حرارة ١٠٠°س إلى وعاء يحتوي على ماء كتلته ١كغم في درجة حرارة ٢٠ °س، احسب درجة حرارة المزيج عند الاتزان، (بإهمال السعة الحرارية للوعاء).

الحلّ:

$كح_{مكتسبة} = كح_{مفقودة}$.

على فرض أن درجة حرارة الخليط عند الاتزان د

$ك \times ح_{ن}$ للماء $\times (د - د_{٢}) = ك \times ح_{ن}$ للحديد $\times (د_{١} - د)$

$١ \times ٤١٨٦ \times (د - ٢٠) = ٠,١ \times ٤٥٢ \times (١٠٠ - د)$

$٤١٨٦ د - ٨٣٧٢٠ = ٤٥٢٠ - ٤٥,٢ \times د$

$٤٢٣١,٢ د = ٨٨٢٠٠$ ومنها $د = ٢٠,٨٥$ °س

سؤال

كرات نحاسية كتلة كلّ منها ١٠غم سُخنت إلى درجة حرارة ١٠٠°س، ما أقل عدد من الكرات الواجب إضافتها إلى ٥٠٠ غم ماء في درجة حرارة ٢٠°س لتصبح درجة حرارة المزيج عند الاتزان٢٥°س على الأقل؟

٤-١: الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتصعيد (Latent Heat of Fusion and Vaporization)

نشعر ببرودة شديدة بعد تساقط الثلج على سطح الأرض وبدء انصهاره بينما نشعر بالدفء أثناء تشكل الغيوم فهل تسألت لماذا؟

ستتعرف إلى إجابة السؤال بعد تنفيذك النشاط الآتي:

نشاط (٢): منحنى التسخين (الحرارة الكامنة للإنصهار والتصعيد):

المواد والأدوات:

جليد مجروش، وكأس زجاجي، وميزان حرارة، ولهب بنسن، وحامل ومنصب وشبكة تسخين.

الخطوات:

١- املأ الكأس الزجاجي بالجليد المجروش، وضعه على المنصب فوق شبكة التسخين وثبت ميزان الحرارة بالحامل بحيث يكون مغموراً في الجليد داخل الكأس وغير ملامس لقاعدة الكأس.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

٢- اشعل لهب بنسن وضعه أسفل الكأس الزجاجيّ مباشرة، وراقب ما يحدث لدرجة حرارة الميزان أثناء التسخين، وسجّل الفترة الزمنية التي تلاحظ فيها ارتفاع درجة الحرارة مع الزمن.

٣- عندما يبدأ الجليد بالانصهار لاحظ قراءة ميزان الحرارة وهل استمرت قراءة الميزان بالارتفاع أم توقفت، ما تفسيرك لذلك؟ سجّل الزمن اللازم لانصهار الجليد كلياً وسجّل قراءة ميزان الحرارة .

٤- بعد انصهار الجليد كلياً استمر في مراقبة ميزان الحرارة ولاحظ قراءة الميزان، هل بدأ بالارتفاع من جديد؟ إلى أن يبدأ الماء بالغليان سجّل الفترة الزمنية ثم سجّل قراءة الميزان في الجدول ادناه:

الزمن	٣ دقائق	٦دقائق	٩دقائق	١٢دقيقة
درجة الحرارة				

٥- أثناء غليان الماء استمر في متابعة قراءة الميزان لفترة من الزمن، هل لاحظت تغير في درجة حرارة الميزان أثناء الغليان، وما تفسيرك لذلك؟

لعلك لاحظت خلال تنفيذ النشاط ثبات قراءة الميزان أثناء انصهار الجليد وأثناء غليان الماء، حيث يلزم كمية من الحرارة للتغلب على قوى الترابط بين جزيئات المادة وزيادة الأبعاد بين الجزيئات وتحولها من حالة إلى أخرى ويطلق على درجة الحرارة التي تبدأ فيها المادة بالتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة بدرجة الانصهار، بينما تسمّى درجة الحرارة التي تبدأ فيها المادة بالتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية **بدرجة الغليان**.

وبناء على ما سبق يمكن التعرف إلى مفهومين جديدين، هما الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتصعيد، حيث تعرف **الحرارة الكامنة للانصهار لمادة ما:** بأنها كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة الانصهار.

يمكن حساب كمية الحرارة اللازمة لانصهار كتلة من مادة ما من العلاقة التالية.

كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة الكامنة للانصهار

$$ك_{ح} = ك \times ح_{انصهار} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٤)$$

بينما تعرف **الحرارة الكامنة للتصعيد لمادة ما:** بأنها كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة الغليان.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

ويمكن حساب كمية الحرارة اللازمة لتصعيد كتلة من مادة ما من العلاقة التالية.

كمية الحرارة = الكتلة × الحرارة الكامنة للتصعيد

كح= ك × ح$_{\text{للتصعيد}}$ ..... (٥)

تختلف المواد في درجات انصهارها ودرجات غليانها وكذلك في الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتصعيد لكل منهما.

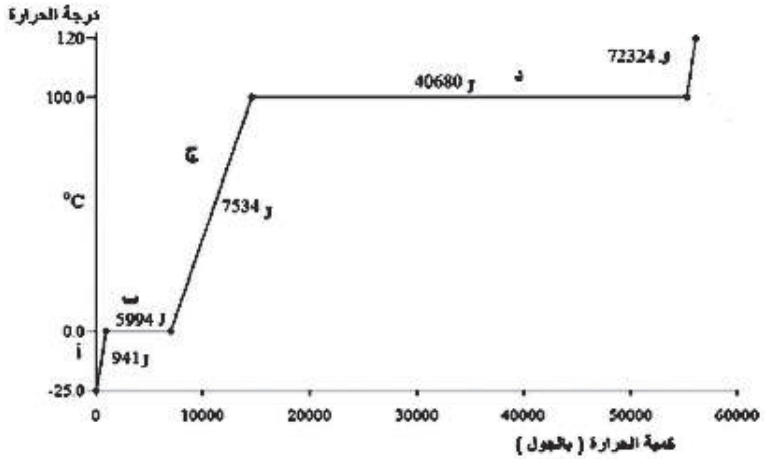
الجدول (٢):

درجات انصهار والحرارة الكامنة للانصهار، ودرجة الغليان والحرارة الكامنة للتصعيد لمجموعة من المواد

المادة	الرمز	درجة الانصهار (سْ)	الحرارة الكامنة للإنصهار (جول/ كغم)	درجة الغليان (سْ)	الحرارة الكامنة للتصعيد (جول/ كغم)
الهيليوم	He	-	٣١٠ × ٥,٢٣	- ٢٦٨,٩٣	٥١٠ × ٢,٠٩
النيتروجين	N	- ٢٠٩,٩٧	٤١٠ × ٢,٥٥	- ١٩٥,٨١	٥١٠ × ٢,٠١
الأكسجين	O	- ٢٢٦,٦٥	٤١٠ × ١,٣٨	- ١٨٢,٩٧	٥١٠ × ٢,١٣
كحول الإيثيلي	C_2H_5OH	- ١١٤	٥١٠ × ١,٠٤	٧٨	٥١٠ × ٨,٥٤
الماء	H_2O	٠	٥١٠ × ٣,٣٣	١٠٠	٦١٠ × ٢,٢٦
الكبريت	S	١١٥,٣٦	٤١٠ × ٣,٨١	٤٤٤,٦	٥١٠ × ٣,٢٦
الرصاص	Pb	٣٢٧,٣	٤١٠ × ٢,٤٥	١٧٤٩	٥١٠ × ٨,٧٠
الألمنيوم	Al	٦٦٠	٥١٠ × ٣,٩٧	٢٥١٩	٧١٠ × ١,١٤
الفضة	Ag	٩٦١	٤١٠ × ٨,٨٢	٢١٦٢	٦١٠ × ٢,٣٣
الذهب	Au	١٠٦٤,٥	٤١٠ × ٦,٤٤	٢٨٥٦	٦١٠ × ١,٥٨
النحاس	Cu	١٠٨٤,٦	٥١٠ × ١,٣٤	٢٥٦٢	٦١٠ × ٥,٠٦
تيتانيوم	Ti	١٦٦٨	٥١٠ × ٢,٩٤	٣٢٨٧	٣١٠ × ٨,٨١
التنجستن	W	٣٤٢٢	٥١٠ × ١,٩١	٥٥٥٥	٣١٠ × ٤,٣٨
فانديوم	V	١٩١٠	٥١٠ × ٤,٢١	٣٤٠٧	٣١٠ × ٩

