



**إهداء الى كل ابنائي وطالبي**

**ومحبي الفيزياء**

# دكتور حازم فالح سكيك [www.hazemsakeek.net](http://www.hazemsakeek.net/)

### 2

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

من ترجمة الجزء

لحظة انتهائي

لمن عظيم سعادتي ودواعي سروري

انه

السالم عليكم ورحمة هللا وبركاته،

العشرون من كتاب الفيزياء الشهير للمؤلف سيروي ألقدمه ألبنائي الطلبة ليكون لهم عونا في فهم ودراسة هذا الجزء الذي يتناول القانون األول في الديناميكا الحرارية راجيا من هللا العلي القدير ان يتقبله مني على ما تفضل به

من نعم علي.

لقد راعيت اثناء صياغة الجمل ان تكون متسلسلة ومفهومة ومترابطة وواضحة وقريبة من حياتنا العملية بعيدا عن الترجمة الحرفية. عرضت المسائل وحلولها بطريقة شيقة كأنك تحضر محاضرة فعلية حيث أدرج تحليل لكل مسألة قبل الشروع في حلها وتوضيح القانون المستخدم لحلها والمعطيات والمجاهيل الالزمة إليجاد المطلوب ليتمكن الطالب من التفكير بنفس الطريقة في حل المسائل المطلوبة في نهاية الجزء، هذا باإلضافة الى تحليل القيم الناتجة وافتراض ماذا يحدث لو تغير أحد متغيرات المسألة وذلك حتى يتعود الطالب على التمعن في القيم التي

يحصل عليها وان تكون قريبة من توقعاته.

يسعدني سماع تعليقاتكم وآرائكم حول الترجمة وان كان هناك أي أخطاء او اجي فقرات او جمل بحاجة إلعادة

على بريدي

استقبال رسائلكم

يسعدني

في رسالتكم مع خالص حبي وتقديري.

صياغة اإلشارة لها

[skhazem@gmail.com](mailto:skhazem@gmail.com)



**د. حازم فالح سكيك**

استاذ الفيزياء المشارك بجامعة االزهر-غزة رئيس قسم الفيزياء بجامعة االزهر - غزة

في الفترة 3991-3991

مؤسس وعميد كلية الدراسات المتوسطة

بجامعة االزهر - غزة من الفترة -3991

5002

عميد القبول والتسجيل بجامعة االزهر-غزة

في الفترتين 5000-3991 و5001-5002 مدير الحاسب االلي بجامعة االزهر - غزة

في الفترة من 5000-3991

رئيس وحدة تكنولوجيا المعلومات بجامعة

االزهر - غزة في الفترة من 5002-5000 مؤسس موقع الفيزياء التعليمي

واكاديمية الفيزياء للتعليم االلكتروني ومركز الترجمة العلمي

وقناة الفيزياء التعليمي على اليوتيوب ورئيس تحرير مجلة الفيزياء العصرية [www.hazemsakeek.net/](http://www.hazemsakeek.net/)

**د. حازم فالح سكيك**

5102 – 5 – 52 غزة

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**3**



**توثيــــق**

BD14594_

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **البيان** | **البند** | م |
| **Physics for Scientists and Engineers By**  **Raymond A. Serway & John W. Jewett**  **8th Edition** | **المصدر** | **1** |
| **الوحدة الثالثة**  **الجزء العشرون: القانون األول في الديناميكا الحرارية** | **الموضوع** | **2** |
| **د. حازم فالح سكيك** | **المترجم** | **3** |
| **د. حازم فالح سكيك** | **المراجعة العلمية** | **4** |
| **د. حازم فالح سكيك** | **المراجعة اللغوية** | **5** |
| **فيزياء** | **التصنيف** | **6** |
| **كتاب** | **الفئة** | **7** |
| **2213-2-25** | **التاريخ** | **11** |

BD14594_

### 4

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

#### حتى العام 1552، اعتبر علم الديناميكا الحرارية thermodynamics وعلم الميكانيكا mechanics فرعين مختلفين من أفرع العلوم، وأن قانون حفظ الطاقة يصف فقط أنظمة ميكانيكية محددة. ولكن في منتصف القرن التاسع عشر أثبتت

**هناك ارتباط قوي بين انتقال الطاقة بواسطة**

**وآخرون إن**

**James Joule**

**العالم جيمس جول**

**التجربة التي أجراها**

**الحرارة في العمليات الحرارية وانتقال الطاقة بواسطة الشغل في العمليات الميكانيكية. اليوم نحن نعرف إن الطاقة**

**الداخلية، والتي سوف نشرحها في هذا الجزء، يمكن ان تتحول الى طاقة ميكانيكية. وبمجرد ان اصبح مبدأ الطاقة معمما**

**ليشمل االنظمة الميكانيكية والطاقة الداخلية، فان قانون حفظ الطاقة يظهر كقانون كوني في الطبيعة.**

**هذا الجزء يركز على مفهوم الطاقة الداخلية، والعمليات التي تنتقل الطاقة من خاللها، وكذلك على القانون االول في الديناميكا الحرارية، وبعض التطبيقات الهامة للقانون األول. يصف القانون األول في الديناميكا الحرارية انظمة محددة يكون فيها التغير الوحيد في الطاقة هو التغير في الطاقة الداخلية وتنتقل الطاقة بواسطة الحرارة او الشغل. كما ان هناك فرق شاسع بين مفهوم الشغل في هذه الوحدة ومناقشتنا للشغل في وحدة الميكانيكا واالجزاء التابعة لها في هذا الكتاب**

**وهو اننا سوف نتعامل مع الشغل المبذول على االنظمة القابلة للتشكيل systems .deformable**

.

**في هذه الصورة نشاهد بحيرة Mt.Baker بجوار بيلينجهام في واشنطن، ونرى في الصورة دليل واضح على ان الماء يوجد في حاالته الثالث. نالحظ الماء في وسط البحيرة والثلج يظهر على األرض. والسحب في السماء تتكون من قطرات من الماء التي تكثفت من بخار الماء في الجو. التغير في المادة من طور ألخر ناتج عن انتقال**

**الطاقة.**

### 5

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

C:\Users\Dr. Hazem F. Sakeek\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.IE5\RIW6U4ZY\MMj03957010000[1].gif

**اررية**

**الديناميكا الح**

**الثالثة:**

**الوحدة**

**القانون األول في الديناميكا الحرارية**

**العشرون:**

**الجزء**



|  |  |
| --- | --- |
| **20.1 Heat and Internal Energy** | **1.22 الح اررة والطاقة الداخلية** |
| **20.2 Specific Heat and Calorimetry** | **2.22 الح اررة النوعية والمسعر** |
| **20.3 Latent Heat** | **3.22 الح اررة الكامنة** |
| **20.4 Work and Heat in Thermodynamic Processes** | **4.22 الشغل والح اررة في العمليات**  **الثيرموديناميكية** |
| **20.5 The First Law of Thermodynamics** | **5.22 القانون األول في الديناميكا الح اررية** |
| **20.6 Some Applications of the First Law of Thermodynamics** | **6.22 بعض التطبيقات على القانون األول في**  **الثيرموديناميكا** |
| **20.7 Energy Transfer**  **Mechanisms** | **7.22 عمليات االنتقال الحراري** |

C:\Users\Dr. Hazem F. Sakeek\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.IE5\RIW6U4ZY\MMj03957010000[1].gif

### 6

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**1.22 الحرارة والطاقة الداخلية Energy Internal and Heat**

**تجنب خطأ شائع 1.22**

**الطاقة الداخلية، والطاقة الحرارية،**

**وطاقة الربط.** عندما نقرأ في كتب الفيزياء، سوف ترى بعض المصطلحات مثل الطاقة الحرارية وطاقة الربط. الطاقة الحرارية يمكن ان تفسر على انها جزء من الطاقة الداخلية المصاحبة للحركة العشوائية للجزيئات ولهذا فهي مرتبطة بدرجة الحرارة. طاقة الربط هي طاقة الوضع المتبادلة بين

الجزيئات.

ولهذا فإن،

الطاقة الداخلية = الطاقة الحرارية +

طاقة الربط بالرغم من ان هذا التفصيل مدرج هنا للتوضيح بغض النظر عن الكتب األخرى، اال اننا لن نستخدم هذين

المصطلحين لعدم الحاجة لهما.

هذان المصطلحان في األغلب

،*heat*

والح اررة

*internal energy*

في البداية، من المهم ان نفرق بين الطاقة الداخلية

يستخدمان بشكل متبادل وغير صحيح في معظم اللغات.

**الطاقة الداخلية energy internal** هي كل طاقة النظام المصاحبة لمكوناته المجهرية – الذ ارت والجزيئات – عندما

ينظر لها من محاور اسناد ثابتة بالنسبة لمركز ثقل النظام.

الجزء األخير من تلك الجملة يضمن ان أي طاقة حركية للنظام ناتجة عن حركته خالل الف ارغ ال تدخل ضمن الطاقة

الداخلية. الطاقة الداخلية تشمل طاقة الحركة لالنتقال العشوائي، والدو ارني، واالهت اززي لحركة الجزيئات، وطاقة الوضع

االهت اززية المصاحبة للقوى بين الجزيئات. ومن المفيد ان نربط الطاقة الداخلية مع درجة ح اررة الجسم، ولكن هذه العالقة محدودة. سوف نرى في الجزء 2.51 ان التغير في الطاقة الداخلية يمكن ان يحدث ايضا في غياب أي تغي ارت في درجة

الح اررة.

**الح اررة Heat** تعرف على انها انتقال الطاقة عبر حدود النظام نتيجة ا لختالف درجة الح اررة بين النظام ومحيطه.

بوضعها على اتصال بوسط له درجة ح اررة أعلى من درجة

طاقة

تنقل لها

إنك

فهذا يعني

عندما تقوم بتسخين مادة،

أعلى من درجة ح اررة الماء،

وعاء به ماء بارد على الفرن. الفرن له درجة ح اررة

عندما نضع

هذا هو الحال

ح اررتها.



### 7

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

وبالتالي فان الماء يكتسب طاقة بواسطة الح اررة (التسخين.) كما اننا ايضا سوف نستخدم مصطلح ح اررة للتعبير عن كمية

الطاقة المنتقلة بهذه الطريقة.

**معلومة من الوحدة األولى الجزء .5**

**(8.2)**

يمثل الطرف االيسر من المعادلة )5.2( الطاقة الكلية للنظام وهي تشمل طاقة الحركة وطاقة الوضع والطاقة الداخلية في حين ان الطرف األيسر من المعادلة يمثل كل الطرق الممكنة النتقال الطاقة إلى النظام، والتي تشمل الشغل *W* والح اررة

*Q* واالمواج الميكانيكية *T*MT وانتقال المادة *T*MT واالنتقال الكهربي *T*ET واالشعاع الكهرومغناطيسي .*T*ER

الخطأ في استخدام مصطلح ح اررة في

باألخص، الحظ ما هو

كبيرة.

)5.2 بعناية

في المعادلة

اق أر تعريف الح اررة *Q*(

الجمل الشائعة التالية: **)1( الح اررة ليست طاقة في المادة الساخنة.** على سبيل المثال، "الماء الذي يغلي يمتلك الكثير من

على سبيل

#### )2( الح اررة ليست اشعاع.

.*E*int

غير صحيحة، الماء عندما يغلي يمتلك طاقة داخلية

الجملة

الح اررة" هذه

المثال، "لقد كان الجو حا ار جدا الن رصيف المشاة كان يشع ح اررة" هذه ايضا جملة غير صحيحة، رصيف المشاة يفقد

على سبيل

#### الدفء الذي نشعر به.

**)3( الح اررة ليست**

.5.2

في المعادلة

*T*ER

بواسطة اشعاع كهرومغناطيسي،

طاقة



### 8

**تجنب خطأ شائع 2.22**

**الحرارة ودرجة الحرارة والطاقة**

**الداخلية مختلفين**

عندما تقرأ الجريدة او تسمع الى الراديو، كن حذر الستخدام التعابير الغير صحيحة التي تشمل كلمة الحرارة وفكر في الكلمة المناسبة الي

يجب ان تستخدم بدال من حرارة. حيث كثير ما نسمع مثال "عندما توقفت السيارة، فان كمية كبيرة من الحرارة تولدت بواسطة االحتكاك" و"الحرارة في يوم صيف ساخن"...

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

المثال، "الح اررة في الهواء كانت مرهقة للغاية" هذه جملة غير صحيحة، الصحيح أنه في يوم حار، الهواء درجة ح اررته

مرتفعة.

وبالمثل للتمييز بين الح اررة والطاقة الداخلية، تذكر الفرق بين الشغل والطاقة الميكانيكية الذي نوقش في الجزء السابع من هذا الكتاب. الشغل المبذول على النظام يقيس مقدار الطاقة المنتقلة إلى النظام من محيطه، في حين ان الطاقة الميكانيكية (الطاقة الحركية وطاقة الوضع) للنظام هي نتيجة لحركة ووضع النظام. ولهذا، عندما يبذل شخص شغل على

النظام، تنتقل الطاقة من الشخص إلى النظام. من غير المنطقي الحديث عن شغل النظام، يمكن فقط ان نشير الى الشغل

أو إلى النظام.

تحدث ويكون فيها انتقال للطاقة من

التي

بعض العمليات

أو بواسطة النظام عند حدوث

المبذول على

عندما نشير إلى الح اررة عندما

فقط

نستخدم الح اررة

الحديث عن ح اررة النظام يعتبر بال معنى، فنحن

وبالمثل ايضا فان

تنتقل الطاقة نتيجة الختالف درجات الح اررة. كال من الح اررة والشغل هي طرق لتغيير الطاقة في النظام.

#### وحدة الح اررة Heat of Unit

الد ارسات األولية للح اررة ركزت على تأثيرها على زيادة درجة ح اررة المادة، والتي كانت في األغلب الماء. التصور األولي

تغي ارت في درجة

الذي يتدفق من مادة إلى مادة ويحدث

*caloric*

يسمى كالوريك

مائع وهمي

للح اررة كان معتمدا على

الح اررة. وجد فيما بعد ان هذا المائع الوهمي هو وحدة طاقة ترتبط بالعمليات الح اررية، الكلوري )cal(، والذي يعرف على

يكتب

الذي

Calorie

.15.5oC (الكلوري

إلى

14.5oC

1g من الماء من

### 9

انه مقدار الطاقة الالزم لرفع درجة ح اررة

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

.)kilocalorie

كلوري

ويستخدم لوصف مقدار محتوى الطاقة في األغذية، وهو في الواقع يعادل كيلو

C كبيرة

بحرف

وحدة الطاقة في أمريكا هي وحدة الح اررة البريطانية والتي تسمى unit thermal British وتكتب اختصا ار Btu، والتي

تعرف على انها كمية الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة 1lb من الماء من 63oF إلى .64oC

بمجرد ان تصبح العالقة بين الطاقة في العمليات الح اررية والميكانيكية واضحة، فانه لن يكون هناك حاجة لوحدة خاصة

تم تعريفه من قبل على انه وحدة الطاقة باالعتماد على العمليات الميكانيكية.

*joule*

العمليات الح اررية. الجول

لوصف

ويستخدمون الجول عند وصف العمليات الح اررية. في هذا الكتاب

*Btu*

العلماء االن عن وحدة الكالوري ووحدة

تخلى

الح اررة والشغل والطاقة الداخلية كلها مقاسة بوحدة الجول.

#### المكافئ الميكانيكي للح اررة Heat of Equivalent The

في الجزئيين السابع والثامن، وجدنا انه عندما يكون هناك احتكاك في النظام الميكانيكي، فان الطاقة الميكانيكية في النظام تتناقص، بمعنى اخر، ان الطاقة الميكانيكية غير محفوظة في حالة وجود قوى غير محافظة. بينت العديد من التجارب ان هذه الطاقة الميكانيكية ال تختفي ولكن تتحول إلى طاقة داخلية. ويمكنك ان تقوم بمثل هذه التجربة في البيت عندما تقوم

بدق مسمار في قطعة من الخشب. ماذا يحدث لكل الطاقة الحركية للمطرقة عندما تتوقف؟ بعض من هذه الطاقة الحركية

دافئ. الحظ انه ال يوجد انتقال للطاقة

أصبح

انتقل إلى المسمار كطاقة داخلية، كما يتضح من ملمس المسمار الذي

تصبح



**جيمس بريسكوت جول**

**James Prescott Joule**

**فيزيائي بريطاني )8111-8181(** تلقى جول تعليمه النظامي في الرياضيات والفلسفة والكيمياء في دالتون جون ولكنه اعتمد اكثر على التعليم الذاتي. ابحاث جول

ادت إلى تأسيس مبدأ الحفاظ على الطاقة. دراسته للعالقة بين التأثيرات الكهربية والميكانيكية والكيميائية توجت بإعالنه في 3111 عن ان كمية الشغل الالزم إلنتاج وحدة طاقة عرفت باسم المكافئ الميكانيكي

للحرارة.

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

5.2

بواسطة التسخين في هذه العملية. بالنسبة للمسمار وقطعة الخشب كنظام غير معزول، المعادلة

### 10

*E*int=*W*+*T*MW، حيث ان *W* هو الشغل المبذول بواسطة المطرقة على المسمار و*T*MW هي الطاقة التي تترك النظام في صورة أمواج صوتية عندما يطرق المسمار بالمطرقة. بالرغم من هذا الت اربط بين الطاقة الميكانيكية والطاقة الداخلية قد

هو من وجد

James Joule

Thompson Benjamin، اال ان العالم جيمس جول

اقترحه العالم بنجامين طومسون

المكافئ لتناقص الطاقة الميكانيكية وزيادة الطاقة الداخلية.

يوضح الشكل 0.51 مخططا للتجربة الشهيرة التي قام بها العالم جول. ويتكون النظام من قطعتين من الحجر تحت تأثير عجلة الجاذبية األرضية وماء في وعاء معزول ح ارريا. الشغل المبذول على الماء ناتج عن دو ارن عجلة المجداف والتي

في التروس والطاقة المتسربة من

سقوطهما بسرعة ثابتة. فاذا كانت الطاقة المتحولة

عند

الحجرين

يتم تحريكها بواسطة

جد ارن الوعاء مهملة، فان النقصان في طاقة الوضع للنظام عند سقوط الحج ارن يساوي الشغل المبذول بواسطة المجداف على الماء وبالتالي يعادل الزيادة في الطاقة الداخلية للماء. فاذا كان الحجرين يسقطان مسافة مقدارها *h* فان النقصان في

هي كتلة الحجر وهذه الطاقة هي المسؤولة عن ارتفاع درجة ح اررة الماء.