وللتعرف إلى ما يحدث للمواد أثناء تزويدها بكمية من الحرارة بشكل أوضح، سنأخذ مثالاً على ذلك: تسخين الماء في درجة حرارة دون الصفر °س إلى بخار ماء في درجة حرارة فوق ١٠٠°س، والشكل المجاور يوضّح تغيرات درجة حرارة مول واحد من ماء (١٨غم) أثناء التسخين وتزويده بكمية من الحرارة، انظر الشكل الآتي وأجب عن الأسئلة الآتية:

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a



١- ما درجة انصهار الماء ودرجة غليانه؟

٢- ما سبب ثبات درجة الحرارة أثناء كل من انصهار الجليد وغليان الماء بالرغم من استمرار التسخين؟

٣- ما حالات الماء خلال الفترات (أ ، ب ، ج ، د ، و)؟

٤- ما مقدار الحرارة الكامنة لانصهار الجليد؟

٥- ما مقدار الحرارة الكامنة للتصعيد للماء؟

٦- احسب الحرارة النوعية للماء.

٧- لو تم تسخين ١,٨كغم من الجليد في درجة (- ٢٥س) إلى ماء عند درجة (٠س)، ما مقدار كمية الحرارة اللازمة لذلك؟

٨- ماذا يمثل ميل الخط المستقيم في الفترة ج؟

مثال (٣):

احسب كمية الحرارة اللازمة لتحويل ١٠٠ غم من الجليد في درجة حرارة -١٠ °س إلى ماء في درجة حرارة ٨٠°س علماً بأن الحرارة النوعية للجليد تساوي ٢٠٩٠ جول /كغم.°س والحرارة النوعية للماء ٤١٨٦ جول/ كغم .°س، والحرارة الكامنة لانصهار الجليد ٣,٣٣ × ١٠° جول/ كغم.

الحلّ: **المرحلة الأولى:** كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجليد من -١٠س° إلى صفر سْ جليد.

$كح_{١} = ك \times ح_{ن\ للجليد} \times (د_{٢} - د_{١}) = ٠,١ \times ٢٠٩٠ \times (٠ - (-١٠)) = ٢٠٩٠$ جول

المرحلة الثانية: كمية الحرارة اللازمة لصهر الجليد في درجة صفر °س

$كح_{٢} = ك \times ح_{انصهار} = ٠,١ \times ٣,٣٣ \times ١٠° = ٣٣٣٠٠$ جول

المرحلة الثالثة: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء من ٠ °س الى ٨٠°س

$كح_{٣} = ك \times ح_{ن\ للماء} \times (د_{٢} - د_{١}) = ٠,١ \times ٤١٨٦ \times (٨٠ - ٠) = ٣٣٤٨٨$ جول

وتكون كمية الحرارة الكلية = $كح_{١} + كح_{٢} + كح_{٣}$

= ٢٠٩٠ + ٣٣٣٠٠ + ٣٣٤٨٨

= ٦٨٨٧٨ جول

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

١-٥: تمدد المواد بالحرارة (Thermal Expansion)

هل تؤثّر زيادة درجة حرارة المادة على الأبعاد بين جزيئاتها؟ ما المقصود بالتمدد؟ ولماذا يترك فواصل بين قضبان سكة الحديد؟ وهل التمدد يشمل حالات المادة جميعها؟ وكيف تساعد أم أحمد على فتح مرطبان زجاجيّ يحوي مربى مشمش تم تصنيعه صيفا وإغلاق سدادته الفلزية بإحكام وتريد فتحه في فصل الشتاء؟ هذه الأسئلة وغيرها ستتمكن من الإجابة عنها بعد تنفيذ الأنشطة الآتية.

تمدد المواد الصلبة بالحرارة:

ماذا يحدث لطول سلك نحاسيّ عند تسخينه، وماذا يحدث لحجم كرة حديدية عند تسخينها، هل تتغير أبعاد الجسم الصلب عند تسخينه؟ هذه الأسئلة ستتعرف إلى إجابتها بعد تنفيذك النشاط التالي.

نشاط (٣): تمدد المواد الصلبة بالحرارة:

المواد والأدوات:

مجموعة التمدد الطولي للمواد الصلبة (الفلزية) والكرة والحلقة.

الخطوات:

الشكل (٥ – ١) تمدد حجمي للمواد الصلبة

١- ضع الكرة في الحلقة كما في الشكل (٥-١)، ولاحظ مايحدث، هل دخلت الكرة في الحلقة؟

٢- سخن الكرة على لهب بنسن لفترة كافية، وحاول أن تدخلها في الحلقة ولاحظ ما يحدث، لماذا لم تدخل الكرة في الحلقة؟

٣- استخدم جهاز قياس معامل التمدد الطولي للمواد الصلبة (أنابيب متساوية في الطول)، حيث تضع القضبان الفلزية في أماكنها ليكون المؤشر عند (صفر المؤشر).

٤- اشعل الموقد الكحولي تحت القضبان ولاحظ حركة المؤشر.

لعلك لاحظت أن الكرة لم تدخل في الحلقة بعد تسخينها بسبب زيادة حجمها، وأن الفلزات المختلفة تمددت بمقادير مختلفة عند تسخينها بدليل الاختلاف في زاوية انحراف المؤشر، فالزيادة إما أن تكون على طول الجسم أو مساحة سطحه أو حجمه، فالتمدد هو: الزيادة في أبعاد الجسم نتيجة زيادة درجة حرارته.

ماذا يحدث لاتساع فتحة في مسطرة فلزية عند تسخينها ؟ ما تفسيرك لذلك؟

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

ولكم من العوامل التي يعتمد عليها التمدد الطولي لسلك ما؟ أن مقدار الزيادة في طول السلك تزداد مع مقدار الارتفاع في درجة الحرارة، وكذلك مع الطول الأصلي للسلك كما أن انثناء الشريط ثنائي الفلز عند تسخينه يدلّ على أن مقدار الزيادة تعتمد على نوع المادة.

$$ل_{٢} - ل_{١} = م_{د} \times ل_{١} (د_{٢} - د_{١}) \quad .....(٦)$$

ولكن قد يكون الارتفاع في درجة حرارة السلك غير متجانس، فإننا عادة ما نحسب معدل الزيادة في طول السلك.

$ل_{٢}$: الطول عند درجة الحرارة العليا.
$ل_{١}$: الطول عند درجة الحرارة الدنيا.
$م_{د}$: معامل التمدد الطولي للمادة.
$د_{٢}$: درجة الحرارة العليا.
$د_{١}$: درجة الحرارة الدنيا.

وبناء على ما تقدم يمكن تعريف **معامل التمدد الطولي** بأنة معدل الزيادة التي تطرأ على وحدة الأطوال من المادة عندما ترتفع درجة الحرارة درجة سلسيوس واحدة.