2*mgh*، حيث ان *m*

طاقة الوضع يساوي

وبتغيير ظروف التجربة وجد العالم جول ان النقصان في الطاقة الميكانيكية يتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلة الماء

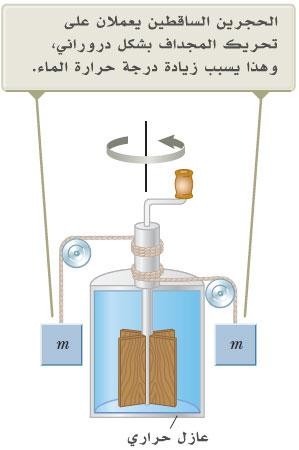
J/g.oC .4.18 وبالتالي فان J 4.18

في الوعاء والتغير في درجة ح اررة الماء. وقد وجد ان ثابت التناسب يساوي تقريبا

**الشكل 1.22** تجربة جول لتعيين

هي مقدار الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة 1g من الماء بمقدار .1oC وبإج ارء المزيد من التجارب بدقة اكثر فقد وجد ان ثابت التناسب يساوي J/g.oC 4.186 عندما ازدادت درجة ح اررة الماء من 14.5oC إلى .15.5oC مما يعني ان

المكافئ الميكانيكي للحرارة



### 11

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

1 cal = 4.186 J (20.1)

واالسم .*mechanical equivalent of heat*

–ألسباب تاريخية فقط- يعرف بالمكافئ الميكانيكي للح اررة

هذا التساوي

انتشا ار وتداوال في

أكثر

أصبح

االكثر مالئمة هو التكافؤ بين الطاقة الميكانيكية والطاقة الداخلية، ولكن االسم التاريخي

الوسط العلمي، بالرغم من االستخدام الخاطئ لكلمة ح اررة .heat

**مثال 1.22 فقدان الوزن بطريقة شاقة**

#### تناول طالب وجبة عشاء تقدر بـ Calories .2000 وهو يرغب في ان يذهب للنادي ليبذل شغل يكافئ مقدار ما تناوله من خالل رفع حديد كتلته

**افترض انه يرفع الحديد**

**ليبذل شغال يعادل مقدار الطاقة التي تناولها من طعام؟**

**عدد الم ارت التي يجب ان يرفع فيها الحديد**

**هي كم .50.0-Kg**

**مسافة مقدارها m 2.00 في كل مرة وانه فقط يبذل الطاقة اثناء الرفع وال يبذل أي طاقة عند ارجاع الحديد إلى األرض.**

**الحل:**

يبذل شغال على الحديد ضد عجلة الجاذبية األرضية، لذا فان جسمه يفقد طاقة. الشغل الكلي

تخيل ان الطالب يرفع الحديد. فهو إذا

#### تصور للمسألة:

الذي يجب على الطالب ان يبذله هو Calories .2000

**التصنيف:** سوف نستخدم نموذج نظام غير معزول لنظام الحديد واألرض.

**التحليل:** باستخدام معادلة الحفاظ على الطاقة 5.2 مع

(1)

*Utotal*  *Wtotal*

بالتعويض عن التغير في طاقة الوضع بعد رفع الحديد



**12**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

*Utotal*  *mgh*

باعتبار مقدار الطاقة الكلية التي على الطالب ان يبذلها فانه عليه ان يقوم بعدد *n* رفعة للحديد على اعتبار انه ال يكتسب طاقة عند خفض الحديد.

(2)

*Utotal*  *nmgh*

*nmgh*  *Wtotal*

*n*  *Wtotal*

*mgh*

بالتعويض في المعادلة )0( من المعادلة )5(

بإيجاد عدد الرفعات *n* نجد ان

*n*  (2000*Cal*)

1.00 103*cal*  4.186*J* 

(50.0*Kg*)(9.80*m* / *s*2 )(2.00*m*) 







*n*  8.54 103

*Calorie*

times

 1*cal* 

فان اتمام عدد الرفعات سوف يستغرق 05

افترضنا ان الطالب يتمتع بلياقة بدنية عالية فان كل رفعة سوف تستغرق منه s 5

واذا

#### اللمسة األخيرة:

ساعة. بالتأكيد سوف يكون أسهل على الطالب ان يفقد وزنه باتباع حمية غذائية.

الغذاء تفقد بواسطة جسم االنسان على

.%011 ولهذا ليست كل الطاقة المتحولة داخل جسم االنسان من

جسم االنسان ال تكون

ان كفاءة

في الواقع

شكل شغل في رفع الحديد مثال. بعض هذه الطاقة يستخدم لضخ الدم في الجهاز الدوري والكثير من الوظائف العضوية التي تعمل في جسم االنسان



تستفيد من هذه الطاقة. ولهذا فان الـ Calories 2000 تفقد في اقل من 05 ساعة عند اعتبار العمليات االخرى.

### 13

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

## 2.22 الحرارة النوعية والمسعر الحراري Calorimetry and Heat Specific

عندما تضاف طاقة إلى النظام وال يكون هناك تغير في الطاقة الحركية أو في طاقة الوضع للنظام، فان درجة ح اررة

– والتي تعرف باسم انتقال

الحالة

النظام لتغير في

تعرض

(مع استثناء لهذه الجملة في حالة

في العادة تزداد.

النظام

الطور- كما سيتم مناقشتها في الجزء القادم) اذا احتوى النظام على عينة من مادة، فإننا نجد ان كمية الطاقة الالزمة لرفع

درجة ح اررة كتلة محددة من المادة تختلف عن مادة اخرى. على سبيل المثال، كمية الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة kg 1

من الماء بمقدار 1oC هي J 4.186، ولكن كمية الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة kg 1 من النحاس تساوي J 387 فقط. في المناقشة التالية، سوف نستخدم الح اررة كمثال على انتقال الطاقة، ولكن عليك ان تتذكر ان درجة ح اررة النظام يمكن ان تتغير باي طريقة النتقال الطاقة. السعة الح اررية Capacity Heat والتي يرمز لها بالرمز C لعينة ما تعرف على انها كمية الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة العينة بمقدار .1oC من هذا التعريف، نالحظ أنه إذا احدثت طاقة مقدارها *Q* تغير

مقداره*T* في درجة ح اررة العينة، فان

*Q* = *C* *T* **(20.2)**

السعة الح اررية النوعية heat specific والتي يرمز لها بالرمز *c* للمادة هي السعة الح اررية لكل وحدة كتل. ولهذا إذا انتقلت طاقة مقدارها *Q* إلى عينة مادة كتلتها *m* وتغيرت درجة ح اررتها بمقدار*T*، فان الح اررة النوعية للعينة تكون

*c*  *Q m**T*

#### (20.3) Specific heat



**14**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

#### جدول 1.22 الح اررة النوعية لبعض المواد عند درجة ح اررة 25oC وعند الضغط الجوي

|  |  |
| --- | --- |
| **ترجمة المصطلحات في الجدول** | |
| Substance | المادة |
| Specific  Heat | الحرارة النوعية |
|  | |

**مالحظة:** لتحويل القيم بوحدة cal/g.oC قسم على .4186

ازدت السعة الح اررية النوعية

فكلما

الح اررة النوعية اساسية لتحديد مدى الحساسية الح اررية لمادة عند اضافة الطاقة لها.

للمادة فان طاقة أكثر يجب ان تضاف لكتلة محددة من المادة لتحدث تغير معين في درجة الح اررة. الجدول 0.51 يوضح

السعة الح اررية النوعية لبعض المواد.

### 15

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

من هذا التعريف، فانه يمكن ان نربط الطاقة المنتقلة *Q* بين عينة كتلتها *m* من المادة والوسط المحيط بها إلى تغير في

درجة الح اررة*T* على النحو التالي

**تجنب خطأ شائع 3.22 خيار غير موفق للمصطلح**

مصطلح الحرارة النوعية هو مصطلح غير موفق والزال يستخدم منذ ان كانت الديناميكا الحرارية والميكانيكا علمين طورا بشكل منفصل. والمصطلح االنسب هو ان نقول انتقال الطاقة النوعية specific transfer energy، ولكن المصطلح

متداول بكثرة ويصعب استبداله.

#### (22.4)

*Q* = *mc**T*

على سبيل المثال، الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة kg 0.500 من الماء بمقدار 3.00oC هي

*Q* = (0.500 kg)(4186 J/kg.oC)(3.00oC) = 6.28V×103 J

الحظ انه عندما تزداد درجة الح اررة، فان كال من *Q* و*T* تكون موجبة وفي هذه الحالة تنتقل الطاقة إلى النظام. وعندما

تنقص درجة الح اررة، فإن كال من *Q* و*T* تتكون سالبة والطاقة تنتقل من النظام.

يمكننا ان نعرف *mc**T* على انها التغير في الطاقة الداخلية للنظام إذا أهملنا التمدد الح ارري او االنكماش للنظام. (التمدد

0.51

النظام بواسطة الهواء المحيط.) وبالتالي، المعادلة

يسبب مقدار قليل من الشغل يبذل على

الح ارري او االنكماش

هي صورة مبسطة للمعادلة :5.2 *Q* = .*E*int الطاقة الداخلية للنظام يمكن ان تتغير بانتقال الطاقة الى النظام بواسطة

تختصر إلى

5.2

كان النظام هو بطاطا تطهى في فرن ميكروويف، فان المعادلة

إذا

أي طريقة. على سبيل المثال،

هي الطاقة المنتقلة إلى البطاطا من فرن

*T*ER

حيث ان

،*E*int = *T*ER = *mc**T*

على النحو التالي:

0.51

المعادلة

الميكروويف بواسطة االشعاع الكهرومغناطيسي. إذا كان النظام هو الهواء في منفاخ عجل د ارجة والذي يصبح ساخنا عند عمل المنفاخ، فان المعادلة 5.2 تختصر إلى المعادلة 0.51 على النحو التالي: *mc**T* = *W* = *E*int، حيث ان *W* هو

### 16

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

الشغل المبذول على المنفاخ بواسطة المستخدم. وبتعريف *mc**T* على انها *E*int، فإننا بذلك نكون قد اتخذنا خطوة نحو

لدرجة الح اررة: درجة الح اررة المرتبطة بطاقة الجزيئات للنظام. سوف نتعلم تفاصيل أكثر عن هذه العالقة في

فهم أفضل

الجزء .50

**تجنب خطأ شائع 4.22 الطاقة يمكن ان تنتقل باي طريقة**

الرمز *Q* يمثل الطاقة المنتقلة، ولكن عليك ان تتذكر ان معادلة الطاقة 0.51 يمكن ان تكون أي طريقة من

الطرق التي ادرجت في الجزء 2، فهي ال يجب ان تكون حرارة. على سبيل المثال عندما تقوم بثني قطعة بالستيكية عدة مرات متتالية فان درجة حرارتها ترتفع عند نقطة

االنثناء بواسطة الشغل المبذول.

تتغير السعة النوعية مع درجة الح اررة. فاذا كانت فروق درجات الح اررة ليست كبيرة فان التغير في درجة الح اررة يمكن ان

إلى

0oC

من %0

على انها ثابتة. على سبيل المثال، الح اررة النوعية للماء تتغير حوالي

يهمل ويمكن التعامل مع *c*

100oC عند الضغط الجوي. ما لم يذكر غير ذلك، سوف نهمل مثل هذه التغي ارت.

### سؤال للتفكير 1.22

تخيل ان لديك ثالثة قطع من النحاس والزجاج والماء وكل قطعة كتلتها kg 1 هذه القطع الثالثة عند درجة حرارة .10oC )a( رتب العينات من االعلى درجة حرارة إلى االقل بعد اضافة J 100 من الطاقة لكل عينة. )b( رتب العينات من األعلى

إلى االدنى من حيث كمية الطاقة الالزمة لرفع درجة حرارة العينة إلى .20oC

الحظ من الجدول 0.51 ان الماء يمتلك أعلى قيمة ح اررة نوعية من بين باقي المواد. هذه الح اررة النوعية العالية هي أحد

االسباب المسؤولة عن استق ارر الطقس بجوار المناطق التي تمتلك كمية كبيرة من الماء. حيث ان درجة ح اررة الماء

تنخفض خالل فصل الشتاء فان الطاقة تنتقل من الماء البارد إلى الهواء، حيث تزداد الطاقة الداخلية للهواء. والن الح اررة النوعية للماء عالية، فان كمية كبيرة من الطاقة تنتقل إلى الهواء حتى عند تغير متوسط في درجة ح اررة الماء. الرياح

### 17

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

السائدة في الساحل الغربي للواليات المتحدة تتجه إلى األرض (شرقا.) وبالتالي، فان الطاقة المتحررة من المحيط الهادي

من التوقع. ونتيجة لذلك فان الساحل الغربي

أكثر

عندما تنخفض درجة ح اررته يحافظ على المناطق الساحلية دافئة

للواليات المتحدة تمتلك طقس شتوي مفضل أكثر من الساحل الشرقي للواليات المتحدة، حيث تكون الرياح السائدة ال تحمل

طاقة في اتجاه األرض.

#### المسعر الح ارري Calorimetry

من أحد الطرق المستخدمة في قياس الح اررة النوعية هو تسخين العينة لدرجة ح اررة معروفة ولتكن *Tx*، وبوضع العينة في

وعاء يحتوي على كمية معروفة الكتلة من الماء ودرجة الح اررة بحيث ان *Tw*<*Tx*، وبقياس درجة الح اررة بعد ان يحدث

االت ازن الح ارري بين العينة والماء. تعرف هذه التقنية بالمسعر الح ارري calorimetry، وهو االجهزة التي يحدث فيها

العينة الساخنة في الماء البارد والنتيجة

يوضح

5.51

الشكل .calorimeters

انتقال للح اررة تسمى المسع ارت الح اررية

**الشكل 2.22** في تجربة المسعر

انتقال الطاقة بواسطة الح اررة من الجزء الذي درجة ح اررته مرتفعة في النظام إلى الجزء الذي درجة ح اررته منخفضة. إذا كان النظام الذي يحتوي على العينة والماء معزوال، فان مبدأ الحفاظ على الطاقة يتطلب ان كمية الطاقة *Q*hot التي تغادر العينة (مجهولة الح اررة النوعية) تساوي كمية الطاقة *Q*cold التي تنتقل إلى الماء. الحفاظ على الطاقة يسمح لنا بان نكتب

معادلة الطاقة على النحو التالي:

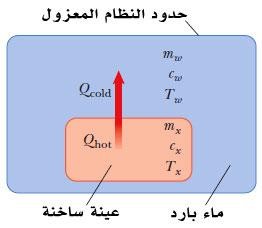
الحراري، وضعت عينة ساخنة سعتها الحرارية غير معلومة في ماء بارد في

وعاء معزول.

*Q*cold = - *Q*hot **(20.5)**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



### 18

افترض ان *m*x هي كتلة عينة من مادة نرغب في تحديد ح اررتها النوعية. لنفترض ان الح اررة النوعية للعينة هي *c*x ودرجة ح اررتها االبتدائية هي *Tx* كما هو موضح في الشكل .5.51 وبالمثل، لتكن *mw*، و*cw*، و*Tw* هي القيم المقابلة للماء. إذا

الوعاء المعزول، فان المعادلة

هي درجة الح اررة النهائية بعد ان حدث االت ازن الح ارري بين العينة والماء في

كانت *Tf*

0.51 تبين ان الطاقة المتحولة للماء هي *mwcw(Tf-Tw)*، والتي تكون موجبة الن>*Tw Tf*، والطاقة المتحولة من العينة

2.51

*mxcx(Tf-Tx)*، وهي سالبة. بالتعويض عن هاتين القيمتين للطاقة في المعادلة

*mwcw(Tf-Tw) = -mxcx(Tf-Tx)*

المجهولة ح اررتها النوعية هي

نحصل على

وباإلمكان حل هذه المعادلة للحصول على قيمة الح اررة النوعية للعينة *cx* المجهولة.



**تجنب خطأ شائع 5.22 تذكر االشارة السالبة**

من المهم ان تستخدم االشارة السالبة في المعادلة .2.51 فاإلشارة السالبة في المعادلة ضرورية لسياق

اصطالح االشارة النتقال الطاقة. انتقال الطاقة *Q*hot له اشارة سالبة الن في هذه الحالة الطاقة تفقد من العينة الساخنة. واالشارة السالبة في المعادلة تضمن ان الشق االيمن في المعادلة عدد موجب، متوافق مع الشق االيسر، والذي هو موجب الن

الطاقة تكتسب بواسطة الماء البارد.

**قطعة معدنية كتلتها 0.050-kg سخن لدرجة ح اررة 200oC ومن ثم أسقط في مسعر ح ارري يحتوي على 0.400-kg من الماء درجة ح اررته**

**االبتدائية .20oC درجة ح اررة االت ازن الح ارري النهائية للنظام اصبحت 22.4oC احسب الح اررة النوعية للمعدن.**

**الحل:**

**تصور للمسألة:** تخيل ان العملية تحدث في نظام معزول كما في الشكل .5.51 تغادر الطاقة القطعة المعدنية الساخنة وتنتقل إلى الماء البارد، وبالتالي

تبرد القطعة المعدنية ويسخن الماء. ومرة اخرى يصبحا عند نفس درجة الح اررة وتتوقف عملية انتقال الطاقة.

**مثال 2.22 تبريد قطعة معدنية ساخنة**

### 19

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

.51.0 وبالتالي

نصنف هذا المثال كمسألة تعويض في المعادلة

فإننا

سوف نستخدم المعادلة التي تم التوصل لها في هذا الجزء، وبالتالي

#### التصنيف:

باستخدام معادلة 0.51 لحساب كل طرف في المعادلة .2.51

*mwcw(Tf-Tw) = -mxcx(Tf-Tx)*

*c*  *mwcw* (*Tf*  *Tw* )

*x*

بالحل بالنسبة لـ *c*x

*mx*(*Tx*  *Tf* )

بالتعويض عن القيم العددية في المعادلة نحصل على:

*cx* 

(0.400*kg*)(4186*J* / *kg*.*o C*)(22.4*o C*  20.0*o C*) (0.0500*kg*)(200.0*o C*  22.4*o C*)

 453*J* / *kg*.*o C*

القطعة المعدنية في األغلب هي حديد وذلك بمقارنة هذه النتيجة مع الجدول .0.51 درجة ح اررة القطعة المعدنية في البداية كانت اعلى من نقطة التبخر للماء. وبالتالي ال بد وان بعض الماء قد تبخر عندما اسقطت القطعة المعدنية في الماء. نحن افترضنا ان النظام معزول وهذا البخار ال يمكن ان يتسرب



للخارج. والن درجة ح اررة االت ازن النهائية اقل من نقطة تبخر الماء، فان البخار سوف يتكثف ويعود للماء.