والجدول رقم (٣) يبين قيم معامل التمدد الطولي لمجموعة من المواد

الجدول رقم (٣)

المادة	معامل التمدد الطولي (١/ ^{0}س)
زجاج البايركس	$٣,٢ \times ١٠^{-٦}$
الزجاج العادي	٩×١٠^{-٦}
الحديد	١١×١٠^{-٦}
الإسمنت	١٢×١٠^{-٦}
الذهب	١٤×١٠^{-٦}
النحاس	١٧×١٠^{-٦}
الفضة	١٨×١٠^{-٦}
البرونز	١٩×١٠^{-٦}
الالمنيوم	٢٤×١٠^{-٦}
الرصاص	٢٩×١٠^{-٦}

الثرموستات في دارة المكواة الكهربائية

ومن التطبيقات الحياتية على التمدد الطولي للمواد ترك فراغات بين قضبان سكة الحديد عند تركيبها في فصل الشتاء، وجعل أسلاك الكهرباء والهاتف مرتخية عند تركيبها صيفاً، والشريط ثنائي الفلز في منظم الحرارة (الثرموستات) المستخدم في المكواة والسخان الكهربائيين وغيرهما.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

بحث: ابحث في أهمية ملء الفواصل في الجدران الاسمنتية المسلحة الطويلة بمواد قابلة للانضغاط.

مثال (٤):

سلك من النحاس طوله ٣م في درجة حرارة ٢٠°س، سخن إلى درجة حرارة ٥٠°س فأصبح طوله ٣,٠٠١٥ م، احسب متوسط معامل التمدد الطولي للنحاس.

الحلّ: $ل_٢ - ل_١ = ٣,٠٠١٥ - ٣ = ٠,٠٠١٥$ م

$$م_د = \frac{ل_٢ - ل_١}{ل_١ \times (د_٢ - د_١)}$$

$$م_د = \frac{٠,٠٠١٥}{٣ \times ٣٠}$$

$$م_د = ١٦,٦٧ \times ١٠^{-٦}\ °س^{-١}$$

سؤال

قضيبان من الحديد طول كل منهما ٥ م وفي درجة حرارة ١٠ °س مثبتان في طرفيهما والطرفان الحرّان قريبان جداً من بعضهما بعضا، إذا سُخِّن القضيبان إلى درجة حرارة ٨٠ °س، احسب المسافة بين القضيبين حيث يتلامس القضيبان عند درجة ٨٠ °س.

ولكن إذا كان الجسم الذي سُخِن على شكل صفيحة فإنه يحدث زيادة في كل من طول الصفيحة وعرضها وبالتالي يحدث زيادة على مساحتها، ونقول إن الجسم تمدد تمدداً سطحياً ويساوي معامل التمدد السطحي للمادة مثلي معامل التمدد الطولي لها تقريباً.

أما إذا كان الجسم الذي سُخِن مجسم له أبعاد ثلاثة (أي له حجم معين) فإنه يحدث زيادة في حجم الجسم، ويكون معامل التمدد الحجمي للجسم مساوياً لثلاثة أمثال معامل التمدد الطولي له تقريباً.

ويمكن تعريف **معامل التمدد الحجمي للمادة بأنه معدل الزيادة التي تطرأ على وحدة الحجوم من المادة عندما ترتفع درجة حرارتها درجة سلسيوس واحدة.**

إن التمدد الطولي والسطحي والحجمي يحدث فقط في المواد الصلبة، بينما يكون التمدد في كل من السوائل والغازات حجمي فقط.

فكر يضع طبيب الأسنان حشوة داخل الأسنان في حالة تسوسها، في أي الخصائص الحرارية تتشابه الحشوة مع مادة السن؟ وما تفسيرك لذلك؟

تمدد المواد السائلة بالحرارة:

هل تتمدد السوائل بالطريقة نفسها التي تتمدد بها المواد الصلبة؟ ما تفسيرك لذلك؟

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

أن تسخين السائل يؤدي إلى زيادة حجمه، وأن مقدار الزيادة في حجم السائل تتناسب طردياً مع مقدار الزيادة في درجة حرارة السائل ومع الحجم الأصلي للسائل كما يعتمد على نوع السائل.

ومقدار الزيادة في حجم السائل تُعطى حسب العلاقة التالية:

$$ح_٢ - ح_١ = م_{حـ} \times ح_١ (د_٢ - د_١) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧)$$

ح٢: الحجم عند درجة الحرارة العليا.
ح١: الحجم عند درجة الحرارة الدنيا.
م حـ: معامل التمدد الحجم للمادة.
د٢: درجة الحرارة العليا.
د١: درجة الحرارة الدنيا.
Δح: التغير في الحجم.
Δد: التغير في درجة الحرارة.

ومنها يمكن إيجاد معامل التمدد الحجمي للسائل من العلاقة

$$م_{حـ} = \frac{ح_٢ - ح_١}{ح_١ \times (د_٢ - د_١)} = \frac{\Delta ح}{ح_١ \times (\Delta د)}$$

حيث يعرف **معامل التمدد الحجمي للسائل** بأنه مقدار الزيادة التي تطرأ على وحدة الحجوم من السائل عندما ترتفع درجة الحرارة درجة سلسيوس واحدة .

ولكن السائل يكون موجود داخل وعاء ويحدث تمدد للوعاء أي زيادة في حجمه، وبالتالي تكون الزيادة في حجم السائل التي نشاهدها زيادة ظاهرية، واذا أردنا أن نحسب الزيادة الحقيقية في حجم السائل يجب أخذ الزيادة في حجم الوعاء في الحسبان، ولكن بسبب صغر معامل التمدد الحجمي للمواد الصلبة فإننا نهمل هذه الزيادة في حجم الوعاء.

والجدول رقم (٤) يبيّن معامل التمدد الحجمي لمجموعة من السوائل

المادة	معامل التمدد الطولي (١/ ^{0}س)
كحول الإيثيلي	$١,١٢ \times ١٠^{-٤}$
بنزين	$١,٢٤ \times ١٠^{-٤}$
الأسيتون	$١,٥ \times ١٠^{-٤}$
الزئبق	$١,٨٢ \times ١٠^{-٤}$
زيت الزيتون	$٢,٩ \times ١٠^{-٤}$
جليسرين	$٤,٨٥ \times ١٠^{-٤}$
زيت التربنتين	٩×١٠^{-٤}
الجازولين (السولار)	$٩,٦ \times ١٠^{-٤}$

وقد استخدمت ظاهرة تمدد السوائل في صنع موازين الحرارة، ستتعرف إليها في البند القادم.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

مثال (٥):

اسطوانة من الألمنيوم مملوءة تماماً بزيت التربنتين في درجة حرارة ١٠°س وكان حجم الزيت فيها ٢ لتر، سُخِّنت إلى درجة حرارة ٦٠°س، احسب حجم الزيت المنسكب بإهمال الزيادة في حجم الاسطوانة.