**ماذا لو؟** افترض إنك تقوم بتجربة في مختبر مستخدما نفس الطريقة لتعيين الح اررة النوعية لعينة وترغب في تقليل مقدار الشك في النتيجة النهائية لـ .cx

من البيانات المتوفرة في المثال، ما هو العامل الذي يكون تغيره هو االكثر فعالية في تقليل مقدار الشك؟

### 20

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



|  |
| --- |
| **االجابة**: أكبر نسبة شك في التجربة مرتبطا بالفرق الصغير في درجة الح اررة الماء المساوي لـ .2.4oC على سبيل المثال باستخدام قواعد تحديد نسبةالشك الموضحة في الملحق B.8، فان مقدار شك يعادل 0.1oC في كل من *Tf* و*Tw* يؤدي إلى 8% شك في الفرق بين درجتي الح اررة. ولكي يكون  فرق درجات الح اررة كبي ار علينا ان نقلل مقدار كمية الماء المستخدمة في التجربة. |
| **مثال 3.2. وقت ممتع مع رجل الكاوبوي** |
| **أطلق رجل كاوبوي رصاصة من الفضة من بندقية بسرعة m/s 200 على جدار من خشب الصنوبر. افترض ان كل الطاقة الداخلية التي تولدت**  **بالتصادم بقيت مع الرصاصة. ما هو مقدار التغير في درجة ح اررة الرصاصة؟**  **الحل:**  **تصور للمسألة:** تخيل من خبرة مشابهة انه يمكن ان تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة داخلية عندما يتوقف جسم متحرك. على سبيل المثال، كما سبق  وان ذكر في الجزء 0.51 عندما يصبح المسمار ساخنا بعد طرقه عدة م ارت بواسطة مطرقة. **التصنيف:** سنعتبر الرصاصة نظام معزوال. ال يوجد أي شغل مبذول على النظام الن القوة المؤثرة على الجدار الخشبي ال تؤدي الى ا ازحة له. وكذلك ال  يوجد أي شغل يبذل بواسطة الجدار على الرصاصة، والطاقة الحركية تتحول إلى طاقة داخلية.  **التحليل:** باستخدام معادلة حفظ الطاقة المعادلة 5.2 ووضعها في الصورة المناسبة لحالة الرصاصة فان   1. *K* + *E*int = 0   التغير في الطاقة الداخلية للرصاصة مرتبط بالتغير في درجة الح اررة   1. *E*int = *mc**T* |

### 21

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



|  |
| --- |
| بالتعويض في المعادلة )0( من المعادلة )5(  (0 + ½ *mv*2 + *mc**T* = 0  بحل المعادلة بالنسبة لـ*T* والتعويض عن الح اررة النوعية للفضة بـ J/kg.oC *c*=234 (انظر الجدول )0.51 نحصل على:    1 *mv*2  *v*2  (200*m* / *s*)2   *T* 2 85.5*o C*  (3) *mc* 2*c* 2(234*J* / *kg*.*o C*)  الحظ ان النتيجة ال تعتمد على كتلة الرصاصة.  **ماذا لو؟** افترض ان رجل الكاوبوي لم يعد يمتلك رصاصات الفضة واستبدلها برصاصة من الرصاص وأطلقها على الجدار بنفس السرعة. هل التغير في  درجة ح اررة الرصاصة سوف يكون أكبر او أصغر؟ **االجابة:** من الجدول 0.51 يتضح لنا ان الح اررة النوعية للرصاص هي J/kg.oC 128، أي اصغر من الح اررة النوعية للفضة. ولهذا فان مقدار الطاقةالمتحولة سوف ترفع درجة ح اررة الرصاص لدرجة ح اررة اعلى من الفضة وستكون درجة ح اررة الرصاص أكبر من الفضة. في المعادلة )2( عوض  بالقيمة الجديدة للح اررة النوعية.  2 2  *T*  *v*  (200*m* / *s*)  156*o C*  2*c* 2(128*J* / *kg*.*o C*)  ال يوجد داعي الن تكون كتلة رصاصة الفضة ورصاصة الرصاص متساويتين لتعيين التغير في درجة الح اررة. المطلوب الوحيد هو ان يكون لهما نفس  السرعة. |

### 22

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



## 3.22 الحرارة الكامنة Heat Latent

من األج ازء السابقة الحظنا ان المادة تتعرض لتغير في درجة الح اررة عندما تنتقل إليها طاقة من المحيط. ولكن في بعض

الحاالت فان انتقال الطاقة ال يؤدي إلى تغير في درجة الح اررة. هذه الحالة تحدث عندما يكون هناك تغير في الخواص

الفيزيائية للمادة من حالة إلى أخرى والتي تعرف بتغير طور المادة. التغييرين في الطور االكثر شيوعا هما تغير المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (الذوبان) ومن الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (الغليان) والتغير الثاني يتضمن التغير في التركيب البلوري للحالة الصلبة. في كل هذه الحاالت من تغير طور المادة يكون التغير الطاقة الداخلية للنظام وال يط أر

تغير في درجة الح اررة. الزيادة في الطاقة الداخلية في حالة الغليان على سبيل المثال تتمثل في تكسير الروابط بين

الجزيئات وفي الحالة السائلة يسمح تكسر الروابط للجزيئات ان تتحرك بعيدا عن بعضها البعض وتتحول إلى الحالة

الغازية، مع زيادة في مقدار طاقة وضع الجزيئات.

كما هو متوقع فان المواد المختلفة تستجيب بشكل مختلف عند اكتساب او فقد طاقة من حيث تغير الطور لها الن ترتيب الجزيئات الداخلية مختلف. كذلك مقدار الطاقة المنتقلة خالل طور التحول يعتمد على كمية المادة المستخدمة. (اذبة

مكعب من الثلج يتطلب طاقة أقل بالمقارنة مع اذابة بركة من الثلج.) عندما نناقش طورين للمادة، سوف نستخدم مصطلح

الطور األعلى للمادة لنشير بذلك إلى المادة التي تمتلك درجة ح اررة اعلى. على سبيل المثال، اذا ناقشنا طوري الماء

والثلج، فان الماء مادة الطور االعلى، في حين ان البخار هو المادة ذات الطور األعلى في مناقشة البخار والماء. افترض

### 23

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

نظام يحتوي على مادة في طورين في حالة ات ازن ح ارري مثل الماء والثلج. الكمية االبتدائية للطور االعلى هي الماء في

تدخل إلى النظام. ونتيجة لذلك، فان درجة كمية الماء النهائية

**تجنب خطأ شائع 6.22 االشارات حرجة**

االخطاء في االشارة شاعة هنا عندما يقوم الطالب بتطبيق معادلة المسعر الحراري. للتغير في الطور تذكر ان*m* في المعادلة 0.51 هي دائما التفير في كتلة المادة ذات الطور األعلى. في

المعادلة 0.51، كن متأكد ان*T* هي دائما الدرجة النهائية ناقص الدرجة االبتدائية. عالوة على ذلك، عليك ان تشمل االشارة السالبة على الجانب األيمن في

المعادلة .2.51

.*mi* االن تخيل ان طاقة مقدارها *Q*

النظام ونرمز لها بـ

الجديد للماء،

المقدار

يساوي

المذاب سوف

الثلج

نتيجة لذوبان بعض الثلج. لهذا فان مقدار

سوف تكون *mf*

*mi – mf =* .*m* ونعرف الح اررة الكامنة *heat latent* لهذا التغير في الطور على انه

*L*  *Q*

*m*

#### (20.6)

هذا المعامل يسمى الح اررة الكامنة heat latent (او بمعنى اخر الح اررة المختبئة heat )hidden الن هذه االضافة او

اال ازلة للطاقة ال تعمل على تغيير درجة ح اررة النظام. قيمة *L* للمادة تعتمد على طبيعة التغير في الطور كذلك ايضا على

خواص المادة. اذا كانت كل كمية الطور االقل للمادة تتعرض لتغير في الطور، فان التغير في الكتلة للطور األعلى*m*

*m* تذوب

للطور االدني. على سبيل المثال، اذا كانت كتلة مكعب من الثلج على صفيحة هي

يساوي الكتلة االبتدائية

*m* = 0 *- mf*، وهي كتلة الماء الجديدة وكذلك تساوي الكتلة االبتدائية لمكعب

بالكامل، فان التغير في كتلة الماء هي

الثلج.



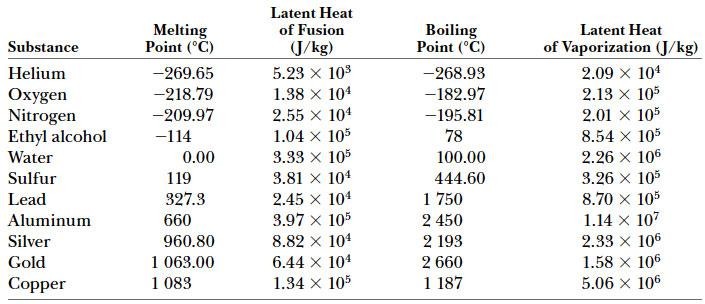
### 24

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

#### الجدول 2.22 الح اررة الكامنة لالنصهار والتبخر

|  |  |
| --- | --- |
| **ترجمة المصطلحات في الجدول** | |
| Substance | المادة |
| Melting point | نقطة االنصهار |
| Latent heat of fusion | الحرارة الكامنة  لالنصهار |
| Boiling point | نقطة الغليان |
| Latent heat of vaporization | الحرارة الكامنة  للتبخر |
|  | |



من تعريف الح اررة الكامنة heat latent، ومرة اخرى باختيار الح اررة على انها عملية تحول للطاقةـ فان الطاقة الالزمة

لتغير طور المادة النقية يعطى على النحو التالي:

*Q*  *L**m*

#### (20.7)

حيث أن*m* هي التغير في كتلة المادة ذات الطور األعلى.

**الطاقة المتحولة للمادة خالل**

**عملية تغير الطور**



### 25

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

هي مصطلح يستخدم في حالة تغير الطور من

ويرمز لها بـ *Lf*

*latent heat of fusion*

الح اررة الكامنة لالنصهار

*Latent heat of*

الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (وهي تشير إلى عملية الذوبان)، والح اررة الكامنة للتبخر

هي مصطلح يستخدم في حالة تغير الطور من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية

والتي يرمز لها بـ *Lv*

*vaporization*

(حيث ان السائل يتبخر.) الح اررة الكامنة لمختلف المواد تتغير بشكل كبير كما هو موضح في الجدول .5.51 عندما

تدخل طاقة إلى النظام يحدث ذوبان او تبخر، كمية المادة في حالة الطور األعلى تزداد، وبالتالي فان*m* تكون موجبة

تكثف فان كمية

موجبة، وهذا متفق مع اصطالح االشارة المستخدم. عندما تفقد المادة طاقة يحدث تجمد او

وكذلك *Q*

ايضا سالبة، وهذا مرة اخرى

سوف تكون سالبة وكذلك *Q*

المادة في حالة الطور االعلى سوف تقل، وبالتالي فان*m*

متفق مع اصطالح االشارة. تذكر ان*m* في المعادلة 0.51 دائما تشير إلى التغير في كتلة المادة ذات الطور األعلى.

عند درجة

1.00-g

لفهم دور الح اررة الكامنة في تغي ارت الطور، افترض الطاقة الالزمة لتحويل مكعب من الثلج كتلته

ح اررة -30.0oC إلى بخار عند درجة ح اررة .120.0oC الشكل 2.51 يوضح النتائج العملية التي تم الحصول عليها عند

اضافة الطاقة بشكل تدريجي للثلج. النتائج هنا موضحة في مخطط بياني يربط العالقة بين درجة ح اررة الثلج مع الطاقة

المضافة للنظام. لنقوم االن بفحص كل جزء من المنحنى االحمر والمقسم إلى اج ازء من A إلى .E

**الجزء .A** على هذا المقطع من المنحنى، درجة ح اررة الثلج تتغير من -30.0oC إلى .0oC المعادلة 0.51 تشير إلى ان

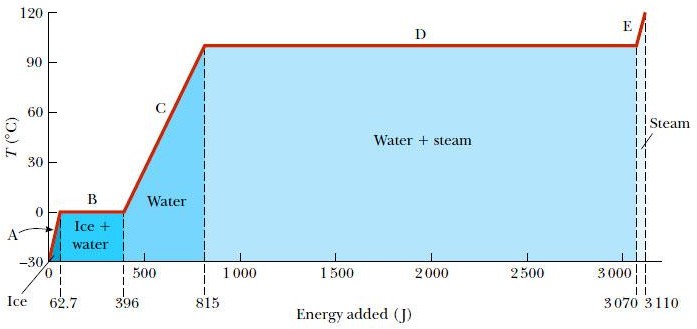
درجة الح اررة تتغير خطيا مع الطاقة المضافة، لذا فان النتائج العملية ظهرت على شكل خط مستقيم على المنحنى. والن

### 26

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)





**الشكل 3.22** مخطط يوضحعالقة درجة الحرارة مع الضافة المضافة الذابة g 1.00 من الثلج

عند درجة حرارة -30.0oC وتحويلها إلى بخار عند درجة

حرارة .120oC

الح اررة النوعية للثلج تساوي J.kg.oC 2090، يمكن حساب مقدار الطاقة المضافة باستخدام المعادلة :0.51

*Q* = *mi ci* *T* = (1.00×10-3 kg)(2090 J/kg.°C)(30.0°C) = 62.7 J

### 27

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**الجزء .B** عندما تصل درجة ح اررة الثلج إلى 0.0oC، يبقى خليط الماء والثلج عند هذه الدرجة حتى اثناء اضافة المزيد

0.0oC تحسب من المعادلة

من الثلج عند درجة ح اررة

1.00 g

من الطاقة حتى يذوب كل الثلج. الطاقة الالزمة الذابة

.0.51

*Q* = *Lf* *mw* = (3.33×105 J/kg)(1.00×10-3 kg) = 333 J

والموضحة على المنحنى في

62.7 J + 333J

وهي حاصل جمع كال من

396 J

عند هذه النقطة انتقلنا إلى الطاقة

الشكل .2.51

**الجزء .C** بين درجتي الح اررة 0.0oC و 100.0oC ال يحدث شيء غريب هنا فال يوجد تغير في الطور وبالتالي فان كل

الطاقة المضافة للماء تستخدم في زيادة درجة ح اررته. كمية الطاقة الالزمة لرفع درجة الح اررة من 0.0oC إلى 100.0oC

هي

*Q* = *mw cw* *T* = (1.00×10-3 kg)(4.19×103 J/kg.°C)(100.0°C) = 419 J

**الجزء .D** عند درجة ح اررة 100oC يحدث تغير في الطور ويتحول الماء عند 100oC إلى بخار عند .100oC وكما في

حتى مع زيادة طاقة للنظام

100.0oC

B، فان خليط الماء والبخار يبقى عند درجة ح اررة

خليط الماء والثلج في الجزء



### 28

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

من الماء إلى بخار عند درجة ح اررة

* 1. g

ويستمر هذا حتى يتحول كل الماء إلى بخار. الطاقة الالزمة لتحويل

هي 100oC

*Q* = *Lv* *ms* = *Lv ms* = (2.26×106 J/kg)(1.00×10-3 kg) = 2.26×103 J

**الجزء .E** على هذا المقطع من المنحنى، كما في الجزئين A وC، ال يحدث تغير في الطور ولهذا فان كل الطاقة

المضافة تستخدم لزيادة درجة ح اررة البخار. الطاقة التي يجب ان تضاف لرفع درجة ح اررة البخار من 100.0oC إلى

هي 120.0oC

*Q* = *ms cs* *T* = (1.00×10-3 kg)(2.01×103 J/kg.°C)(20.0°C) = 40.2 J

مقدار الطاقة الكلية التي يجب ان تضاف إلى g 1 من الثلج عند درجة ح اررة -30.0oC لتحوله إلى بخار عند درجة ح اررة

هي عبارة عن حاصل جمع كل النتائج التي حصلنا عليها من االج ازء الخمسة على المنحنى، والتي تساوي

* 1. oC

J 3.11×103 من الطاقة.

الحظ من الشكل2.51 ان كمية الطاقة الالزمة لتبخير الماء وتحويله إلى بخار كبيرة نسبيا. تخيل العملية العكسية، مع

تحول كمية كبيرة من الطاقة وتحررها عند تكثف البخار وتحوله لماء. ولهذا السبب عندما يتعرض الجلد لبخار ماء عند

.100oC كمية كبيرة من

يحدث حرق ضرره اكبر بكثير من تعرض الجلد لماء عند درجة ح اررة

100oC

درجة ح اررة



### 29

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

الطاقة تدخل إلى الجلد من البخار ويبقى البخار عند درجة ح اررة 100oC، اما الماء فان درجة ح اررته على الفور تبدأ في

النقصان كلما تسربت الطاقة من الماء إلى الجلد.

تماما في اذا تم االحتفاظ بالماء مستق ار وعاء نظيف جدا فانه من الممكن ان تنخفض درجة ح اررته القل من 0oC بدون

اضط ارب حتى

يحتاج لحدوث

الن الماء

supercooling

ان يتجمد إلى ثلج. هذه الظاهرة تعرف باسم التبريد الفائق

الماء كما تم

تجعل كثافة الثلج اقل من كثافة

تتحرك جزيئاته بعيدا عن بعضها البعض وتبدأ بتشكيل ت اركيب ثلج كبيرة

مناقشته في الجزء .0.04 واذا حدث اضط ارب للماء فائق البرودة فانه يتجمد فجأة. حيث يصبح النظام في وضع ت اربط

لجزيئات الثلج يكون منخفض الطاقة وتتحرر الطاقة يسبب ارتفاع في درجة الح اررة مرة اخرى إلى .0oC

تتكون قفا ازت التدفئة من محلول استيتات الصوديوم في حافظة بالستيكية مغلقة. المحلول في الحافظة في حالة استق ارر

فائق البرودة. عند الضغط على القرص في الحافظة البالستيكية يتجمد السائل وترتفع درجة الح اررة، مثل الماء فائق

البرودة. في هذه الحالة نقطة تجمد السائل اعلى من درجة ح اررة الجسم، وبالتالي يكون ملمس الحافظة البالستيكية دافئ. والعادة استخدام قفا ازت التدفئة فانه يجب تسخين الحافظة البالستيكية السالة المادة الصلبة. وعندما تبرد، فانها تصبح اقل

من نقطة التجمد في حالة البرودة الفائقة.

.superheating على سبيل المثال الماء النظيف في وعاء نظيف جدا

تسخين فائق

نوجد

كذلك من الممكن ايضا ان

موضوع في فرن ميكروويف يمكن ان ترتفع درجة ح اررته الكثر من 100oC بدون ان يغلي الن تكون فقاعات البخار في

### 30

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

0

الماء تتطلب وجود خدوش في الوعاء او بعض الشوائب في الماء لتكون بمثابة مواقع تكون هذه الفقاعات. عندما نخرج

الوعاء من فرن الميكروويف يكون الماء فائق الح اررة ويمكن هنا ان تحدث فقاعات انفجارية ويخرج الماء من الوعاء بقوة.

### سؤال للتفكير 2.22

افترض ان نفس عملية اضافة الطاقة لمكعب الثلج اجريت كما تم مناقشتها اعاله، ولكن قمنا برسم العالقة بين الطاقة

الداخلية للنظام كدالة في الطاقة المضافة للنظام. كيف سيكون شكل المنحنى؟

**ما هي كلته بخار درجة ح اررته االبتدائية 130oC الالزمة لتدفئة g 200 من الماء في وعاء من الزجاج كتلته 100-g من 20.0oC إلى 50.0oC؟**

**الحل:**

**تصور للمسألة:** تخيل اننا وضعنا الماء والبخار مع بعضهما البعض في وعاء معزول. النظام سوف يصل لحالة مستقرة من الماء عند درجة ح اررة

نهائية تساوي .50.0oC

**التصنيف:** باالعتماد على المفاهيم المعروفة لمثل هذه الحالة، فإننا نصنف هذه المسألة على انها مسألة مسعر ح ارري يتضمن تغير في حالة المادة.

**التحليل:** بكتابة المعادلة 2.51 لوصف عملية المسعر الح ارري:

**مثال 4.22 تبريد البخار**

### 31

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

* + 1. *Q*cold = -*Q*hot

ومن ثم يتكثف ليتحول إلى ماء سائل، وبعدها تنخفض درجة

100oC

ثالثة عمليات: العملية االولى انخفاض درجة ح اررته إلى

يتعرض البخار إلى

ح اررة الماء لتصل إلى .50.0oC قم بحساب الطاقة المتحولة في العملية االولى باستخدام كتلة مجهولة *ms* للبخار.

*Q*1 = *ms cs* *Ts*

*Q*2 = *Lv* *ms* = *Lv* (0 - *ms*) = -*ms Lv Q*3 = *ms cw* *T*hot water

وبإيجاد مقدار الطاقة المتحولة في العملية الثانية:

وبإيجاد مقدار الطاقة المتحولة في العملية الثالثة:

بجمع الطاقة المتحولة في العمليات الثالثة:

* + 1. *Q*hot = *Q*1 + *Q*2 + *Q*3 = *ms*(*cs* *Ts* – *Lv* + *cw**T*hot water)

مقدار الطاقة المتحولة في

.50.0oC وبإيجاد

يتعرضا فقط لعملية واحدة وهي زيادة درجة الح اررة إلى

20.0oC

الماء والزجاج عند درجة ح اررة ابتدائية

هذه العملية:

* + 1. Qcold = *mw cw* *T*cold water + *mg cg* *T*glass



بالتعويض في العادلة )0( من المعادلتين )5( و:)2(

*mw cw* *T*cold water + *mg cg* *T*glass =- *ms*(*cs* *Ts* – *Lv* + *cw**T*hot water)

بحل هذه المعادلة إليجاد قيمة:*ms*

### 32

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

*m*  *mwcw* *Tcoldwater*  *mg cg* *Tglass*

*s c* *T*  *L*  *c* *T*

*s s v w hotwater*

(0.200*kg*)(4186*J* / *kg*.*o C*)(50.0*o C*  20.0*o C*)  (0.100*kg*)(837*J* / *kg*.*o C*)(50.0*o C*  20.0*o C*) *ms*  (2010*J* / *kg*.*o C*)(100.0*o C* 130.0*o C*)  (2.26106 *J* / *kg*)  (4186*J* / *kg*.*o C*)(50.0*o C* 100.0*o C*)

*ms* = 1.09× 10-2 kg = 10.9 g

**ماذا لو؟** ماذا إذا كانت الحالة النهائية للنظام هي ماء عند درجة ح اررة 100oC؟ هل يتطلب ذلك كمية أكبر او اقل من البخار؟ ما هي التغي ارت التي

سوف تط أر على الحل اعاله؟

**االجابة:** سوف يتطلب ذلك بخار أكثر لرفع درجة ح اررة الماء والزجاج إلى 100oC بدال من .50.0oC وسيكون هناك تغيرين اساسيين في الحل اعاله.

التغير األول، لن يكون هناك الحد *Q*3 للبخار الن الماء الذي سيتكثف من البخار لن يبرد لدرجة ح اررة اقل من .100oC التغير الثاني في *Q*cold فان

درجة الح اررة سوف تكون 80.0oC بدال من .30.0oC وكتمرين قم بإثبات ان كمية البخار الالزمة هي g .31.8

## 4.22 الشغل والحرارة في عمليات الديناميكا الحرارية Processes Thermodynamic in Heat and Work



في الديناميكا الح اررية وصفنا حالة النظام باستخدام متغي ارت مثل الضغط والحجم ودرجة الح اررة والطاقة الداخلية. ونتيجة لذلك فإن هذه الكميات تنتمي لفئة تعرف باسم متغي ارت الحالة variables .state والي نظام معطى يمكننا ان نعرف قيم متغي ارت الحالة. (لنظام ميكانيكي، فان متغي ارت الحالة هي الطاقة الحركية *K* وطاقة الوضع.)*U* حالة النظام يمكن ان

### 33

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

تحدد فقط اذا كان النظام في حالة ات ازن ح ارري داخلي. في حالة وجود غاز في وعاء، فان االت ازن الح ارري الداخلي يتطلب

ان يكون كل جزء من الغاز عند نفس الضغط ودرجة الح اررة.

فئة ثانية من المتغي ارت في حاالت تشمل طاقة تكون متغي ارت التحول. هذه المتغي ارت هي تلك التي تظهر على الجانب

االيمن من معادلة تحول الطاقة، المعادلة .5.2 مثل هذه المتغي ارت تمتلك قيم غير الصفر اذا كانت عملية انتقال الطاقة تحدث عبر حدود النظام. قد تكون متغي ارت التحول موجبة او سالبة وهذا يعتمد على اذا ما كانت الطاقة تدخل إلى النظام

ال ترتبط مع حالة

متغي ارت التحول

فإن

او تخرج من النظام. الن انتقال الطاقة عبر الحدود يمثل التغير في النظام،

النظام، ولكنها ترتبط مع التغير في حالة النظام.



في الجزء السابق، قمنا بمناقشة الح اررة على انها متغير تحول. في هذا الجزء، سوف ندرس متغير تحول اخر مهم في

انظمة الديناميكا الح اررية، وهو الشغل .work تم د ارسة الشغل المبذول على الجزيئات بشكل مفصل في الجزء 0، وهنا

سوف ندرس الشغل المبذول على االنظمة التي يتغير شكلها مثل الغا ازت. افترض غاز محصور في اسطوانة مثبت بها مكبس متحرك (الشكل .)0.51 عند االت ازن الح ارري، فان الغاز يشغل حيز حجمه *V* ويبذل ضغط منتظم مقداره P على جد ارن االسطوانة وعلى المكبس. اذا كانت مساحة مقطع المكبس *A*، فان القوة المبذولة بواسطة الغاز على المكبس هي *PA* =.*F* االن لنفترض اننا قمنا بدفع المكبس لداخل االسطوانة وانضغط الغاز بشكل ستاتيكي أي ان عملية دفعالمكبس تمت ببطء شديد جدا، بحيث تسمح للنظام ان يبقى فيحالة ات ازن ح ارري داخلي طوال الوقت. حيث ان المكبس قد

### 34

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

 ^  ^

(الشكل )4b.20، الشغل المبذولعلى الغاز طبقا

*j* *F*  *F* خالل ا ازحة قدرها *j dy*  *dr*

تحرك لالسفل تحت تأثير قوة

لتعريفنا للشغل في الجزء 0 هو،

  ^ ^

*dW*  *F* .*dr*  *F j*.*dy j*  *Fdy*  *PAdy*

حيث ان مقدار القوة الخارجية *F* يساوي *P*A الن المكبس دائما في حالة ات ازن ح ارريبين القوة الخارجية والقوة الناتجة من الغاز. تم افت ارض ان كتلة المكبس مهملة في هذه المناقشة. والنA*dy* هي مقدار التغير في حجم الغاز *dV*، فانه يمكن

التعبير عن الشغل المبذول على الغاز على النحو التالي:

*dW = -PdV* **(20.8)**

اذا انضغط الغاز، تكون التغير في الحجم *dV* سالبا ويكون الشغل المبذول على الغاز موجبا. اما اذا تمدد الغاز فان *dV* تكون موجبة والشغل المبذول على الغاز يكون سالبا. اما اذا بقي حجم الغاز ثابتا فان الشغل المبذول على الغاز يساوي

صفر. الشغل الكلي المبذول على الغاز عندما يتغير الحجم من *Vi* إلى *Vf* يعطى بالمعادلة :2.51

**الشكل 4.22** الشغل المبذول على الغازالمحصور في اسطوانة على ضغط *P* عند دفع المكبس لالسفل حيث ينضغط

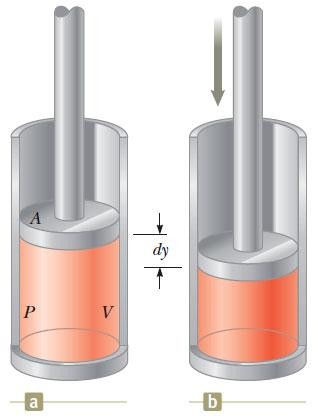
الغاز.

*Vf*

*W*    *PdV*

*Vi*

#### (20.9)



واليجاد هذا التكامل، يجب ان نعرف كيف يتغير الضغط مع الحجم خالل العلمية.

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

الشغل المبذول على الغاز

### 35

بصفة عامة، الضغط ال يكون ثابتا خالل العملية ولكنه يعتمد على الحجم ودرجة الح اررة. اذا كان الضغط والحجم معلومين في كل مرحلة من م ارحل العملية، فإن حالة الغاز في كل مرحلة يمكن ان تمثل بيانيا على منحني يعرف باسم

هذا النوع من المنحنيات يسمح لنا بتخيل العملية خالل

الضغط والحجم diagram *PV* كما في الشكل .2.51

مخطط

انضغاط الغاز. المنحنى على مخطط الحجم والضغط يعرف باسم المسار الذي يسلكه الغاز بين الحالتين االبتدائية

والنهائية.

الحظ ان التكامل في المعادلة 4.51 يساوي المساحة تحت المنحنى على مخطط الحجم والضغط. ومن هنا يتضح اهمية

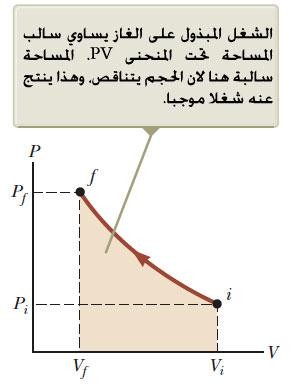
مخطط الحجم والضغط.

الشغل المبذول على الغاز في عملية شبه ساكنة quasi-static تأخذ الغاز من الحالة االبتدائية إلى الحالة النهائية هو

سالب المساحة تحت المنحنى على مخطط الحجم والضغط، ويحسب بين الحالتين االبتدائية والنهائية.

في عملية ضغط الغاز في اسطوانة، فان الشغل المبذول يعتمد على المسار الذي يسلكه الغاز من الحالة االبتدائية إلى الحالة النهائية كما هو موضح في الشكل .2.51 لتوضيح هذه النقطة الهامة، افترض ان هناك عدة مسا ارت تصل بين الحالة االبتدائية *i* والحالة النهائية *f* (الشكل.)0.51 في العملية الموضحة في الشكل a0.51، يقل حجم الغاز في البداية من *Vi* إلى *Vf* عند ضغط ثابت *Pi* ويزداد ضغط الغاز بعد ذلك من *Pi* إلى *Pf* بتسخين الغاز عند حجم ثابت.*Vf* الشغل

عند ثبوت



**الشكل 5.22** ينضغط الغاز بشكل شبهساكن (أي ببطء شديد) من الحالة *i* إلى الحالة.*f* وهنا قوة خارجية يجب ان تبذل

شغل موجبا على الغاز لتضغطه.

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

*Pf* إلى

b0.51، يزداد ضغط الغاز من *Pi*

هو .–*Pi*(*Vf*-*Vi*) وفي الشكل

### 36

المبذول على امتداد هذا المسار

.*Pf* الشغل المبذول على الغاز على هذا المسار هو

عند ثبوت الضغط

*Vf* إلى *Vi*

ومن ثم يقل الحجم من

الحجم *Vi*

*Vi*) -(*Vf* .–*Pf* قيمة الشغل في هذه الحالة اكبر من الشغل المبذول على الغاز في حالة المسار الموضح في الشكل a0.51 الن المكبس يتحرك نفس اال ازحة ولكن بقوة اكبر. واخي ار، العملية الموضحة في الشكل c0.51، حيث كال من *P*

و*V* يتغي ارن بشكل مستمر فان الشغل المبذول على الغاز له قيمة تقع بين قيمة الشغل في العملية االولى والعملية الثانية.

يجب ان تكون معلومة حتى يمكن ايجاد التكامل في المعادلة

*P*(*V*)

هذا الحالة، فان الدالة

ولحساب قيمة الشغل في

.4.51



انتقال الطاقة *Q* إلى النظام او التي تخرج من النظام عن طريق الح اررة تعتمد على العملية. افترض الحالة الموضحة في الشكل .0.51 في كل حالة، يمتلك الغاز نفس الحجم االبتدائي ونفس درجة الح اررة ونفس الضغط وهذا الغاز يفترض انه

غاز مثالي. في الشكل a0.51، الغاز معزول ح ارريا عن المحيط الخارجي ما عدا المنطقة التي تقع في الجزء السفلي،

حيث انه على اتصال ح ارري مع مستودع ح ارري. المستودع الح ارري reservoir heat هو مصدر طاقة كبير ومهما فقد حرارة او اكتسب ح اررة ال تتغير درجة ح اررته. المكبس مثبت عن موضعه االبتدائي بواسطة قوة خارجية باليد مثال. عندما تقل القوة الممسكة بالمكبس بشكل قليل جدا، فان المكبس يتحرك ببطء لالعلى ليصل إلى الموضع النهائي الموضح في الشكل .b0.51 والن المكبس يتحرك لالعلى، فان الغاز يبذل شغال على المكبس. خالل هذا التمدد يصبح الحجم النهائي

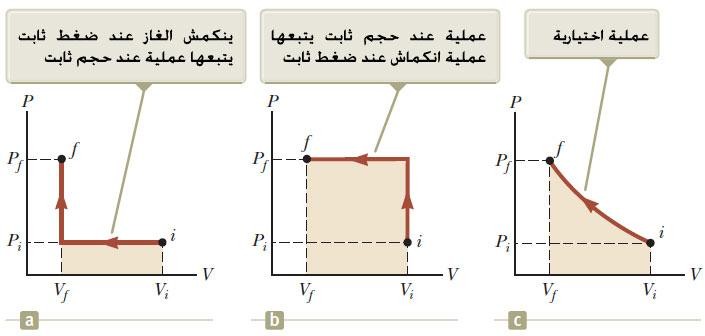
### 37

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

هو *Vf*، وهنا تنتقل كمية قليلة من الطاقة من المستودع الح ارري إلى الغاز لتحافظ على بقاء درجة ح اررة الغاز ثابتة عند

.*Ti*



يعتمد على المسار بين

*i* إلى الحالة النهائية *f*

الشغل المبذول على الغاز عند تحوله من الحالة االبتدائية

#### 22.6

**الشكل**

هاتين الحالتين.

### 38

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

غاز في اسطوانة. )a( الغاز في حالة اتصال ح ارري مع مستودع ح ارري. جد ارن االسطوانة عازلة تماما،

#### 7.22

**الشكل**

ولكن القاعدة متصلة ح ارريا مع المستودع الح ارري. )b( يتمدد الغاز ببطء لحجم اكبر. )c( يحصر غشاء رقيق الغاز في نصف حجم االسطوانة، والنصف االخر مفرغ من الهواء. االسطوانة هنا معزولة بالكامل. )d( يتمدد الغاز بحرية في كل



حجم االسطوانة.

### 39

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

افترض االن ان النظام معزول ح ارريا بالكامل كما في الشكل .c0.51 عندما ينكسر الغشاء، فان الغاز يتمدد بسرعة كبيرة

.*Pf* الحالة النهائية للغاز

ويكون عندها عند ضغط

حتى يشغل الحيز *Vf*

الهواء في االسطوانة

في الجزء المفرغ من

موضحة في الشكل .d0.51 في هذه الحالة، الغاز ال يبذل شغال النه هنا ال تطبق قوة، وال يتطلب قوة ليتمدد الغاز في

الجزء المفرغ من الهواء. عالوة على ذلك ال تنتقل أي طاقة بواسطة الح اررة من خالل الجدار العازل.

كما تم مناقشته في الجزء 2.51، توضح التجارب ان درجة ح اررة الغاز ال تتغير في العملية الموضحة في الشكل c0.51

مماثلة تمام

b0.51

والشكل

a0.51

و.d0.51 ولهذا فان الحالة االبتدائية والحالة النهائية للغاز المثالي في الشكل

و7.20d، ولكن المسا ارت مختلفة. في الحالة االولى، الغاز ال يبذل شغال

c0.51

للحالتين االبتدائية والنهائية للشكلين

طاقة بواسطة الح اررة وقيمة

تنتقل

على المكبس والطاقة تتحول ببطء إلى الغاز بواسطة الح اررة. في الحالة الثانية، ال

تعتمد على الحالة

مثل الشغل المبذول،

مثلها

الشغل المبذول تساوي صفر. ولهذا فان الطاقة المنتقلة بواسطة الح اررة

يمكن ان

يمكن

الن الح اررة والشغل كالهما يعتمدان على المسار، وال

االبتدائية والنهائية والمتوسطة للنظام، بتعبير اخر

يحدد مقدار أي منهما بدقة من خالل نقاط بدأ المرحلة وانتهائها في عملية ديناميكا ح اررية.

### 40

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

## 5.22 القانون األول للديناميكا الحرارية Thermodynamics of Law First The

عندما درسنا قانون تحول الطاقة في الجزء 2، ذكرنا ان التغير في طاقة النظام تساوي مجموع كل الطاقات المنتقلة عبر حدود النظام. القانون األول للديناميكا الح اررية هو حالة خاصة من قانون تحول الطاقة الذي يصف العمليات التي تشمل

**تجنب خطأ شائع 7.22 اصطالح االشارة الثنائي**

بعض كتب الفيزياء والهندسة تمثل

القانون األول بـ *W* – *Q* = *E*int، حيث ان االشارة السالبة بين الحرارة والشغل. السبب هو ان الشغل هنا هو شغل يبذل بواسطة النظام وليس شغال

يبذل على النظام.

المعادلة المكافئة 4.51 تعرف الشغل

*Vf*

*W*    *PdV*

اذا فان وعليه . *Vi* انه على

كان شغل موجب بذل بواسطة الغاز، فان طاقة تخرج من النظام، مما يؤدي إلى االشارة السالبة في القانون

األول.

في دراستك لمقررات كيمياء او هندسة او من خالل قراءتك لكتب اخرى تأكد من اصطالح االشارة

المستخدم للقانون األول.

فقط التغي ارت في الطاقة الداخلية والطاقة المتحولة بواسطة الح اررة والشغل فقط:

*E*int = *Q* + *W* **(20.10)**

**القانون األول للديناميكا الحرارية**

نتيجة مهمة للقانون األول للديناميكا الح اررية هو انه يوجد كمية تعرف باسم الطاقة الداخلية تحدد قيمتها بواسطة حالة

النظام. ولهذا فان الطاقة الداخلية هي حالة متغيرة مثلها مثل الضغط، والحجم، ودرجة الح اررة.