الحلّ:

$م_ح = ٩ \times ١٠^{-٤}$، $ح_١ = ٢$ لتر ، $\Delta د = (٦٠ - ١٠) = ٥٠$ °س

$\Delta ح = م_ح \times ح_١ \times \Delta د$

$= ٩ \times ١٠^{-٤} \times ٢ \times ٥٠ = ٠,٠٩$ لتر

١-٦ : موازين الحرارة

ميزان الحرارة

ما المبدأ الذي تعمل عليه موازين الحرارة؟

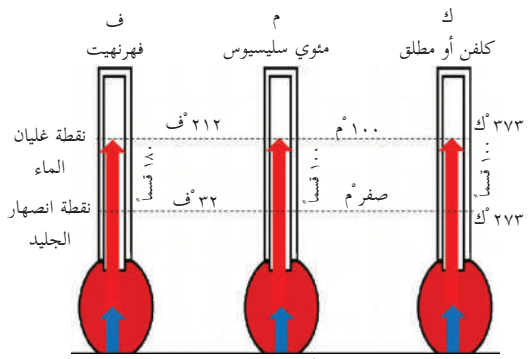
تعرفت سابقاً أن المواد تتمدد عندما ترتفع درجة حرارتها، ويعتمد مقدار التمدد على مقدار الارتفاع في درجة الحرارة، وقد استخدمت هذه الظاهرة في قياس درجة حرارة الأجسام، وتستخدم السوائل في معظم موازين الحرارة، ويتركب ميزان الحرارة من مستودع زجاجيّ رقيق الجدران يتصل به أنبوبة زجاجية رفيعة ومدرّجة ومفرغة من الهواء، ويملأ المستودع وجزء من الأنبوب بسائل كالزئبق أو الكحول، ويعتبر الزئبق من أكثر السوائل المستخدمة في صنع موازين الحرارة.

لماذا ؟

وهناك ثلاثة أنظمة لقياس درجة الحرارة لاحظ الشكل (٦-١):

١- **النظام الفهرنهايتي:** اعتمد على أن ٣٢ ف° هي درجة تجمد الماء و٢١٢ ف° درجة غليان الماء وقسِّمت المسافة بينهما إلى ١٨٠ درجة، ويعتبر أقدم أنظمة قياس درجة الحرارة، وقد وضعه العالم الألماني جبرائيل فهرنهايت ولا زال مستخدماً في الولايات المتحدة حتى الآن.

٢- **نظام سلسيوس (النظام المئوي):** اعتمد على أن صفر سلسيوس هي درجة تجمد الماء، بينما ١٠٠ °س هي درجة غليان الماء وقسِّمت المسافة بينهما إلى ١٠٠ درجة، وهو الأكثر استخداماً في دول العالم، ووضعه العالم السويدي أندريه سلسيوس.



الشكل (٦-١) أنظمة قياس درجة الحرارة

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

٣- **نظام كلفن:** اعتمد هذا النظام على أن بداية تدريجه هي الصفر المطلق حيث تتوقف جزيئات المادة عن الحركة، وأن درجة تجمد الماء هي ٢٧٣ كلفن (مطلق) وأن درجة غليان الماء هي ٣٧٣ كلفن وقسِّمت المسافة بينهما إلى ١٠٠ درجة، وضعه العالم البريطاني اللورد كلفن.

ويمكن التحويل بين الأنظمة من خلال المعادلات التالية:

$ف^\circ = \frac{٩}{٥} س^\circ + ٣٢$ ، $ط^\circ = ٢٧٣^\circ + س^\circ$

مثال (٦):

أ- حول درجة الحرارة ٩٥ ف° إلى كل من النظامين السلسيوس والمطلق.

الحلّ:

$س^\circ = \frac{٥}{٩}(ف^\circ - ٣٢) = \frac{٥}{٩}(٩٥^\circ - ٣٢) = ٣٥ س^\circ$

ط = س + ٢٧٣

= ٣٥ + ٢٧٣ = ٣٠٨ كلفن

سؤال

حول الدرجة ٣٦٣ كلفن إلى كل من النظامين السلسيوس والفهرنهايتي.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١- تعتبر مقياساً لمعدل الطاقة الحركية الناتجة عن حركة الجزيئات:

أ- كمية الحرارة. ب- درجة الحرارة. ج- السعة الحرارية. د- الحرارة النوعية.

٢- جسمان (أ ، ب) متساويان في كتلتيهما ولهما درجة الحرارة نفسها، زودا بكمية الحرارة نفسها، فكانت درجة حرارتهما النهائية مختلفة والسبب في الإختلاف:

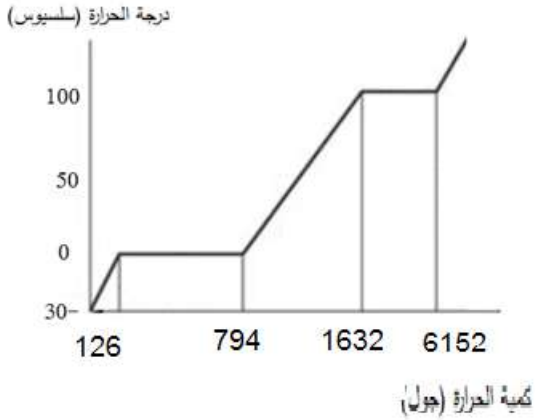
أ- معامل التمدد الحراري. ب- السعة الحرارية.

ج- الحرارة النوعية. د- الحرارة الكامنة للانصهار.

٣- لدينا ٤ كرات متماثلة في الكتلة من (الحديد، النحاس، الألمنيوم، الفضة) سُخنت جميعها إلى درجة الحرارة نفسها وأُلقي كل منها في كأس يحتوي على الكمية نفسها من الماء، الكأس الذي تكون درجة حرارته عند الاتزان أعلى هو الكأس الذي أُلقيت فيه كرة: (مستعينا بجدول الحرارة النوعية):

أ- الحديد. ب- النحاس. ج- الفضة. د- الألمنيوم.

٤- يمثّل الشكل المجاور كميات الحرارة اللازمة لتحويل كتلة من الجليد في درجة حرارة (-٣٠ °س) إلى بخار ماء في درجة (١٠٠°س)، كتلة قطعة الجليد تساوي:



أ- ٢ غم. ب- ٢ كغم.

ج- ١ غم. د- ١ كغم.

٥- غاز حجمه (ح) في درجة حرارة ٢٠ °س، سُخِّن إلى درجة حرارة ٥٠ °س، أي من الخصائص التالية للغاز تقلّ مع زيادة درجة حرارته:

أ- الكتلة. ب- الحرارة النوعية. ج- الكثافة. د- الحجم.

٦- تستمر الحياة البحرية في البحار والمحيطات في المناطق الباردة جداً بسبب:

أ- ظاهرة شذوذ الماء. ب- الحرارة النوعية للماء.

ج- ملوحة مياه البحار والمحيطات د- مقاومتها للبرودة

س٢: ما المقصود بكل من: درجة الحرارة، كمية الحرارة، الحرارة النوعية، الاتزان الحراري.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

س٣: علل ما يلي تعليلاً علمياً صحيحاً.

١. لا يصلح ميزان الحرارة الكحولي لقياس درجة غليان الماء.

٢. يكون التمدد في السوائل حجمي فقط.

٣. تفريغ سائقي السيارات جزء من هواء العجلات عند السير لمسافات طويلة في فصل الصيف.

٤. يفضل استخدام زجاج البايركس على الزجاج العادي في صناعة الأواني الزجاجية المستخدمة في المختبرات.

٥. حدوث تصدعات في الصخور التي يوجد بها شقوق في أيام الشتاء التي تنخفض فيها درجة الحرارة ما دون الصفر.

س٤: مسعر نحاسي سعته الحرارية ٣٣,٦ جول / كلفن يحتوي بداخله على ١٠٠ غم ماء في درجة حرارة ١٠ °س، أُسقطت فيه قطعة من الألمنيوم سعتها الحرارية ٢٢,٠٥ جول / كلفن ودرجة حرارتها ١٠٠ °س ، احسب درجة حرارة المزيج عند الاتزان.

س٥: أنبوب من الألمنيوم طوله ٣ م في درجة حرارة ٢٠°س، احسب طول الأنبوب عند:

أ- ١٠٠ °س. ب- صفر °س.