لنقم االن بد ارسة حالة خاصة بحيث يكون القانون األول مطبقا عليها. بداية، افترض نظاما معزوال، والذي ال يكون فيه

تفاعل بين النظام والمحيط. في هذه الحالة، ال تنتقل الطاقة بواسطة الح اررة والشغل المبذول على النظام يكون صف ار،

*E*int,*i* =

وعليه فان الطاقة الداخلية تبقى ثابتة. وذلك بسبب ان 0 = *W* = *Q*، وهذا يؤدي إلى ان 0 = *E*int، وبهذا فان

*E* للنظام المعزول تبقى ثابتة.

int

.*E* نستنتج من ذلك ان الطاقة الداخلية

int,*f*



### 41

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

ثانيا، نفترض حالة نظام يمكن ان يتبادل الطاقة مع المحيط من خالل علمية ذات مسار دائري، أي ان العملية تبدأ

حالة متغيرة

*E*int

وتنتهي عند نفس الحالة. في هذه الحالة، التغير في الطاقة الداخلية يجب ايضا ان يساوي صف ار الن

ولهذا فان الطاقة *Q* المضافة للنظام يجب ان تساوي الشغل السالب *W* المبذول على النظام خالل الدورة. وبهذا فان أي

عملية تتم على مسار دائري يكون فيها

**تجنب خطأ شائع 5.22**

**القانون األول**

من خالل اسلوب تعاملنا مع الطاقة في هذا الكتاب، فان القانون االول للديناميكا الحرارية هو حالة خاصة للمعادلة .5.2 بعض الفيزيائيين يناقشون ان القانون االول يكافيء المعادلة .5.2 في هذا االسلوب فان تطبيق القانون االول على نظام معزول (ال يوجد انتقال للمادة)، فان الحرارة تفسر بحيث تشمل االشعاع الكهرومغناطيسي، والشغل يفسر ليشمل االنتقال الكهربي (الشغل الكهربي) واالمواج الميكانيكية (الشغل الجزيئي.) تذكر هذا عندما تقرأ عن القانون األول في كتب

اخرى.

*E*int

(عملية على مسار دائري) *W* - = *Q* & 0 =

على منحنى الضغط والحجم diagram *PV*، تظهر العملية على المسار الدائري كمنحنى مغلق. (العمليات الموضحة في

بمنحنيات مفتوحة الن المرحلة االبتدائية والمرحلة النهائية مختلفتان.) ويمكن اثبات ان

هي عمليات ممثلة

0.51

الشكل

الشغال لمبذول على نظام في عملية على مسار مغلق تساوي المساحة المحصورة في داخل المسار المغلق التي تمثل

العلمية على منحنى الضغط والحجم.

### 42

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

## 6.22 بعض التطبيقات على القانون األول للديناميكا الحرارية Thermodynamics of Law First the of Application Some

في هذا الجزء، سوف نتعامل مع تطبيقات على القانون األول تشمل عمليات يتعرض لها غاز. كنموذج لنفترض أن هناك

عينة من الغاز محصورة في مكبس اسطواني كما في الشكل .2.51 يوضح هذا الشكل الشغل المبذول على الغاز والطاقة

المختلفة، سوف نشير

المتحولة بواسطة الح اررة، وبالتالي فان الطاقة الداخلية للغاز ترتفع. في المناقشة التالية للعمليات

لهذا الشكل وعليك ان تتخيل كيف تغير اتجاه انتقال الطاقة ليعكس ما يحدث في العملية.

قبل ان نطبق القانون األول للديناميكا الح اررية لنظام محددد، فانه من المفيد اوال ان نعرف بعض العمليات الديناميكية

خاللها ال يتم فيه دخول او خروج

ال يتم

هي العملية التي

adiabatic process

الح اررية المثالية. العملية االديباتيكية

الح اررة من النظام، أي ان 0 =.*Q* العملية االديباتيكية يمكن ان تحدث اما من خالل العزل الح ارري لجدار النظام او من خالل اج ارء عملية سريعة جدا في زمن قصير جدا ال يسمح للطاقة الن تتحول إلى ح اررة. بتطبيق القانون األول للديناميكا

الح اررية على عملية اديباتيكية نحصل على:

*E*int = *W* (اديباتيكية عملية) **(20.11)**

موجبة وتزداد هنا

*E*int

موجبا، فان

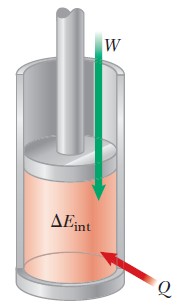
اذا ضغط الغاز في عملية اديباتيكية بحيث ان الشغل W

هذه النتيجة توضح انه

درجة الح اررة. وبالمقابل، عندما يتمدد الغاز في عملية اديباتيكية تقل درجة ح اررة النظام.

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



**الشكل 5.22** القانون االول للديناميكاالحرارية يساوى التغير في الطاقة الداخلية *E*int في النظام لتحول الطاقة

للنظام بواسطة الحرارة *Q* والشغل.*W* في الحالة الموضحة هنا، الطاقة الداخلية

للغاز تزداد.

### 43

العمليات االديباتيكية مهمة جدا في التطبيقات الهندسية. بعض االمثلة الشائعة هو تمدد الغاز الساخن في محرك االحت ارق

الداخلي، وتسييل الغا ازت في نظام تبريد، وشوط االنضغاط في محرك الديزل.

.adiabatic free expansion

تعرف باسم التمدد الحر االديباتيكي

d0.51و

c0.51

العملية الموضحة في الشكل

العملية اديباتيكية النها تنفذ في وعاء معزول. الن الغاز يتمدد في الف ارغ، فانها ال تبذل شغال على المكبس كما في حالة الغاز في العملية الموضحة في الشكلين a0.51 وb0.51، لذا ال يكون هناك شغال مبذوال على او بواسطة الغاز. لهذا في

من القانون

كما ن ارها

لهذه العملية

*E*int = 0

و0 =.*W* ونتيجة لذلك فان

*Q* = 0

هذه العملية االديباتيكية، كال من

،50

بهذا فان الطاقات االبتدائية والنهائية للغاز متساوية في التمدد االديباتيكي الحر. كما سوف نرى في الجزء

األول.

فان الطاقة الداخلية للغاز المثالي تعتمد فقط على درجة ح اررته. ولهذا نتوقع ان ال يكون هناك تغير في درجة الح اررة

عند ضغط منخفض. (التجارب التي

الحر. هذا التوقع يتوافق مع النتائج العملية التي اجريت

خالل التمدد االديباتيكي

اجريت عند ضغط مرتفع للغا ازت الحقيقية اظهرت تغي ارت طفيفة في درجة الح اررة بعد التمدد نظ ار لتفاعالت الجزيئات فيما

بينها، والتي تمثل انح ارف عن الغاز المثالي.)

2.51، العملية

الشكل في .isobaric process

عند ثبوت الضغط تعرف باسم العملية االزوباريك

العملية التي تحدث

االيزوباريك يمكن ان تجرى من خالل السماح للمكبس بالحركة بحرية بحيث يكون هناك توازن دائم بين القوة الكلية

### 44

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

المبذولة بواسطة الغاز المتجهة لألعلى ووزن المكبس الذي يسبب قوة متجهة لألسفل باالضافة إلى الضغط الجوي والمتجه

لألسفل ايضا. العملية االولى في الشكل a0.51 والعملية الثانية في الشكل b0.51 هما عمليتان ازوباريك.

للصفر. والشغل المبذول على الغاز في العملية

تكون مساوية

في هذه العملية، فان قيمة الح اررة والشغل عادة ال

االزوباريك هو

*W* = - *P*(*Vf* – *Vi*) (isobaric process) **(20.12)**

**عملية ازوباريك**

حيث P هي مقدار الضغط الثابت للغاز خالل العملية.

2.51، بتثبيت

الشكل في .isovolumetric process

العملية التي تتم عند ثبوت الحجم تعرف باسم ازوفوليومترك

والعلمية االولى في

a0.51

المكبس عند موضع محدد يجعل العملية تجرى عند ثبوت الحجم. العملية الثاينة في الشكل

الشكل b0.51 هي عمليات ازوفوليومترك.

يساوي صفر. ولهذا من القانون

الن حجم الغاز ال يتغير في مثل هذه العملية فان الشغل المبذول حسب المعادلة 4.51 األول للديناميكة الح اررية فانه في العملية التي تتم عند ثبوت الحجم الن *W*=0 يكون

*E*int = *Q* (isovolumetric process) **(20.13)**

**عملية ازوفوليومترك**

### 45

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

من هذه المعادلة نالحظ انه اذا اضيفت طاقة بواسطة الح اررة لنظام في عملية ازوفوليومترك فان كل الطاقة المتحولة تبقى في النظام وتظهر كزيادة في الطاقة الداخلية. على سبيل المثال، عندما نلقي بعلبة طالء مضغوط في النار، تدخل الطاقة

من خالل الغالف المعدني للعلبة. وبالتالي تزداد كال من درجة الح اررة

الح اررة

إلى النظام (الغاز في العلبة) بواسطة

process .isothermal هذه العملية يمكن ان

والضغط وتستمر هذه الزيادة إلى ان تنفجر العلبة.

العملية التي تحدث عند ثبوت درجة الح اررة تعرف بالعملية االيزوثيرمال

**عملية ايزوثيرمال**

تحدث بغمر االسطوانة في الشكل 2.51 في حوض به خليط من الماء والثلج او بوضع االسطوانة على مستودع ح ارري

**تجنب خطأ شائع 9.22 Q 0≠ في العملية االيزوثيرمال**

ال تقع في الخطأ الشائع بان تعتقد بانه يجب ان ال يكون هناك تحول في الطاقة بواسطة الحرارة اذا درجة الحرارة لم تتغير كما في حالة العملية االيزوثيرمال. الن المتسبب في تغير درجة الحرارة يمكن ان يكون إلى الحرارة او الشغل، درجة الحرارة اذا تبقى ثابتة حتى عندما تدخل طاقة الغاز بالحرارة، والتي تحدث فقط الطاقة التي تدخل الغاز بالحرارة

تخرج بالشغل.

له درجة ح اررة ثابتة مع وجود اتصال ح ارري بينهما. رسم التغير في الضغط مع الحجم عند ثبوت درجة الح اررة لغاز

.isitherm الطاقة الداخلية للغاز المثالي هي دالة في درجة الح اررة

منحنى قطع ناقص يعرف باسم

مثالي ينشىء عنه

فقط. ولهذا فانه في العملية االيزوثيرمال على غاز مثالي تكون فيه 0 = .*E*int نستنتج من القانون االول في حالة عملية ايزوثيرمال ان الطاقة المتحولة *Q* يجب ان تساوي الشغل السالب المبذول على الغاز، أي ان-*W* =.*Q* أي طاقة تدخل النظام بواسطة الح اررة تنتقل خارج النظام بواسطة الشغل، ونتيجة لذلك ال يوجد تغير في الطاقة الداخلية للنظام الذي

يحدث عند ثبوت درجة الح اررة.

### 46

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

### سؤال للتفكير 3.22

في الجدول التالي اعمدة ثالثة تمثل الحرارة *Q* والشغل *W* والطاقة الداخلية .*E*int قم بتحديد االشارة الصحيحة لكل منها

+( أو – أو صفر.) لكل حالة اعتبر ان النظام محدد.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***E*int** | ***W*** | ***Q*** | **النظام** | **الحالة** |
|  |  |  | الهواء في المنفاخ | )a( نفخ عجل دراجة بسرعة كبيرة. |
|  |  |  | الماء في الوعاء | )b( وعاء به ماء عند درجة حرارة  الغرفة موضوع على موقد ساخن |
|  |  |  | الهواء في البالون | )c( تسرب سريع للهواء من البالون |

#### تمدد الغاز المثالي عند ثبوت درجة الح اررة Gas Ideal an of Expansion Isothermal

عند درجة ح اررة ثابتة. هذه العملية موضحة بمخطط

quasi-statically

افترض غاز مثالي يتمدد ببطء شديد جدا

)B.23، وقانون الغاز المثالي

B المعادلة

ازئد (انظر الملحق

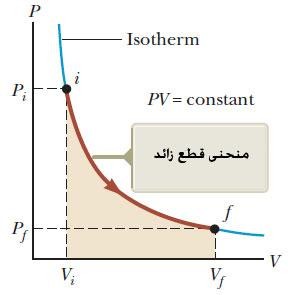
المنحنى له شكل قطع

الضغط والحجم في الشكل .4.51

(المعادلة )2.04 عند مع درجة الح اررة T تحدد المعادلة لهذا لهذا المنحنى هي constat = *nRT* =.*PV*

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



**الشكل 9.22** منحنى مخطط الضغطوالحجم للتمدد عند درجة حرارة ثابتة لغاز مثالي من الحالة االبتدائية إلى

الحالة النهائية.

### 47

لنقوم بحساب الشغل المبذول على الغاز في التمدد من الحالة *i* إلى الحالة.*f* الشغل المبذول على الغاز يعطى بالمعادلة .4.51 الن الغاز مثالي والعملية تتم ببطء شديد جدا، فان قانون الغاز المثالي متحقق لكل نقطة على المسار. ولهذا

*Vf Vf nRT*

*W*    *PdV*    *V dV*

*Vi Vi*

الن درجة الح اررة *T* ثابتة في هذه الحالة، يمكن التخلص منها في التكامل مع كال من *n* و.*R*

*Vf dV V*

 *V* *nRT* ln *V*

*f*

*W*  *nRT* 

*V*

*Vi i*

وبالتالي نحصل بعد التعويض عن الحجم

(*dx* . (انظر الملحق )B

*x*)  ln *x*

اليجاد قيمة التكامل نستخدم العالقة

**الشكل 12.22** (سؤال التفكير )0.51

 *Vi* 

*W*  *nRT* ln



 *V* 

(20.14)

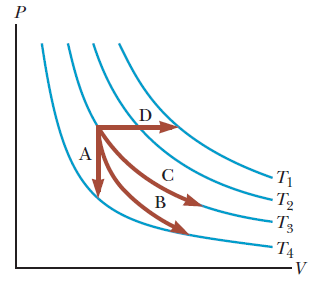
االبتدائي والنهائي على

حدد طبيعة المسارات A وB وC و.D

 *f* 

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



### 48

**سؤال للتفكير 3.22**

صنف المسارات في الشكل 01.51 كعملية ازوباريك وازوفوليمترك وايزوثيرمال او اديباتيك. للمسار B، 0 =.*Q*

المنحنيات باللون االزرق تمثل عملية ايزوثيرمال.

**مثال 4.22 تمدد في عملية عند درجة ح اررة ثابتة**

#### تمدد 1.0-mol من غاز مثالي عند درجة ح اررة ثابتة 0.0oC من L 3.0 إلى L 10.0 )A( ما هو مقدار الشغل المبذول على الغاز خالل عملية

**)C( اذا عاد الغاز إلى حجمه األصلي من خالل عملية**

**)B( ما هو مقدار الطاقة المنتقلة بالح اررة بين الغاز والمحيط في هذه العملية؟**

**التمدد؟**

**ايزوباريك، ما مقدار الشغل المبذول على الغاز؟**

**الحل:**

**تصور للمسألة:** تخيل العملية بعقلك: االسطوانة في الشكل 2.51 مغمورة في حوض ماء وثلج، ويتحرك المكبس للخارج فيزداد حجم الغاز. كما يمكنك

ان تستخدم التمثيل البياني في الشكل 4.51 لفهم العملية. **التصنيف:** نقوم بحساب المطلوب باستخدام المعادالت التي تعرفنا عليها في الشرح السابق، لذا فان هذا المثال هو تطبيق مباشر، الن درجة الح اررة ثابتة

هنا فان العملية ايزوثيرمال.

**التحليل:** بالتعويض عن القيم المعطاة في المعادلة 00.51

 *V* 

*W*  *nRT* ln *i* 

 *V*



 *f* 

### 49

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

*W*  (1.0*mol*)(8.31*J* / *mol*.*K* )(273*K* ) ln 3.0*L* 

 

10.0*L*



 2.7 103 *J*

*E*int = *Q* + *W*

0 *= Q + W*

Q = - W = 2.7×103J



)B( نحصل على الح اررة من القانون األول

)C( باستخدام المعادلة .05.51 الضغط غير معطى لذا نستخدم قانون الغاز المثالي

*W* = - *P*(*Vf* – *Vi*) =

* *nRTi* (*V Vi*

*Vi* )

  (1.0*mol*)(8.31*J* / *mol*.*K* )(273*K* ) (3.0 103 *m*3 10.0 103 *m*3 ) 10.0 103 *m*3



*f*

 1.6 103 *J*

لقد استخدمنا درجة الح اررة االبتدائية والحجم لحساب الشغل المبذول الن درجة الح اررة النهائية كانت مجهولة. الشغل المبذول على الغاز موجب الن

الغاز انضغط.

### 50

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

***V*i = *V*liquid**

**مثال 6.22 ماء يغلي**

#### افترض كمية من الماء كتلتها g 1.00 تتبخر في عملية ايزوباريك عند الضغط الجوي Pa( .)1.013×105 الحجم في الحالة السائلة

**cm3 1.00 =، وحجم حالة البخار هو cm3 1671 = *V*vapor = .*V*f اوجد الشغل المبذول في التمدد والتغير في الطاقة الداخلية للنظام. اهمل أي**

**خلط بين البخار والهواء المحيط، تخيل ان البخار يدفع الهواء المحيط بعيدا.**

**الحل:**

**تصور للمسألة:** الحظ هنا ان درجة ح اررة النظام ال تتغير. حيث يحدث تغير في الطور عندما يتحول الماء إلى بخار. **التصنيف:** الن التمدد يتم عند ثبوت الضغط، فإننا نصنف العملية على انها عملية ايزوباريك **التحليل:** باستخدام المعادلة 05.51 إليجاد الشغل المبذول على النظام عندما يندفع الهواء بعيدا

*W* = - *P*(*Vf* – *Vi*)

= -(1.013×105 Pa)(1671×10-6m3-1.00×10-6m3)

= - 169 J

باستخدام المعادلة 0.51 والح اررة الكامنة للتبخر للماء إليجاد الطاقة المتحولة إلى النظام بواسطة الح اررة:

*Q* = *L*v*m*s = *m*s*L*v = (1.00×10-3 kg)(2.26×106 J/kg)

= 2260 J

*E*int = *Q* + *W*

استخدم القانون األول إليجاد التغير في الطاقة الداخلية للنظام

*E*int = 2260 J + (-169 J) = 2.09 kJ



**51**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**اللمسة األخيرة:** القيمة الموجبة لـ *E*int تشير إلى ان الطاقة الداخلية للنظام ازدادت. النسبة الكبيرة في الطاقة 93%( = )2090J/2260J المتحولة إلى

من الطاقة المتحولة يخرج من النظام عن طريق الشغل المبذول بواسطة البخار على

السائل تستخدم في زيادة الطاقة الداخلية للنظام. اما الباقي 7%

المحيط.