س٦: مخبار مدرج به ٧٠ سم^{٣} من سائل في درجة حرارة ٢٥ °س، احسب الزيادة في حجم السائل عندما ترتفع درجة حرارته الى ٧٥ °س، علماً بأن معامل التمدد الحجمي للسائل ١,٥ × ١٠$^{-٤}$ / °س.

س٧: عند أي درجة حرارة تتساوى قراءة كل من الميزان الفهرنهايتي والمئويّ؟

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

تتكون المادة سواء كانت في حالة صلبة أو سائلة أو غازية من جسيمات صغيرة جداً (جزيئات)، وإن هذه الجزيئات في حركة مستمرة تعتمد على الطاقة الداخلية للنظام، فزيادة الطاقة الداخلية للنظام تنتج عن تزويد النظام بكمية من الحرارة يمكن أن تعمل على رفع درجة حرارة النظام أو تغير في حالته أو الاثنين معاً، كما أن تزويد النظام بكمية من الحرارة قد يؤدي إلى بذل شغل داخل النظام، لذا يختصّ علم التحريك الحراري بدراسة خصائص انتقال الطاقة الحرارية وتحولاتها إلى أشكال أخرى كشغل على النظام أو زيادة الطاقة الداخلية له والعلاقة التي تربط بينهما، وما يصاحب من تغيرات تطرأ على كل من الحجم والضغط ودرجة الحرارة للمادة في الحالة الغازية نتيجة التغير في الطاقة الداخلية لها، وسنركز في دراستنا لهذا الفصل على الحالة الغازية.

يتوقع من الطلبة بعد دراستهم هذا الفصل والتفاعل مع أنشطته أن يكونوا قادرين على تطبيق مفاهيم الميكانيكا في حل مسائل تتعلق بالديناميكا الحراريّة من خلال تحقيق الآتي:

- تفسير بعض الظواهر بالاعتماد على نظرية الحركة الجزيئية.
- حل مسائل بسيطة على قوانين الغازات.

٢-١: الحركة البراونية ونظرية الحركة الجزيئية

لتتعرف إلى الحركة البراونية نفّذ النشاط التالي:

نشاط (١): الحركة البراونية:

المواد والأدوات:

كأس زجاجي، وقطارة، وعلبة حبر سائل وماء.

الخطوات:

١- املأ الكأس الزجاجي بالماء.
٢- ادخل القطارة بعلبة الحبر السائل واملأها بالحبر السائل.
٣- ضع بضع قطرات من الحبر في كأس الماء وانتظر ٥ دقائق، ولاحظ ما يحدث للماء.
٤- ما تفسيرك لانتشار الحبر في الماء؟

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

لعلك توصلت إلى أن جزيئات الماء في حالة حركة مستمرة، وهذه الحركة تكون عشوائية وهي التي أدت إلى انتشار الحبر في الماء، نتيجة اصطدام جزيئات السائل في جزيئات الحبر.

ففي عام ١٨٢٨م لاحظ العالم الإيطالي روبرت براون الحركة العشوائية لحبوب اللقاح المعلقة في الماء، وفي عام ١٩٠٥ أطلق العالم البرت اينشتاين على الحركة العشوائية لجزيئات السائل اسم الحركة البراونية تكريماً للعالم روبرت براون، وفسر اينشتاين هذه الحركة بسبب اصطدام جزيئات غير مرئية (جزيئات السائل) في حبوب اللقاح مما جعلها تتحرك حركة عشوائية.

لقد نظم العلماء خصائص حركة جزيئات الغاز في مجموعة من الفروض أُطلق عليها اسم نظرية الحركة الجزيئية وهي:

١- يتألف الغاز النقي من عدد هائل من الجزيئات المتناهية في الصغر والمتماثلة في الشكل والكتلة.

٢- تتحرك الجزيئات بسرعات في المتوسط كبيرة وفي خطوط مستقيمة، وتتصادم مع بعضها بعضا ومع جدران الوعاء الذي توجد بداخله تصادمات مرنة دون أن تفقد من طاقتها الحركية.

٣- أبعاد الجزيئات صغيرة جداً إذا ما قورنت بالمسافات التي تتحركها، كما أن قوى التجاذب بين الجزيئات ضعيفة جداً حيث يمكن إهمالها مقارنة بالقوى الناتجة بينها أثناء التصادم.

٤- تكون طاقة وضع جزيئات الغاز صغيرة جداً إذا ما قورنت بطاقة حركتها حيث يمكن اعتبار طاقة الجزيء عبارة عن طاقته الحركية فقط.

لا يوجد غاز تنطبق عليه فروض نظرية الحركة الجزيئية جميعها، ولكن بعض الغازات في ظروف محددة من الضغط ودرجة الحرارة يمكن أن نعتبرها غازات مثالية كالغازات الخاملة وغازات الأكسجين والهيدروجين والنيتروجين وغيرها، ويمكن تعريف الغاز المثالي بأنه غاز افتراضي تنطبق عليه فروض نظرية الحركة الجزيئية جميعها.

٢-٢: قوانين الغازات:

لمعرفة سلوك الغازات لا بد من دراسة المتغيرات التي تحكم سلوك الغاز من الضغط والحجم ودرجة الحرارة والكثافة وعدد الجزيئات، وحتى نتعرف إلى سلوك الغاز من الضروري دراسة المتغيرات حيث يتم دراسة أثر كل عامل على العامل الآخر مع ضبط المفاهيم الأخرى. وسندرس أربعة قوانين، هي:

١- قانون أفوجادرو

ما العلاقة بين حجم الغاز وعدد المولات (كتلة الغاز)؟ للتعرف إلى إجابة هذا السؤال نفّذ النشاط التالي:

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

نشاط (٩): العلاقة بين حجم الغاز وعدد المولات:

المواد والأدوات: بالون، ومنفاخ ولاصق.

الخطوات:

١- ثبّت فوهة البالون على فوهة المنفاخ باللاصق.

٢- باستخدام المنفاخ ادخل الهواء إلى البالون بدفع ماسورة المنفاخ مرات عديدة ولتكن ٥ مرات ولاحظ حجم البالون.

٣- ادفع ماسورة المنفاخ ٥ مرات إضافية ولاحظ الحجم الجديد للبالون وقارنه مع الخطوة ٢

٤- ادفع ماسورة المنفاخ ٥ مرات اخرى ولاحظ الحجم الجديد للبالون وقارنه مع الخطوة ٣

٥- من خلال النشاط، ما العلاقة التي تربط بين كتلة الغاز التي أُدخلت في البالون (عدد المولات) وحجمه.

لعلك توصلت من خلال النشاط أن حجم الغاز يتناسب طردياً مع عدد المولات الموجودة في وعاء قابل للتمدد عند ثبات كل من ضغطه ودرجة حرارته وهذا ما يعرف بقانون أفوجادرو أي أن $\frac{ح_١}{ن_١} = \frac{ح_٢}{ن_٢}$

حيث (ح) الحجم و (ن) عدد المولات.

وقد وجد تجريبياً أن مولاً واحداً من أي غاز يشغل حيزاً مقداره ٢٢,٤ لتراً في الظروف المعيارية من الضغط ودرجة الحرارة، وهي ضغط جوي واحد ودرجة حرارة ٢٧٣ كلفن، كما وجد أن المول الواحد يحتوي على عدد أفوجادرو من الجزيئات وهو ٦,٠٢ × $١٠^{٢٣}$ جزيء.

مثال (١):

عينة من غاز الهيدروجين كتلتها ١٠ غم، إذا علمت أن الكتلة المولية للهيدروجين ٢ غم / مول، جد ما يلي.

١- عدد مولات الهيدروجين ٢- عدد جزيئات الهيدروجين.

الحلّ:

١- عدد المولات = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$ ، ن = $\frac{ك}{ك_م}$ = $\frac{١٠}{٢}$ = ٥ مول.

٢- عدد الجزيئات = عدد المولات × عدد أفوجادرو

= ٥ × ٦,٠٢ × $١٠^{٢٣}$

= ٣٠,١٠ × $١٠^{٢٣}$ جزيء.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

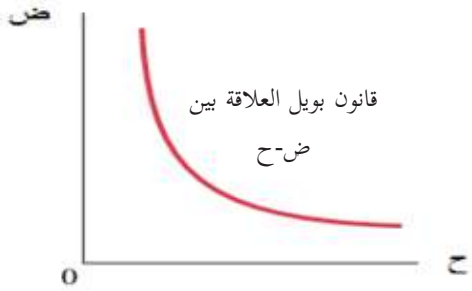
فكر

عينة من غاز النيتروجين تحتوي على ٦,٠٢ × ١٠^٢٤ جزيء، إذا علمت أن الكتلة المولية للنيتروجين ٢٨ غم / مول، جد كتلة هذه العينة من النيتروجين.

٢- قانون بويل:

ما العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه؟

إن العلاقة التي تربط بين حجم الغاز وضغطه عند ثبات درجة حرارته، وهذه العلاقة توصل إليها العالم بويل وينص قانونه: على أن **ضغط الغاز يتناسب تناسباً عكسياً** .



وبالرموز فإن ض $\propto \frac{١}{ح}$

ومنها ض × ح = ثابت

أي أن:

ض$_١$ × ح$_١$ = ض$_٢$ × ح$_٢$ = ث$_١$ .....(١)

مثال (٢):

غاز حجمه ١٠٠ سم^٣ وضغطه ١ ضغط جويّ، احسب مقدار ضغط هذا الغاز عندما يصبح حجمه ٥٠ سم^٣ على فرض ثبات درجة حرارته

الحلّ:

ح$_١$ = ١٠٠سم^٣ ، ض$_١$ = ض$_ج$ ، ح$_٢$ = ٥٠ سم^٣ ، ض$_٢$ = ؟

ض$_١$ × ح$_١$ = ض$_٢$ × ح$_٢$ ، ض$_ج$ ×١٠٠ ×١٠$^{-٦}$ = ض$_٢$ × ٥٠ × ١٠$^{-٦}$

ومنها ض$_٢$ = ٢ض$_ج$

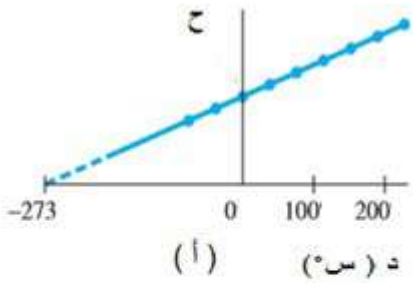
سؤال

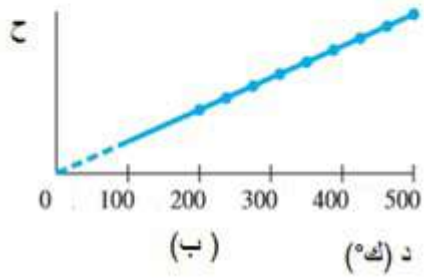
عينة من غاز الأكسجين تحتوي على ٢ مول في الظروف المعيارية، إذا تمددت هذه العينة حيث أصبح حجمها ٨٩,٦ لتراً تحت درجة حرارة ثابتة، ما مقدار ضغط الغاز الجديد؟

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

٣- قانون شارل

ما العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبات الضغط؟





إن **حجم الغاز يتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغطه، وهذا ما توصل اليه العالم شارل.**

وبالرموز ح ∝ د ، حيث (ح) حجم الغاز و(د) درجة حرارة الغاز المطلقة.

أي أن ح = ث$_{٢}$ × د أو $\frac{ح}{د}$ = ث$_{٢}$

في المكبس حر الحركة وذو غطاء خفيف يكون الضغط على جانبي الغطاء ثابت.

$$\frac{ح_{١}}{د_{١}} = \frac{ح_{٢}}{د_{٢}} = ث_{٢} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٢)$$

مثال (٣):

غاز حجمه ٥٠٠ سم^{٣} عند درجة حرارة ٢٠ °س، ما مقدار حجم الغاز اذا سُخِّن الى درجة حرارة ٨٠ °س على فرض ثبات الضغط؟

الحلّ: ح$_{١}$ = ٥٠٠ سم^{٣} ، د$_{١}$ = ٢٠°س = ٢٠ + ٢٧٣ = ٢٩٣ °ك

ح$_{٢}$ = ؟ ، د$_{٢}$ = ٨٠°س ، د$_{٢}$ = ٨٠ + ٢٧٣ = ٣٥٣ °ك

$\frac{ح_{١}}{د_{١}} = \frac{ح_{٢}}{د_{٢}}$ ، $\frac{ح_{٢}}{٣٥٣} = \frac{٥٠٠}{٢٩٣}$ ومنها ح$_{٢}$ = ٦٠٢,٤سم^{٣}

سؤال

عينة من غاز النيتروجين عدد مولاتها ٤ مول في الظروف المعيارية، سُخِّنت الى درجة حرارة ١٠٠ °س ، ما مقدار حجم العينة إذا بقي ضغط الغاز ثابتاً؟

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

٤- قانون غايلوساك: العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته

ما العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبات حجمه؟

أن **ضغط الغاز يتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجمه، وهذه العلاقة توصّل إليها العالم غايلوساك** وأصبحت تُعرف فيما بعد باسم قانون غايلوساك.

ويمكن التعبير عن قانون غايلوساك رياضياً : ض $\propto$ د

أن ض= ث$_{٣}$ × د أو $\frac{ض}{د}$ = ثابت، حيث تقاس درجة الحرارة بالكلفن

$$\frac{ض_{١}}{د_{١}} = \frac{ض_{٢}}{د_{٢}} = \text{ثابت} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٣)$$

مثال (٤):

غاز محصور ضغطه ٥ × ١٠^{٥} باسكال في درجة حرارة ٢٠٠ كلفن، فإذا تم تسخين الغاز إلى درجة حرارة ٣٠٠ كلفن، ما مقدار ضغط الغاز على فرض ثبات حجمه؟

الحلّ: ض$_{١}$ = ٥ × ١٠^{٥} باسكال ، د$_{١}$ = ٢٠٠ كلفن ، ض$_{٢}$ = ؟ ، د$_{٢}$ = ٣٠٠ كلفن

$\frac{ض_{١}}{د_{١}} = \frac{ض_{٢}}{د_{٢}}$ ، $\frac{ض_{٢}}{٣٠٠} = \frac{٥ \times ١٠^{٥}}{٢٠٠}$ ، ومنها ض$_{٢}$ = ٧,٥ × ١٠^{٥} باسكال

سؤال

إذا علمت أن ضغط غاز محصور يساوي ٢ ضغط جوي عند درجة حرارة ٣٥٠ كلفن، تم تبريد الغاز حيث أصبح ضغطه ١,٥ ضغط جوي، ما مقدار درجة حرارة الغاز الجديدة؟

٢-٣: القانون العام للغازات (Univrsal Law of Gases):

ما العلاقة التي تحكم سلوك الغازات إذا كان كل من الضغط والحجم ودرجة الحرارة متغيرة ؟

إن العلاقة التي تنظم سلوك الغازات في حالة حدوث تغيرات على كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم، يمكن الحصول عليها بدمج القوانين الثلاث (بويل وشارل وغايلوساك) لنحصل على العلاقة التالية:

$$\frac{ض \times ح}{د} = ن \times أ \quad \ldots\ldots (٤)$$ ويطلق عليها معادلة الغاز المثالي.