**مثال 7.22 تسخين مادة صلبة**

#### )A( ما هو الشغل المبذول على ساق

**.50oC**

**إلى**

#### 20oC

**سخن في الضغط الجوي فازدادت درجة ح اررته من**

**1.0-kg**

**ساق من النحاس كتلته**

**إلى ساق النحاس بواسطة التسخين؟ )C( ما هي مقدار الزيادة في الطاقة**

**المنتقلة**

**المحيط الخارجي؟ )B( ما مقدار الطاقة**

**النحاس الناتج عن**

مادة صلبة، في حين ان المثالين السابقين كانا على السوائل والغا ازت. هنا التغير في الحجم للجسم الصلب الناتج

#### الداخلية لساق النحاس؟

**الحل:**

**تصور للمسألة:** هذا المثال يتضمن

عن التمدد الح ارري يكون صغي ار جدا. **التصنيف:** الن التمدد يتم عند ثبوت الضغط، فإننا نصنفها على انها عملية ايزوباريك



**التحليل:** باستخدام المعادلة 05.51 إليجاد الشغل المبذول على النظام عندما يندفع الهواء بعيدا

*W* = - *P**V*

عبر عن التغير في الحجم باستخدام المعادلة 0.04 وعوض عن =3

*W* = - *P*(*Vi**T*) = -P(3 *Vi**T*) = 3 P *Vi* *T*

### 52

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

 *m* 

بالتعويض عن الحجم بداللة الكتلة وكثافة النحاس

*W*  3*P*

 **

*T*



بالتعويض بالقيم العددية في المعادلة نحصل على:

*W*  3[1.7 105 (*o*

*C*)1

](1.013 105

*N* / *m*2 

1.0*kg*



(50*o*

*C*  20*o C*)

 8.92 103 *kg* / *m*3 

)

 

 1.7 102 *J*

الن هذا الشغل سالب فان الشغل يبذل بواسطة ساق النحاس على المحيط الخارجي.

)B( باستخدام المعادلة 0.51 والح اررة النوعية للنحاس من الجدول :0.51

Q = mc T = (1.0 kg) (387 J/kg/oC)(50oC-20oC) = 1.2×104 J

)C( باستخدام القانون األول للديناميكا الح اررية:

*E*int = *Q* + *W =* 1.2×104 J + (-1.7×10-2 J) = 1.2×104 J

الطاقة الداخلية لساق النحاس. الجزء من الطاقة المستخدم لبذل

معظم الطاقة المتحولة في النظام بواسطة التسخين تستغل في زيادة

#### اللمسة األخيرة:

شغل على المحيط الخارجي تقريبا يساوي .10-6 ولهذا عند تحليل التمدد الح ارري للمواد الصلبة او السائلة فاننا نهمل المقدار الصغير من الشغل الذي



يبذل على النظام او بواسطة النظام.

### 53

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

## 5.22 آليات انتقال الطاقة في العمليات الحرارية Processes Thermal in Mechanisms Transfer Energy

في الجزء 2، استخدمنا نهج عالمي لتحليل الطاقة للعمليات الفيزيائية من خالل المعادلة 0.2، *T*  = *E*system حيث ان

*T* تمثل انتقال الطاقة، والتي يمكن ان تحدث من خالل اليات مختلفة. في بدايات هذا الجزء، ناقشنا حدين من الطرف

.Q في هذا الجزء، سوف نكتشف المزيد من التفاصيل عن الح اررة كطريقة النتقال

W والح اررة

االيمن للمعادلة، الشغل

الطاقة وكذلك طريقتين النتقال الطاقة في الغالب تكون مرتبطة مع تغي ارت درجة الح اررة: الحمل convection (في صورة

انتقال للمادة )*T*MT( واالشعاع الكهرومغناطيسي radiation electromagnetic .*T*ER

#### التوصيل الح ارري Conduction Thermal

عملية انتقال الطاقة بواسطة الح اررة *Q*( في المعادلة )5.2 يمكن ان تدعى بالتوصيل conduction أو التوصيل الح ارري conduction .thermal في هذه العملية، االنتقال يمكن ان يمثل على المقياس الذري كتبادل للطاقة الحركية بين

بحيث ان الجسيمات االقل في الطاقة تكتسب طاقة

– الجزيئات والذ ارت وااللكترونات الحرة-

الجسيمات الميكروسكوبية

بالتصادمات مع الجسيمات االكثر طاقة. على سبيل المثال، اذا كنت تمسك طرف ساق معدني طويل ووضعت الطرف

االخر على لهب نار، سوف تجد ان درجة الح اررة بدأت تزداد عند الطرف الذي تمسكه. تصل الطاقة ليدك بواسطة

**54**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

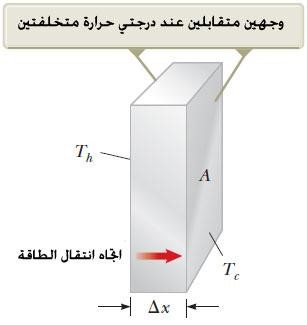
التوصيل. في البداية، قبل ان يوضع الساق في اللهب، فان الجسيمات الميكروسكوبية في المعدن تتذبذب حول موضع استق اررها. وعندما يعمل اللهب على رفع درجة ح اررة الساق، فان الجسيمات القريبة من اللهب سوف تبدأ بالتذبذب بسعة

طاقتها من خالل التصادمات.

وتنقل لها بعض

اهت ازز اكبر. هذه الجسيمات بدورها تتصادم مع الجسيمات المجاورة لها

ببطء فان سعات االهت ازز لذ ارت المعدن وااللكترونات البعيدة واالبعد من اللهب سوفتزداد حتى في النهاية يصل تأثير ارتفاع درجة الح اررة على الطرف الموضوع في اللهب إلى يدك وتشعر بارتفاع درجة الح اررة وكانها وصلت لديك عبر مادة



**الشكل 11.22** انتقال الطاقة عبر شريحة

مساحة مقطعها *A* وسمكها.*x*

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

الساق المعدنية. هذه الزيادة في التذبذبات تم رصدها من خالل الزيادة فيدرجة ح اررة المعدن وانتقالها الى يدك.

معدل التوصيل الح ارري يعتمد على خواص المادة التي تسخن. على سبيل المثال، من الممكن ان نمسك قطعة من االسبستوس (الحرير الصخري) ونضعها في اللهب، نجد ان مقدار الح اررة المنتقلة عبر مادة االسبستوس قليلة جدا بصفة

عامة، المعادن موصلة جيدة للح اررة والمواد مثل االسبستوس والفلين والورق وااللياف الزجاجية رديئة التوصيل للح اررة.

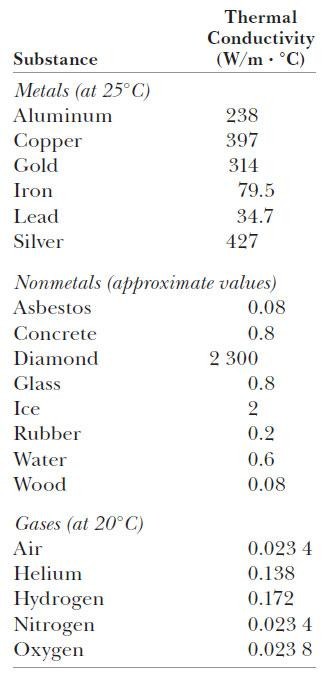
الغا ازت ايضا رديئة التوصيل للح اررة الن المسافة بين الجسيمات كبيرة جدا. المعادن مواد موصلة جيدة للح اررة النها تحتوي على عدد كبير من االلكترونات التي يمكنها ان تتحرك بحرية نسبية في مادة المعدن ويمكن ان تنقل الح اررة

لمسافات بعيدة. وبالتالي فان عملية التوصيل في الموصالت الجيدة مثل النحاس تتم من خالل تذبذب الذ ارت وحركة

االلكترونات الحرة.

### 55

يحدث التوصيل فقط اذا كان هناك اختالف في درجة الح اررة بين جزئين لمادة موصلة. افترض شريحة من مادة سمكها *x* ومساحة مقطعها.*A* احد اوجه الشريحة درجة ح اررته *Tc* والوجه االخر درجة ح اررته *Th*>*Tc* (الشكل .)00.51 وجد



**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**الجدول 3.22** الموصلية الحرارية للمواد

الذي تنتقل فيه

*P* = *Q*/*t*

من الوجه الساخن إلى الوجه البارد. المعدل

تنتقل في فترة زمنية*t*

عمليا ان الطاقة *Q*

الطاقة يتناسب طرديا مع مساحة المقطع وفرق درجة الح اررة *Tc* – *Th* =*T* ويتناسب عكسيا مع السمك:

*P*  *Q*

*t*

* A* *T*

*x*

*P* هي القدرة

الثانية. وهذا ليس مستغربا الن

*Q* الجول و*t*

عندما تكون وحدة

watt

P لها وحدة الوات

الحظ ان

d*T*، يمكن كتابة قانون

d*x* وفرق درجة الح اررة

power، معدل انتقال الطاقة بواسطة الح اررة. ولشريحة بسمك صغير

التوصيل الح ارري على النحو التالي:



#### (20.15)

*P*  *kA dT*

*dx*

حيث ان ثابت التناسب *k* هو الموصلية الح اررية conductivity thermal للمادة وd*T*/d*x* هي التدرج في درجة الح اررة

(المعدل الذي تتغير فيه درجة الح اررة مع الموضع.)

### 56

المواد الجيدة التوصيل للح اررة تمتلك قيم موصلية ح اررية عالية، في حين ان المواد الجيدة العزل الح ارري تمتلك قيم

يوضح بعض قيم الموصلية الح اررية لبعض المواد. الحظ ان المعادن بصفة

2.51

موصلية ح اررية منخفضة. الجدول

عامة ذات موصلية ح اررية افضل من المواد غير المعدينة.

افترض ساق طويل منتظم طوله *L* معزول ح ارريا بحيث ان الح اررة ال يمكن ان تتسرب من سطحه ما عدا طرفيه كما هو

موضح في الشكل .05.51 احد الطرفين على اتصال ح ارري مع مستودع ح ارري درجة ح اررته *Tc*، والطرف الثاني على اتصال ح ارري مع مستودع ح ارري درجة ح اررته.*Th*>*Tc* عندما نصل لحالة االستق ارر، فان درجة الح اررة عند أي نقطة

فان التدرج

ال تعتمد على درجة الح اررة،

على امتداد الساق تكون ثابتة مع الزمن. في هذه الحالة، اذا افترضنا ان *k* الح ارري يكون نفسه في كل مكان على امتداد الساق ويساوي

 *Th*  *Tc*

*dT*

*dx*

*L*

ولهذا فان معدل انتقال الح اررة بالتوصيل خالل الساق تكون

**الشكل 12.22** توصيل الطاقة من خالل

ساق منتظم معزول طوله.*L*

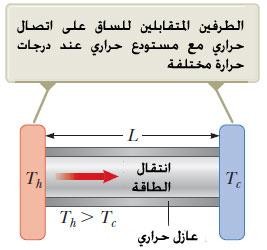
**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

*P*  *kA*  *Th*  *Tc* 

(20.16)

 



*L*

 

### 57

،*k*2و ،*k*1

*L*1، و*L*2، و.... والموصلية الح اررية لكل مادة هي

بقيم سمك

في حالة شريحة مركبة من عدة مواد مختلفة

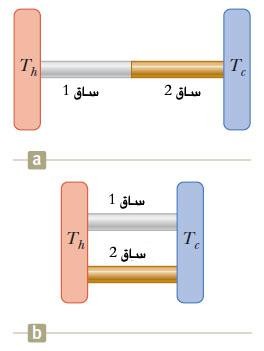
و فان معدل انتقال الطاقة خالل الشريحة في حالة االستق ارر هو

*P*  *A*( *Th*  *Tc*)

(*Li* / *ki* )

*i*

(20.17)



حيث ان *Th* و *Tc* هما درجات الح اررة للسطحين الخارجيين (واللتان تم االبقاء عليهما ثابتتين) وعملية التجميع تشمل كل

الش ارئح. المثال 2.51 يوضح كيف نستخدم المعادلة 00.51 لمواد من مختلفة السمك.

### سؤال للتفكير 5.2.

لديك ساقين لهما نفس الطول ونفس القطر، ولكن من مادتين مختلفتين. استخدم الساقين لتوصيل منطقتين عند درجتي حرارة مختلفتين بحيث تنتقل الطاقة من خالل الساقين بواسطة الحرارة. يمكن توصيل الساقين على التوالي كما في الشكل

a02.51 او على التوازي كما في الشكل .b02.51 في أي من الحالتين يكون معدل انتقال الطاقة بالحرارة أكبر؟ )a( المعدل أكبر عندما يكون الساقين على التوالي. )b( المعدل يكون أكبر عندما يكون الساقين على التوازي. )C( معدل انتقال

الطاقة ال يتغير في كال الحالتين.

**الشكل 13.22** سؤال التفكير .2.51 أي من

الحالتين يكون التوصيل الحراري أكبر.

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

### 58

#### مثال 5.2. انتقال الطاقة بين شريحتين شريحتين سمكهما *L*1 و*L*2 ولهما موصلية ح اررية مقدارها *k*1 و*k*2 في حالة اتصال ح ارري مع بعضهما البعض كما في الشكل .14.22 درجة ح اررة السطح الخارجي لهما هي *T*c و*T*h على التوالي، و.*T*h>*T*c حدد درجة الح اررة عند السطح الفاصل ومعدل انتقال الطاقة بواسطة التوصيل من خالل

**مساحة الشريحتين *A* في حالة االستق ارر.**

**الحل:**

خالل الشريحتين يتم بمعدل

دقق في الجملة "في حالة استق ارر" نفسر هذه الجملة بان انتقال الح اررة

#### تصور للمسألة:

متساوي في كل انحاء الشريحتين. واال فان الطاقة سوف تتجمع او تختفي عند بعض النقاط. عالوة على ان درجة

الح اررة تتغير مع الموضع في الشريحتين، وبمعدالت مختلفة في كل جزء من الشريحتين. عندما يكون النظام في حالة

استق ارر فان درجة ح اررة الفاصل *T* الفاصل سوف تكون ثابتة.

**التصنيف:** نصنف هذا المثال على انه مسألة توصيل ح ارري وان معدل انتقال الطاقة ال يتغير في كال الشريحتين.

**التحليل** باستخدام المعادلة 00.51 للتعبير عن معدل انتقال الطاقة خالل المساحة *A* في الشريحة :0

 *T*  *Tc* 

)51.2 انتقال

(المثال

**14.22**

**الشكل**

(1)

*P*1  *k*1 *A* 





*L*1 

الطاقة بواسطة التوصيل خالل شريحتين في حالة اتصال حراري مع

بعضهما البعض. عند االستقرار، معدل

 *Th*  *T* 

معدل انتقال الطاقة خالل نفس المساحة في الشريحة :5

0 يساوي

انتقال الطاقة من الشريحة

(2)

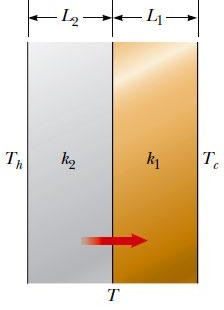
*P*2  *k*2 *A* 





*L*2 

معدل انتقال الطاقة خالل الشريحة .5



### 59

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

بمساواة المعادلتين )0( و )5( حيث ان معدل انتقال الطاقة متساوي النهما في حالة استق ارر:

 *T*  *Tc*   *Th*  *T* 

*k*1 *A*  *L*   *k*2 *A*  *L* 

 1 

 2 

بالحل بالنسبة لـ:*T*

(3)

*T*  *k*1*L*2*Tc* *k* 2*L*1*Th*

*k*1*L*2  *k*2 *L*1

بالتعويض في المعادلة )0( أو )5( من المعادلة :)2(

*P*  *A*(*Th*  *Tc* )

(*L*1 / *k*1 )  (*L*2 / *k*2 )

**اللمسة األخيرة:** اتباع نفس الخطوات لعدد من الش ارئح يؤدي إلى المعادلة .00.51

وتبين أن معدل انتقال الطاقة كما تحدده المعادلة )0( كان كبي ار. ولديك متسع

تقوم ببناء حاوية معزولة بطبقتين من مادة عازلة

**ماذا لو؟** افترض إنك

كافي لزيادة سماكة أحد الشريحتين بمقدار .%51 كيف تحدد أي شريحة سوف تختار؟ **اإلجابة:** لتقليل مقدار معدل انتقال الطاقة عليك ان تقوم بزيادة المقام في المعادلة )0( بقدر االمكان. أي سمك تختاره لزيادة *L*1 أو *L*2 فإنك تقوم بزيادة



الحد *L*/*k* في المقام. لهذا، عليك زيادة سمك الشريحة التي لها قيمة *L*/*k* أكبر.

### 60

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

#### العزل الح ارري للمنزل Insulation Home

تصبح على النحو

51.00

للمادة. ولهذا فان المعادلة

لمادة معينة بالقيمة R

*L*/*k*

في الممارسات الهندسية يشار للحد

التالي:

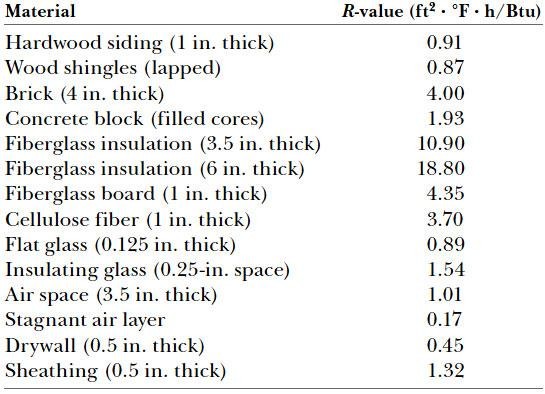
في .51.0

∑

لمواد البناء األكثر استخداما معطاة في الجدول

#### (20.18)

*R* قيم .*R*i = *L*i/*k*i

حيث ان

الواليات المتحدة، خصائص العزل للمواد المستخدمة في البناء يعبر عنها عادة بوحدات

شائعة وليس بوحدات .SI

**الجدول 22.4** قيم *R* لبعض مواد النباء الشائعة

ولهذا فان قيم *R* المعطاة في الجدول هي بوحدة الح اررة البريطانية والقدم والساعة ودرجة

الح اررة الفهرنهيتية.

### 61

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

عند أي سطح عمودي معرض للهواء، يوجد طبقة اركدة من الهواء ملتصقة بالجدار. ويجب اخذ هذه الطبقة بعين االعتبار

تعتمد على سرعة الرياح. انتقال الطاقة

للجدار. سمك هذه الطبقة من الهواء على السطح الخارجي

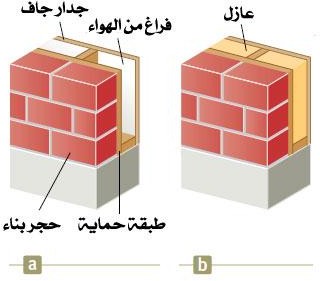
عند تعيين قيم *R*

*R* لهذه الطبقة من الهواء

خالل جد ارن المنزل في يوم شديد الرياح اكبر من معدل انتقال الطاقة في يوم هادئ. وقيم

معطى في الجدول .51.0

**مثال 9.22 قيم *R* لجدار نموذجي**



#### احسب قيمة *R* الكلية للجدار الموضح في الشكل .a22.15 بدأ من خارج المنزل (االتجاه االمامي في

**طبقة حماية، وin 3.5**

**من حجر البناء وin 0.5**

**4 in**

**الشكل) وبالحركة للداخل، سمك الجدار هو**

**طبقة هواء وin 0.5 طبقة جدار جاف.**

**الحل:**

يساعد على تخيل شكل الجدار. وال تنسى طبقات الهواء داخل

**تصور للمسألة:** استخدم الشكل 51.02

وخارج المنزل.