ض: ضغط الغاز.
ح: حجم الغاز.
د: درجة حرارة الغاز بالكلفن.
ن: عدد مولات الغاز.
أ: الثابت العام للغازات.

وقد وجد أن الثابت العام للغازات (أ) = ٠,٠٨٢١ لتر ضغط جوي/ كلفن مول

أو بالنظام الدولي أ = ٨,٣١٤ جول/ كلفن مول.

ويمكن إجراء الحسابات على القانون العام للغازات بين الوضع الابتدائي والوضع النهائي من خلال العلاقة $\frac{ض_{١} \times ح_{١}}{د_{١}} = \frac{ض_{٢} \times ح_{٢}}{د_{٢}}$

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

مثال (٥):

عينة من غاز الأرغون حجمها ٢٠ لتراً في درجة حرارة ٢٧٣ كلفن وضغطها ١ ضغط جوي، كم يصبح حجم الغاز إذا تم تبريده إلى درجة حرارة ١٢٠ كلفن وزيادة ضغطه إلى ١,٢٥ ضغط جوي.

الحلّ:

$ح_١ = ٢٠$ لتر ، $د_١ = ٢٧٣$ كلفن ، $ض_١ = ١ \times ١٠^{٥}$ باسكال، $ح_٢ = ؟$ ، $د_٢ = ١٢٠$ كلفن،

$ض_٢ = ١,٢٥ \times ١٠^{٥}$ باسكال

$$\frac{ض_٢ \times ح_١}{د_١} = \frac{ض_٢ \times ح_٢}{د_٢} \quad ، \quad \frac{١ \times ١٠^{٥} \times ٢٠}{٢٧٣} = \frac{١,٢٥ \times ١٠^{٥} \times ح_٢}{١٢٠} \quad ، \quad \text{ومنها } ح_٢ = ٧,٠٣ \text{ لتر .}$$

سؤال

وعاء يحتوي على غاز الهيليوم حجمه ٠,٠٢ م^{٣} وضغطه ١٣,٧٨ × ١٠^{٦} باسكال وفي درجة حرارة ٢٥٠ كلفن، إذا أفرغ الوعاء في بالون وكان الضغط داخله ١ ضغط جوي ورُفعت درجة حرارته إلى ٣٠٠ كلفن، ما حجم البالون؟

أسئلة الفصل

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

١- عينة من غاز الأكسجين حجمها ٢,٢٤ لتراً في الظروف المعيارية ، ما عدد جزيئات الأكسجين في العينة؟

أ- ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ب- ٢٠,٦ × ١٠^{٢٤} ج- ٦,٠٢ × ١٠^{٢٢} د- ١٢,٠٤ × ١٠^{٢٢}

٢- واحدة من الآتية لا تمثّل فرضاً من نظرية الحركة الجزيئية في الغازات:

أ- جزيئات الغاز مهملة الأبعاد. ب- القوى بين الجزيئات ضعيفة جداً.

ج- تتصادم الجزيئات تصادمات مرنة. د- طاقة وضع الجزيء تمثّل طاقته.

س٢: عرف الغاز المثاليّ، الحركة البراونية، نظرية الحركة الجزيئية.

س٣: علل: لتجفيف الغسيل سريعا يجب نشره في مكان مشمس وذي تهوية عالية.

س٤: غاز مثالي محصور داخل وعاء حجمه ثابت، في درجة حرارة ٢٠°س وضغط ٢,٥ ض.، ما مقدار ضغط الغاز عندما تصبح درجة حرارته ٩٠°س .

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١- مكعبان من الحديد والألمنيوم متماثلان في الحجم لهما درجة الحرارة نفسها ٢٥ °س وضعا في حوض ماء ساخن درجة حرارته ٨٠°س، فاكتسب كل منهما كمية من الحرارة مختلفة عن الآخر بسبب:

أ- الاختلاف في حرارتهما النوعية. ب- الاختلاف في كتلهما.

ج- الاختلاف في سعتهما الحرارية. د- الاختلاف في التغير في درجة حرارتهما.

٢- ثلاث كرات (أ حديدية ، ب نحاسية ، ج زجاجية) متماثلة في كتلها زودت بكمية الحرارة نفسها ومن ثم وضعت الكرات الثلاث لتلامس كل منهما الأخرى، أيّ العبارات الآتية صحيحة:

أ- يحدث انتقال حرارة من الكرة ج إلى الكرة (أ).

ب- يحدث انتقال حرارة من الكرة ج إلى الكرة (ب).

ج- يحدث انتقال حرارة من الكرة ب إلى الكرة (ج).

د- لا يحدث انتقال حراريّ بين الكرات الثلاث.

٣- شريط ثنائيّ الفلز وجهه العلوي من النحاس والسفلي من الحديد سُخِّن على مصدر حراري فإن الشريط:

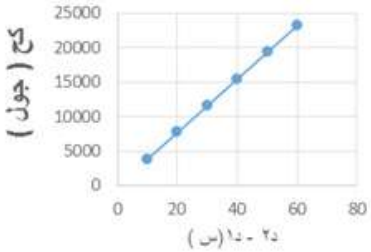
أ- يتمدد وينحني للأعلى.

ب- يتمدد وينحنى للأسفل.

ج- لا يحدث أيّ تغير.

د- يتمدد بشكل مستقيم.

٤- الشكل المجاور يمثّل منحنى كمية الحرارة التي يكتسبها جسم مع الارتفاع في درجة حرارته، إن ميل المنحنى يمثّل:



أ- الحرارة النوعية. ب- السّعة الحرارية.

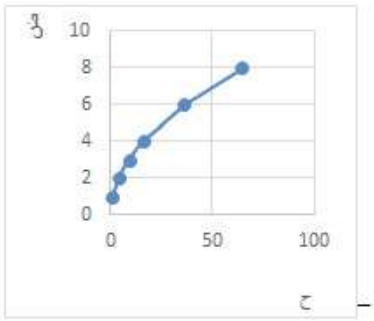
ج- الكتلة. د- التغيّر في الطاقة الداخلية.

٥- غاز حجمه (ح) وعدد مولاته ن في الظروف المعيارية، كم سيصبح عدد مولاته إذا أصبح حجمه (٣ح) تحت الظروف المعيارية نفسها؟

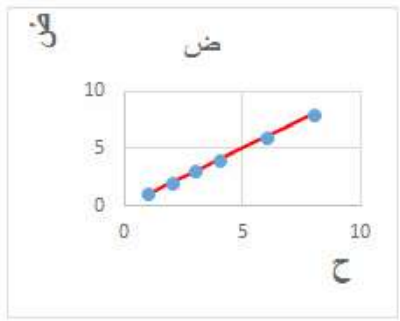
أ- ن. ب- ٣ ن. ج- $\frac{١}{٣}$ ن. د- ٩ ن.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

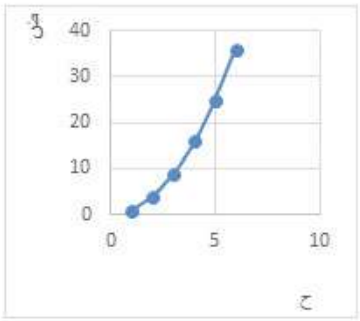
٦- أفضل خطّ بيانيّ يمثّل العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه هو:



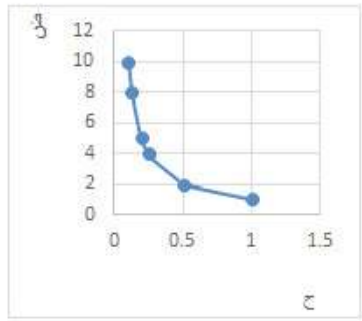
ب –



أ –



د –

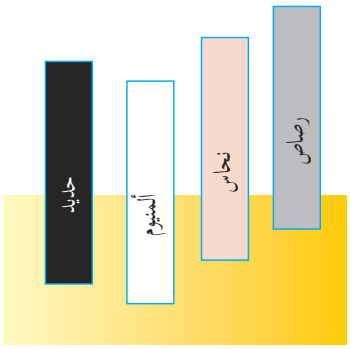


ج –

س٢: علل ما يلي: يزداد ضغط غاز محصور بزيادة درجة حرارته.

س٣: سيارة سعة خزان البنزين فيها ٤٥ لترا فإذا كان الخزان مملوءاً تماماً في درجة حرارة ٢٠ °س، وفي وقت الظهيرة ارتفعت درجة الحرارة إلى ٤٥ °س، احسب حجم البنزين الذي ينسكب من الخزان بإهمال تمدد الخزان.

س٤: يمثّل الشكل المجاور أربعة قضبان من (الرصاص، النحاس، الألمنيوم، الحديد) متماثلة في الكتلة ولها مساحة المقطع نفسها، سُخِّنت إلى درجة الحرارة نفسها، ومن ثم وضعت على قالب من الشمع فغاصت فيه كما في الشكل.



١- أيّ القضبان اكتسب أكبر كمية حرارة وأيّها أقل كمية حرارة.

٢- لماذا دخل قضيب الألمنيوم بمقدار أكبر في الشمع.

٣- رتّب القضبان تنازلياً حسب حرارتها النوعية.

س٥: ساق من الحديد طولها ١٠٠ سم في درجة حرارة ٢٥ °س وضعت في فرن للتسخين فأصبح طولها ١٠٠,٩٦سم. احسب درجة حرارة الفرن.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة:

١. تُصاب اليد بالحرق عند لمس الأجزاء المعدنية السّاخنة لأن:

أ- اليد تفقد طاقة حرارية عند لمس المعدن. ب- اليد تكتسب طاقة حرارية عند لمس المعدن.

جـ- الحرارة تنتقل من اليد إلى المعدن. د- تبادل الحرارة بين اليد والمعدن غير ممكن.

٢. سُخّن وعاءان من الماء، أحدهما يحتوي على كمية ماء أكثر من الآخر على اللهب نفسه وفي المدة نفسها. أحد العبارات الآتية غير صحيحة:

أ- درجة حرارة الماء في الوعاء الأقل كمية ستكون أعلى.

ب- زوّد الوعاءان بكميتين متساويتين من الحرارة.

جـ- الوعاءان سيصبح لهما درجة الحرارة نفسها.

د- كمية الحرارة نفسها ترفع درجة حرارة الكتل المختلفة من الماء بمقادير مختلفة.

٣. تعتمد السّعة الحرارية لجسم ما على:

أ- فرق درجات الحرارة. ب- كتلة الجسم. جـ- حجم الجسم. د- مساحة سطح الجسم.

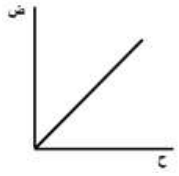
٤. عند تسخين مادة ما فإن الخاصية التي تتغيّر، هي:

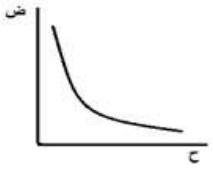
أ- حرارتها النوعية. ب- كتلتها. جـ- كثافتها. د- سعتها الحرارية.

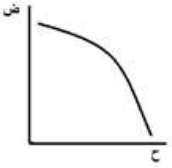
٥. تعتمد الحرارة النّوعية لكرة فلزية على:

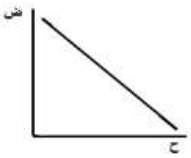
أ- كتلة الكرة. ب- مساحة سطح الكرة. جـ-حجم الكرة. د- نوع مادة الكرة.

٦. الشّكل الذي يمثّل العلاقة بين حجم غاز وضغطه عند ثبات درجة حرارته، هو:

أ- 

ب- 

جـ- 

د- 

٧. حجم مقدار معين من الغاز المثالي يتناسب تناسباً طردياً مع:

أ- درجة حرارته بمقياس فهرنهايت. ب- درجة حرارته بمقياس سليزيوس.

ج- درجة حرارته بمقياس كلفن. د- ضغطه.

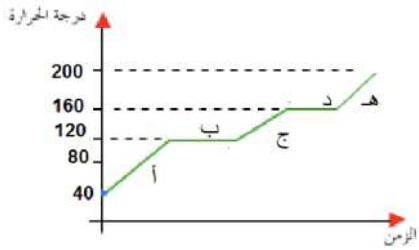
٨. يحدث تبادل حراري بين نظامين إذا كانا:

أ - مختلفين في الكتلة. ب- مختلفين في طاقة حركة جزيئات كل منهما.

ج- متساويين في درجة الحرارة. د- متساويين في كمية الحرارة.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

س٢: يمثّل الشّكل المجاور العلاقة بين درجة الحرارة والزمن في أثناء انصهار مادة ما، ادرس الشكل جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التّالية:



أ- ما درجة انصهار المادة؟

ب- ما درجة غليان المادة؟

جـ- ما الحالة التي توجد عليها المادة الفترة (أ)، (ب)؟

د- ما الحالة التي توجد عليها المادة الفترة (جـ)، (د)؟

س٣: أُغلق وعاء أسطواني الشكل عند درجة حرارة ٢٠ س°، ثم ترك بعد ذلك في الشّمس فارتفعت درجة حرارته إلى ٦٠ س°، فإذا كان الضّغط الابتدائي يساوي الضّغط الجويّ، فاحسب مقدار الضغط النهائي في البرميل.

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a

الأرض، الشمس، القمر، النجوم، الكواكب، كانت موضع اهتمام وأحلام الإنسان منذ أن وجد، فهي عالم من الأسرار أثار فضوله نحو اكتشاف المجهول على مر التاريخ، ولعل أول ما يخطر ببال دارس علم الفلك التعرف على السماء وما تحتويه من أجرام سماوية ففي معرفته لأنواع هذه الأجرام وخواصها العامة بداية جيدة لمعرفة حركتها وتفسير تلك الحركات، وتعيين مواقعها في أوقات مختلفة من اليوم أو السنة.

فكيف يتم تحديد مواقع النجوم؟ وما النتائج المترتبة على حركة الأرض حول نفسها؟ وكيف يتم تحديد الاتجاهات الأربعة من خلال حركة الشمس؟ وما النتائج المترتبة على حركة الأرض حول الشمس؟ وكيف يحدث كسوف الشمس وخسوف القمر؟

يتوقع منك القيام بالمهات الآتية:

١. **أكتب تقريراً حول التطور التاريخي لعلم الفلك عند قدماء المصريين، ولدى العلماء المسلمين**

٢. **تعرف على المفاهيم الآتية: الكرة السماوية ومعالمها (سَمت الرأس، النظير، دائرة الأفق، دائرة الزوال، دائرة البروج).**

٣. **قدم عرضاً أمام صفك توضح فيه الحركة الظاهرية للشمس وما ينتج عنها من ظواهر، وحركة القمر في السماء موضحاً أطواره.**

٤. **أكتب تقريراً عن كسوف الشمس وخسوف القمر مستعيناً بالرسومات التوضيحية.**

الملتقى التربوي
. https://www.wepal.net
www.wepal.net | RESOURCE #114469 | TRACK 807eeba4e3ceb13a