**الشكل 15.22** (المثال )51.4 جدار منزل خارجي

على موضوع العزل الح ارري

**التصنيف:** سوف نستخدم معادالت محددة تمت د ارستها في هذا الجزء

يحتوي على )a( هواء و)b( عازل.

للمنزل، وبالتالي هذا المثال يعتبر مسألة تعويض.

استخدم الجدول 51.0 إليجاد قيمة R لكل طبقة:



**62**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

*R*1 لطبقة الهواء الخارجية = ft2.oF.h/Btu 0.17

4.00 17 ft2.oF.h/Btu = البناء لحجر *R*2

1.32 17 ft2.oF.h/Btu = الحماية لطبقة *R*3

1.01 17 ft2.oF.h/Btu = الهواء لطبقة *R*4

0.45 17 ft2.oF.h/Btu = الجاف للجدار *R*5

*R*6 لطبقة الهواء الداخلية = ft2.oF.h/Btu 17 0.17

بجمع قيم *R* للحصول على قيمة *R* الكلية للجدار

*R*total = *R*1 + *R*2 + *R*3 + *R*4 + *R*5 + *R*6 = 7.12 17 ft2.oF.h/Btu

الكلية للجدار. وال يمكنك تغيير تركيب الجدار بالكامل، ولكن يمكنك ملء ف ارغ الهواء كما في الشكل

ارضيا عن قيمة R

**ماذا لو؟** افترض إنك لم تكن

.b51.02 لزيادة قيمة R ما هي المادة التي يجب ان تستخدمها كمادة ملء لف ارغ الهواء؟ اإلجابة: بالنظر في الجدول 0.51، نرى ان قيمة in 3.5 لمادة الفيبر جالس هي االكثر بعشرة م ارت بالمقارنة مع in 3.5 من الهواء. لهذا سوف نملء

للهواء المستبدل. وبالتالي

* 1. ft2.oF.h/Btu

ويفقد ،R لقيمة 10.90 ft2.oF.h/Btu

الف ارغ بالفيبر جالس العازل. وبالتالي فان النتيجة هي اضافة

فان القيمة الجديدة لـ R هي

7.12 ft2.oF.h/Btu + 9.89 ft2.oF.h/Btu = 17.01 ft2.oF.h/Btu



### 63

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**الحمل الحراري Convection**

من المعتاد ان نقوم بتدفئة ايدينا بوضعها فوق لهب على مسافة مناسبة. في هذه الحالة فان الهواء الذي يعلو اللهب مباشرة يسخن ويتمدد. ونتيجة لذلك، فإن كثافة الهواء تقل ويرتفع الهواء لألعلى. هذا الهواء الساخن هو الذي يدفي يديك

عندما ينساب حولهما. انتقال الطاقة بواسطة حركة المادة الساخنة يسمى انتقال بالحمل convection، وهو انتقال للمادة،

مثل الهواء حول اللهب، فان هذه العملية يشار لها

عندما يحدث ذلك ونتيجة الختالف الكثافة

.2.8

في المعادلة

*T*MT

على الحركة بواسطة مضخة أو مروحة مثل

عندما تجبر المادة الساخنة

.*natural convection*

بالحمل الطبيعي

مجفف الشعر أو سخان الماء، فان العملية تسمى حمل قصري *convection* .*forced*

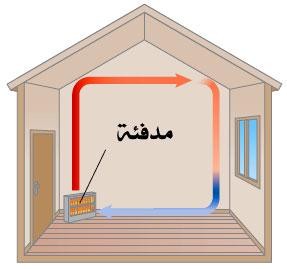
تيارات حمل بسبب وجود

**15.22**

**الشكل**

مدفئة.

اذا لم يكن هناك تيا ارت حمل، سيكون من الصعب ان يغلي الماء. فعندما يتم تسخن الماء في الغالية فان طبقات الماء



السفلى تسخن اوال. ويتمدد الماء الساخن ويرتفع لألعلى الن كثافته اقل. في نفس الوقت، ينتقل الماء البارد ذو الكثافة

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

األعلى إلى قاع الغالية ليسخن ويتمدد ويرتفع إلى السطح وتتكرر العملية مرة أخرى.

نفس العملية تحدث عند تدفئة غرفة بواسطة مدفئة. المدفئة تعمل على تسخين الهواء في الجزء السفلي من الغرفة. الهواء الساخن يتمدد ويرتفع إلى سقف الغرفة النه اصبح اقل كثافة. اما الهواء البارد االعلى كثافة ينتقل من اعلى الغرفة إلى

االسفل مما يشكل تدفق هوائي كما في الشكل .51.00

### 64

كل .5.2

والتي ظهرت في المعادلة

TER

،thermal radiation

#### االشعاع Radiation

الطريقة الثالثة النتقال الطاقة هي االشعاع الح ارري

االجسام تشع طاقة بصورة مستمرة على شكل أشعة كهرومغناطيسية (انظر الجزء )20 والتي تنتج بسبب االهت از ازت

الح اررية للجزيئات. وبالتأكيد انت على علم بهذا االشعاع من خالل التجربة العملية عندما ترى التوهج البرتقالي اللون

لجسم ساخن مثل اسالك المدفئة او اسالك حماصة الخبز مثال.

معدل انبعاث الطاقة باالشعاع يتناسب طرديا مع القوة ال اربعة لدرجة الح اررة المطلقة. ويعرف هذا بقانون ستيفان

law Stefan’s، والذي يمثل بالمعادلة التالية:

#### (20.19)

**

هو ثابت يساوي

المنبعثة من سطح الجسم، و**

watts

بوحدة الوات

*P* هي قدرة االمواج الكهرومغناطيسية

حيث

W/m2.K4 5.6696×10-8، و *A* هو مساحة سطح الجسم بوحدة المتر المربع، و*e* هي االنبعاثية emissivity, (ثابت

يعبر عن قدرة المادة على اصدار الطاقة بواسطة االشعاع)، و*T* هي درجة ح اررة سطح الجسم بوحدة الكلفن. االنبعاثية

تساوي االمتصاصية، والتي هي الجزء الذي يمتصه السطح من االشعاع الساقط عليه. الم اريا لها امتصاصية منخفضة النها تعكس معظم الضوء الساقط عليها. ولهذا، فان سطح الم اريا له انبعاثية منخفضة جدا. وبالمقابل السطح االسود له

### 65

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

امتصاصية عالية وانبعاثية عالية ايضا. الجسم الماص المثالي absorber ideal يعرف على انه الجسم الذي يمتص كل

يعرف باسم الجسم األسود

*e* = 1

والجسم الذي له انبعاثية

.*e* = 1

الطاقة الساقطة عليه، ومثل هذا الجسم له انبعاثية

body .black وسوف نتعرف اكثر على طرق عملية ونظرية لالشعاع الصادر عن الجسم االسود في الجزء .01

من 1 m2

من االشعاع الكهرومغناطيسي ويسقط عموديا على كل

1370 J

يصدر من الشمس كل ثانية ما يقارب من

الحم ارء وجزء بسيط من

في المنطقة المرئية وتحت

يكون مرك از

السطح العلوي للغالف الجوي لألرض. هذا االشعاع

االشعاع فوق البنفسجي. سوف ندرس هذه االشعاعات بالتفصيل في الجزء .20 تصل طاقة كافية عند سطح االرض كل يوم لتزودنا بكل الطاقة الالزمة واكثر بمئات الم ارت اذا عرفنا كيف نجمعها ونستخدمها بكفاءة عالية. وازدياد االعتماد

يعكس الجهود المبذولة الستخدام الطاقة

بالطاقة

على الخاليا الشمسية في تزويد الكثير من المنازل في الواليات المتحدة

الشمسية.



ما يحدث لدرجة ح اررة الغالف الجوي ليال هو مثال اخر على تأثير الطاقة المنتقلة بواسطة االشعاع. اذا كان هناك سحب فوق االرض فان بخار الماء في السحب يمتص جزء من االشعة تحت الحم ارء المنبعثة من االرض ومن ثم يعاد انبعاثها إلى السطح. ونتيجة لذلك، تبقى مستويات درجة الح اررة عند السطح معتدلة. في حالة غياب السحب، فان العوائق اصبحت اقل لحجب هذا االشعاع من الهروب إلى الفضاء، ولهذا تنخفض درجة الح اررة اكثر في ليلة صافة بالمقارنة مع ليلة ملبدة

بالغيوم.

### 66

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

تنبعث الطاقة من جسم بمعدل يعطى بالمعادلة 51.04، ولكنه في نفس الوقت يمتص اشعاع كهرومغناطيسي من الوسط

المحيط، والذي يتكون من اجسام اخرى تشع طاقة. واذا لم تحدث العملية األخيرة فان الجسم في النهاية يشع كل طاقته

وتنخفض درجة ح اررته باستم ارر حتى تصل إلى الصفر المطلق. اذا كانت درجة ح اررة جسم هي *T* ودرجة ح اررة المحيط

هي *T*0، فان معدل الطاقة المكتسبة او المفقودة بواسطة الجسم نتيجة لالشعاع هي

****(20.20)**

عندما يكون الجسم في حالة ات ازن ح ارري مع الوسط المحيط به، فان اشعاع الطاقة وامتصاصها يكون بنفس المعدل وتبقى درجة الح اررة ثابتة. عندما يكون الجسم اكثر سخونة من المحيط به فانه يشع طاقة اكثر من الطاقة التي يمتصها وبالتالي

فان درجة ح اررته تنخفض.

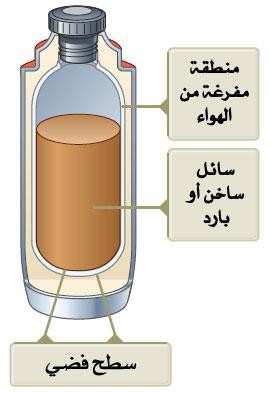
#### قارورة ديوار Flask Dewar The

قارورة ديوار flask Dewar هي عبارة عن وعاء مصمم لتقليل انتقال الطاقة بواسطة التوصيل والحمل واالشعاع. تستخدم هذه القارورة لتخزين السوائل الساخنة او الباردة لفترة زمنية طويلة. (نستخدم في المنزل التيرموس وهو يكافئ قارورة

وتتكون من جدار مزدوج من زجاج البايركس مغطى

51.00

ديوار.) التركيب االساسي لقارورة ديوار موضح في الشكل



**الشكل 17.22** مقطع عرضي لقارورة

ديوار، والتي تستخدم لتخزين المواد

الساخنة او الباردة.

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

### 67

بالفضة. المنطقة بين الجدارين مفرغة من الهواء لتقيل انتقال الطاقة بواسطة التوصيل والحمل. اما السطح الفضي فانه لتقليل انتقال الطاقة بواسطة االشعاع الن الفضة عاكس جيد ولها انبعاثية منخفضة جدا. ولمزيد من التقليل في الفقد في

K )77 واالكسجين

الطاقة تم تضيق فتحة القارورة. تستخدم قارورة ديوار عادة لتخزين سائل النيتروجين (درجة غليانه

السائل (درجة غليانه K .)90



اما الهيليوم المسال (درجة غليانه K )4.2 الذي له درجة تبخر منخفضة جدا فانه من الضروري حفظه في قارورة ديوار

مزدوجة. والف ارغ بين القارورتين يملء بسائل النتيروجين.

توجد تصاميم حديثة لحافظات الح اررة تمتاز بعزل ح ارري فائق يحتوى على عدة طبقات من المواد العاكسة مفصولة بمادة

الفيبر جالس. ومفرغة من الهواء وفي هذه التصاميم ال يتطلب استخدام النيتروجين السائل.

### 68

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



### الخالصة Summary

#### Definitions تعاريف

**الطاقة الداخلية energy Internal** هي كل طاقة النظام المرتبطة بمكوناته الميكروسكوبية. الطاقة الداخلية تشمل طاقة

حركة االنتقاالت العشوائية واالهت اززية والدو ارنية للجزيئات، وطاقة الجهد داخل الجزيئات وطاقة الجهد بين الجزيئات. **الح اررة Heat** هي انتقال الطاقة عبر حدود النظام نتيجة الختالف درجات الح اررة بين النظام والمحيط. والرمز Q يشير

إلى كمية الطاقة المنتقلة خالل هذه العملية.

**الكلوري calorie** هو كمية الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة g 1 من الماء من 14.5oC إلى .15.5oC

**السعة الح اررية capacity heat** ويرمز لها بالرمز *C* ألي مادة هي مقدار الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررتها بمقدار

.1oC

**السعة النوعية heat specific** ويرمز لها بالرمز *c* وهي السعة الح اررية لكل وحدة كتلة:

#### (20.3)

**الح اررة الكامنة heat latent** للمادة تعرف على انها نسبة الطاقة الداخلة على المادة إلى التغير في الكتلة للطور األعلى

للمادة

#### (20.6)

**69**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

#### مبادئ واساسيات Principles and Concepts

الطاقة *Q* المطلوبة لتغير درجة ح اررة كتلة *m* لمادة بمقدار*T* هو

***Q* = *m c* *T* (20.4)**

. ***Q* = *L* *m* (20.7)**

حيث ان *c* هي الح اررة النوعية للمادة. الطاقة المطلوبة لتغير حالة مادة نقية هو

هي التغير في كتلة

ونوع المادة، و*m*

في الطور

التغير

هي الح اررة الكامنة للمادة، والتي تعتمد على طبيعة

حيث *L*

المادة ذات الحالة األعلى.

**الشغل work** المبذول على غاز عندما يتغير حجمه من حالة ابتدائية *V*i إلى حالة نهائية *V*f هو

∫

#### (20.9)

*W*، فان العملية يجب ان تكون

هو ضغط الغاز، والذي من الممكن ان يتغير خالل العملية. ولحساب قيمة

حيث *P*

ان تكون معروفة خالل كل مرحلة من م ارحل العملية. يعتمد الشغل على

و*V* يجب

محددة بالكامل، أي ان كال من *P*

المسار بين المرحلة االبتدائية والمرحلة النهائية.

### 70

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

ينص على ان انه عندما يتعرض نظام

#### first law of thermodynamics

**القانون األول في الديناميكا الح اررية**

لتغير من حالة إلى أخرى، فان التغير في طاقته الداخلية هو

**(20.10)**

يعتمدان على

*W*و *Q*

للنظام بواسطة الح اررة والشغل المبذول على النظام، بالرغم من ان

المنتقلة

*Q* هي الطاقة

حيث

المسار الذي ينتقل فيه النظام من الحالة االبتدائية إلى الحالة النهائية فان الكمية ال تعتمد على المسار.

**في عملية تتم على مسار مغلق (أي ان العملية تبدأ وتنتهي عند نفس النقطة) فان** وبالتالي فان *Q*=-

.*W* أي ان الطاقة المتحولة إلى النظام بواسطة الح اررة تساوي سالب الشغل المبذول على النظام خالل العملية.

في **العملية االديباتيكية process adiabatic** ال تنتقل الطاقة بواسطة الح اررة بين النظام والمحيط به .)*Q*=0( في هذه

و *Q*=0

للغاز فان

#### adiabatic free expansion

**التمدد الحر االديباتيكي**

حالة في .

الحالة فان

*W*=0، وبالتالي فان . أي ان الطاقة الداخلية للغاز ال تتغير في مثل هذه العملية.

في **العملية االيزوبارك process isobaric** وهي العملية التي تحدث عند ثبوت الضغط، فان الشغل المبذول على الغاز

في مثل هذه العملية هو *Vi) – -P(Vf =* .*W*

### 71

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

في **العملية االزوفوليومترك process isovolumetric** هي العملية التي تحدث عند ثبوت الحجم. ال يوجد شغل مبذول

في هذه العملية ويكون

هي تلك العملية التي تحدث عند ثبوت درجة الح اررة. ان الشغل

#### isothermal process

في **العملية االيزوثيرمال**

المبذول على الغاز المثالي خالل هذه العملية هو

() **(20.14)**

**التوصيل conduction** هو عبارة عن تبادل الطاقة الحركية بين الجزيئات المتصادمة واإللكترونات. معدل انتقال الطاقة

بواسطة التوصيل من خالل شريحة مساحتها A هو

*P*  *kA dT*

*dx*

#### (20.15)

هي تدرج درجة الحرارة.

*dT* / *dx*

حيث k هي الموصلية الح اررية لمادة الشريحة و

في **الحمل convection** المادة الساخنة تنقل الطاقة من مكان ألخر. ينبعث من كل االجسام **اشعاع ح ارري radiation thermal** في صورة امواج كهرومغناطيسية بمعدل

****(20.19)**

### 72

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

1000

### اسئلة موضوعية Questions Objective

)0( ما مقدار الزمن الالزم إلذابة قطعة من الثلج كتلتها kg 1.00 ودرجة ح اررتها -20.0oC بواسطة سخان قدرته

W، افترض ان كل الطاقة المتولدة من السخان تمتص بواسطة قطعة الثلج؟ )a( s 4.18 )b( s 41.8 )c( min 5.55

.38.4 min )e( 6.25 min )d(

في وعاء من

200 g

95.0oC، اسقطت في ماء كتلته

درجة ح اررتها االبتدائية

100-g

قطعة من النحاس كتلتها

)5(

.15.0oC ما هي درجة الح اررة النهائية للنظام؟ السعة الح اررية

280-g، درجة ح اررة الماء والوعاء

االلومنيوم كتلته

للنحاس هي cal/g.oC 0.092، والسعة الح اررية لأللومنيوم هي cal/g.oC .0.215 )a( 16oC )b( 18oC )c( 24oC

)d( 24oC )e( ليس أي من هذه االجابات صحيحا

)2( الح اررة النوعية لمادة A أكبر من الح اررة النوعية لمادة .B كال من A و B عند نفس درجة الح اررة االبتدائية اضيفت لهما نفس الكمية من الطاقة. افترض انه لم يحدث ذوبان او تبخر، أي من التالي تستطيع ان تستنتج عن درجة الح اررة النهائية *T*A للمادة A ودرجة الح اررة النهائية *T*B للمادة B؟ )a( *T*A>*T*B *T*A<*T*B)b( *T*A=*T*B)c( )d( بحاجة لمعلومات

اكثر.

)0( اضيفت كمية من الطاقة إلى ثلج، فارتفعت درجة ح اررته من -10oC إلى .-5oC كمية أكبر من الطاقة اضيفت الى نفس الكتلة من الماء، فارتفعت درجة ح اررة الماء من 15oC إلى .20oC من هذه النتائج، ماذا تستنتج؟ )a( التغلب على

الح اررة الكامنة النصهار الثلج يتطلب ادخال طاقة. )b( الح اررة الكامنة النصهار الثلج يعطي النظام نفس مقدار الطاقة.

### 73

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

)c( الح اررة النوعية للثلج اقل من الح اررة النوعية للماء. )d( الح اررة النوعية للثلج أكبر من الح اررة النوعية للماء. )e(

معلومات أكثر مطلوبة الستنباط أي نتيجة.

؟327oC

إلى نقطة غليانه

20.0oC

من الرصاص من

5.00 kg

ما هو مقدار الطاقة الالزمة لرفع درجة ح اررة

)2(

8.15×104

J)c(

1.07×105

J)b(

4.04×105 J

)a( .128 J/kg.oC

والح اررة النوعية للرصاص هي

1.96×105 J)e( 2.13×105 J)d(

)0( كحول االيثيل له نصف السعة الح اررية للماء تقريبا. افترض كميات متساوية من الطاقة انتقلت بواسطة الح اررة إلى

عينتين متساويتين من الماء والكحول في وعائين منفصلين معزولين. ارتفعت درجة ح اررة الماء بمقدار .25oC ما هو

سوف )c( .25oC

.12oC )b( سوف ترتفع بمقدار

مقدار ارتفاع درجة الح اررة في الكحول؟ )a( سوف يرتفع بمقدار

ترتفع بمقدار .50oC )d( انه يعتمد على معدل انتقال الطاقة. )e( لن ترتفع درجة الح اررة.

)0( افترض انك تقيس الح اررة النوعية لعينة من المعدن الساخن باستخدام مسعر ح ارري به ماء. الن المسعر ليس معزوال

تماما فان بعض الطاقة تنتقل بواسطة الح اررة بين محتويات المسعر والغرفة. لتعيين نتائج دقيقة لمقدار الح اررة النوعية،

فانك عليك ان تستخدم ماء درجة ح اررته االبتدائية؟ )a( اقل بقليل من درجة ح اررة الغرفة )b( نفس درجة ح اررة الغرفة )c( اكثر بقليل من درجة ح اررة الغرفة )d( أي درجة ح اررة ترغب الن درجة الح اررة االبتدائية ال تؤثر

)2( البريليوم له نصف السعة الح اررية للماء تقريبا. رتب كميات الطاقة الالزمة ألحداث التغي ارت التالية من االعلى إلى

األقل. في ترتيبك دون الحاالت التي يكون فيها تساوي. )a( رفع درجة ح اررة kg 1 من الماء من 20oC إلى 26oC )b(

إلى

1oC

من الماء من

2 kg

رفع درجة ح اررة الماء من

)c(

23oC

إلى

20oC

من الماء من

2 kg

رفع درجة ح اررة



### 74

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

kg 2 من الماء من

4oC )d( رفع درجة ح اررة الماء من kg 2 من البريليوم من -1oC إلى 2oC )e( رفع درجة ح اررة

.2oC إلى -1oC

)4( يقوم شخص برج قنينة معزولة ومغلقة بإحكام تحتوي على قهوة لمدة بضع دقائق. )i( ما هو التغير في درجة ح اررة الغرفة؟ )a( نقصان كبير )b( نقصان طفيف )c( ال تتغير )d( زيادة طفيفة )e( زيادة كبيرة )ii( ما مقدار التغير في

الطاقة الداخلية للقهوة؟ اختر من الخيا ارت السابقة.

)01( اداة قاسية غير قابلة لالحت ارق تستخدم لتحريك المواد المشتعلة في فرن. لضمان السالمة فان هذه االداة يجب ان

تصنع من مادة لها )a( ح اررة نوعية عالية وموصلية ح اررية عالية، )b( ح اررة نوعية منخفضة وموصلية ح اررية منخفضة،

)c( ح اررة نوعية منخفضة وموصلية ح اررية عالية، )d( ح اررة نوعية عالية وموصلية ح اررية منخفضة؟

.B االنبعاثية لكال النجمين هي .0 ما

سطحه الخارجي اكبر بمرتين من النجم

نصف قطره ودرجة ح اررة

A نجم )00(

هي النسبة بين مقدار معدل الطاقة المنبعثة من النجم A بالنسبة للنجم B؟ )a( 0 )b( 2 )c( 00 )d( 25 )e( 00

)05( اذا ضغط غاز في عملية ايزوثيرمال، أي من الجمل التالية صحيحا؟ )a( الطاقة تنتقل إلى الغاز بواسطة الح اررة )b( ال يبذل شغل على الغاز. )c( تزداد درجة ح اررة الغاز. )d( تبقى الطاقة الداخلية ثابتة. )e( ليس أي من تلك الجمل

صحيحا.

)02( عندما يتعرض غاز لتمدد اديباتيكي، أي من العبا ارت التالية صحيحا؟ )a( درجة ح اررة الغاز ال تتغير. )b( ال يبذل

شغل على الغاز. )c( ال تنتقل طاقة إلى الغاز بواسطة الح اررة. )d( ال تتغير الطاقة الداخلية للغاز. )e( يزداد الضغط.

### 75

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

)00( إذا تعرض غاز لعملية ازوباريك، أي من العبا ارت التالية صحيحا؟ )a( درجة ح اررة الغاز ال تتغير )b( شغل يبذل على الغاز او بواسطة على الغاز. )c( ال توجد طاقة تنتقل بواسطة الح اررة إلى الغاز او من الغاز. )d( حجم الغاز يبقى

ثابتا. )e( يقل ضغط الغاز بانتظام.

)02( انضغط غاز ليقل حجمه االصلي بمقدار النصف وتم ذلك من خالل عدة عمليات. أي من العمليات التالية ينتج

عنها أكبر شغل يبذل على الغاز؟ )a( ايزوثيرمال )b( ادياباتيك )c( ازوباريك )d( الشغل المبذول ال يعتمد على العملية.

### Conceptual Questions نظرية أسئلة

)0( مخزن تحت االرض لتخزين الفواكه والخضروات. في الشتاء لماذا يقوم المسؤولين عن المخزن بوضع ب ارميل مياه

مفتوحة بجوار المنتجات؟

قاسي، يرش الم ازرعون على اشجار الفواكه ماء حتى تتكون عليها طبقة من

عند تعرض طقس دافئ عادة لصقيع

)5(

الثلج. لماذا تعتبر هذه الطبقة مهمة؟

)2( ما هو الخطأ في العبارة التالية: بالنظر ألي جسمين، فان الجسم الذي درجة ح اررته اعلى يحتوي على ح اررة أكثر.

)0( لماذا يستطيع أي شخص ا ازلة غشاء من األلومنيوم الجاف من الفرن في حين يحرق نفسه إذا كان الغشاء مبلل؟

)2( باستخدام القانون األول للديناميكا الح اررية، اشرح لماذا تكون الطاقة الكلية لنظام معزول دائما ثابتة.

### 76

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

)0( هل من الممكن ان تحويل الطاقة الداخلية إلى طاقة ميكانيكية؟ اشرح مع امثلة.

)0( في صباح يوم حار. قمت بش ارء عصير لرحلة ووضعته في السيارة في داخل حقيبة بها ثلج. )a( إذا قمت بتغطية

تقوم بتدفئتها؟ اشرح اجابتك.

إنك

الحقيبة بغطاء. هل بقيامك بذلك تساعد على الحفاظ على محتويات الحقيبة باردة او

)b( اقترحت عليك اختك ان تقوم بتغطيتها بغطاء صوف حتى تحافظ على برودتها في يوم حار مثل حقيبة الثلج. اشرح

استجابتك لها.

)2( تريد ان تلتقط قدر طهي من الفرن لديك كفتين من القطن. لكي تحمل القدر بدون ما تشعر بالح اررة هل عليك ان

تبللهما بماء بارد او تحافظ عليهما جافتين؟

)4( افترض إنك تصب قهوة ساخنة لضيوفك، وأحدهما يريد القهوة مع الكريم. وهو يريد القهوة ان تكون ساخنة بأكبر قدر ممكن بعد مرور بضعة دقائق بعد ان يشربها. لتحصل على قهوة ساخنة هل يجب ان يضيف الشخص الكريم مباشرة بعد

ان تصب له القهوة او ان يضيف الكريم فقط قبل اول رشفة؟ اشرح اجابتك.

الحظ المخيمين عندما تشرق الشمس على مجرى النهر

في ليلة هادئة،

وادي مجرى نهر ضيق

)01( عندما تخيم في

حركة نسمات من الهواء. ما سبب هذه النسمات؟

)00( قمت بدلك كفة يدك على سطح معدني لمدة 21 ثانية. ثم ضع كفة يدك األخرى على جزء من السطح المعدني غير

الجزء الذي دلكت به كفك ومن ثم ضعها على الجزء دلكته. ستشعر بان السطح المعدني المستخدم لحك يدك أكثر دفئا.

### 77

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



االن قم بإعادة هذه العملية على سطح خشبي. لماذا يبدو الفرق في درجة الح اررة بين الجزء المستخدم في حك يدك والجزء

االخر على السطح الخشبي أكبر من السطح المعدني؟

)05( في العام 0210 قام هامفري بحك قطع من الثلج ببعضها البعض. تأكد هامفري بانه ال يوجد أي شيء في المحيط له درجة ح اررة مرتفعة أكثر من درجة ح اررة القطع تلك. الحظ هامفري سقوط قط ارت من الماء. قم بعمل جدول تدرج فيه هذه التجربة مع تجارب اخرى تشرح فيها الحاالت التالية. )a( نظام يمكن ان يمتص طاقة بواسطة الح اررة، تزداد الطاقة

الداخلية وتزداد درجة الح اررة. )b( نظام يمتص طاقة بواسطة الح اررة وتزداد الطاقة الداخلية بدون زيادة درجة الح اررة. )c( نظام يمتص طاقة بواسطة الح اررة بدون زيادة في درجة الح اررة او الطاقة الداخلية. )d( نظام تزداد طاقته الداخلية ودرجة ح اررته بدون امتصاص طاقة بواسطة الح اررة. )e( نظام تزداد طاقته الداخلية بدون امتصاص طاقة بواسطة الح اررة او

زيادة في درجة الح اررة.

### 78

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

### Problems مسائل

**.1** تشير لمسائل تطبيق مباشر **.2** تشير لمسائل متوسطة الصعوبة **.3** تشير الى مسائل تحدي

مسائل لها حل مفصل في دليل الطالب االرشادي **.1** تشير إلى مسائل لها حل مفصل فيديو على موقع داعم للكتاب. **Q|C** تشير إلى مسائل تحتاج الى حل وتفسير **S** تشير إلى مسائل رمزية تتطلب تفسير **M** تشير الى مسائل لها توضيح على الموقع الداعم للكتاب **GP** تشير إلى مسائل ارشادية **Shaded** تشير إلى مسائل مزدوجة تطور مفاهيم

برموز وقيم عددية.

**.1**

#### الجزء 22.1 الح اررة والطاقة الداخلية

540 (

450 Calorie

بها

تحايلت على نظامها الغذائي وتناولت في وجبة االفطار فطيرة

55.0-kg

**.1** سيدة كتلتها

التي يجب ان تصعدها لتحول

عدد درجات السلم

تكافئ ما تناولته؟ )b( كم

التي

.)kcal )a( ما مقدار الطاقة بالجول

كانت كفاءة جسم

إذا

)c( .15.0 cm

طاقة الوضع إلى مقدار يكافئ طاقة الفطيرة؟ افترض ان ارتفاع كل درجة هو

لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية كم عدد الخطوات التي يجب ان تصعدها لتحرق وجبة

25%

االنسان هي

االفطار؟



### 79

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

#### الجزء 22.2 الح اررة النوعية والمسعر الح ارري

اعلى شالل في العالم هو شالل Angel Aslto في فنزويال. يبلغ ارتفاع اعلى نقطة فيه m .807 اذا كانت درجة

**.2**

ح اررة الماء عند تلك النقطة هي 15.0oC، ما هي اعلى درجة ح اررة للماء عند اسفل الشالل؟ افترض ان كل الطاقة

الحركية للماء تستغل في رفع درجة الح اررة.

**.3** خليط من ماء كتلته kg 0.250 عند درجة ح اررة 20.0oC، و كتلة من االلومنيوم مقدارها kg 0.400 عند 26.0oC

في وعاء معزول وصلت لدرجة االت ازن الح ارري. اهمل

100oC

kg 0.100 عند درجة ح اررة

وقطعة من النحاس كتلتها

الطاقة المنتقلة من او الى الوعاء. ما هي درجة ح اررة الخليط النهائية؟

ما .200 g

kg 1.50، وكتلة الماء في الخ ازن المعزول هي

.51.0 كتلة كل بلوك هي

في تجربة جول في الشكل

**.4**

مقدار االرتفاع في درجة ح اررة الماء بعد سقوط الكتلتين مسافة m 3.00؟

من االلومنيوم عند درجة ح اررة

1.85-kg

الالزم استخدامها مع

25.0oC

**.5** ما مقدار كتلة الماء عند درجة ح اررة

150oC ليصال إلى االت ازن الح ارري عند درجة ح اررة مقدارها 65.0oC؟ افترض ان أي كمية من الماء تتحول إلى بخار

تتكثف.

ساق من الفضة درجة ح اررته ترتفع بمقدار 10.0oC عندما يمتص كمية من الطاقة الح اررية مقدارها kJ .1.23 كتلة

**. 6**

ساق الفضة هي g .525 أوجد الح اررة النوعية للفضة من هذه البيانات.

### 80

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**.7** في األماكن الباردة كالنرويج وشمال الواليات المتحدة، تبنى المنازل بنوافذ كبيرة مواجهة ألشعة الشمس. تمتص اشعة

كان

إذا

.38.0oC

يرتفع درجة ح اررتها إلى

الشمس طوال اليوم بواسطة ارضية المنزل، والجد ارن الداخلية، واالثاث مما

المنزل معزول بشكل جيد يمكنك اعتبار ان المنزل يفقد ح اررة بمعدل مستقر وهو W 6000 في اليوم عندما تكون درجة

p.m. 7.00، تنخفض درجة

و 5:00 p.m.

بين الساعة

ويفرض عدم استخدام نظام للتدفئة.

.4.0oC

الح اررة الخارجية

ح اررة المنزل ونحتاج إلى كتلة ح اررية كافية لمنع درجة الح اررة من ان تنخفض كثي ار. الكتلة الح اررية يمكن ان تكون كمية

ما هي كتلة الحجر الالزمة

توضع في األرضية والجد ارن الخارجية.

)850 J/kg.oC

(ح اررته النوعية

كبيرة من الحجارة

لمنع الح اررة من ان تنخفض اقل من 18.0oC خالل الليل؟

**.5** كأس من األلومنيوم كتلته g 200 يحتوي على g 800 من الماء في حالة ات ازن ح ارري عند درجة ح اررة .80.0oC تم

تبريد الكأس والماء بشكل منتظم بحيث كان معدل انخفاض درجة الح اررة 1.50oC في كل دقيقة. ما هو معدل فقد الطاقة

بواسطة الح اررة؟ عبر عن اجابتك بوحدة الوات.

ماء درجة ح اررة الماء

20.0 kg

اسقطت في وعاء به

600oC

درجة ح اررة

عند

1.50-kg

قطعة حديدية كتلتها

.25.0oC ما هي درجة الح اررة النهائية للماء وقطعة الحديد؟ اهمل السعة الح اررية للواعاء وافترض ان كمية الماء التي

.4

تتبخر مهملة.

**.11**  **Q|C** مسعر من االلومنيوم كتلته g 100 يحتوي على g 250 من الماء. الماء والمسعر في ات ازن ح ارري عند درجة

ودرجة ح اررتها

50.0-g

القطعتين من النحاس كتلتها

أحد

.10.0oC وضعت قطعتين من المعدن في الماء.

ح اررة



### 81

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

.100oC استقر كامل النظام عند درجة ح اررة نهائية هي

ودرجة ح اررتها

70.0 g

.80.0oC والقطعة األخرى كتلتها

.20.0oC )a( أوجد الح اررة النوعية للقطعتين. )b( باستخدام البيانات في الجدول 51.0 هل تستطيع ان تتعرف على مادة

القطعتين؟ ما هي؟ )c( اشرح اجابتك للجزء .)b(

50.0

قطعة نقدية من النحاس كتلتها 3.00-g عند درجة ح اررة 25.0oC اسقطت على االرض من ارتفاع

#### Q|C .12

.m )a( افترض ان 60.0% من التغير في طاقة الوضع تتحول إلى زيادة الطاقة الداخلية لقطعة النقودـ، اوجد درجة ح اررة

القطعة النقدية النهائية. )b( ماذا لو؟ هل تعتمد النتيجة على كتلة النقود؟ اشرح.

.02 وعاءين معزولين ح ارريا متصلين بواسطة انبوبة مزودة بصمام مغلق كما في الشكل .P20.13 أحد الوعاءين حجمه L 16.8 يحتوي اكسجين عند درجة ح اررة K 300 وضغط atm .1.75 الوعاء األخر حجمه L 22.4 ويحتوي اكسجين

atm .2.25 عندما فتح الصمام، اختلط الغازين واصبحت درجة الح اررة والضغط

وضغط

450 K

عند درجة ح اررة

منتظمين خالل الوعاءين. )a( ما هي درجة الح اررة النهائية؟ )b( ما هو الضغط النهائي؟

#### الجزء 22.3 الح اررة الكامنة

إلى بخار عند درجة ح اررة

-10.0oC

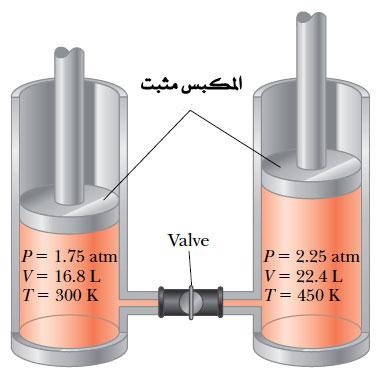
من الثلج من درجة ح اررة

40.0-g

ما هو مقدار الطاقة الالزمة لتغير

**.14**

؟110oC



**الشكل P20.13**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

### 82

**.15** مكعب من الثلج كتلته 75.0-g عند درجة ح اررة 0oC موضوعة في g 825 من الماء عند درجة ح اررة .25.0oC

ما هي درجة الح اررة النهائية للخليط؟

اطلقت رصاصة من الرصاص كتلتها 3.00-g عند درجة ح اررة 30.0oC بسرعة m/s 240 في كتلة كبيرة من الثلج

**. 16**

عند 0oC، حيث اصبحت الرصاصة في كتلة الثلج. ما هي كمية الثلج التي ستذوب؟

.0oC )a( اوجد كمية الثلج التي ستذوب

إلى ثلج عند درجة ح اررة

100oC

اضيف بخار ماء عند درجة ح اررة

**.17**

g .50.0 )b( ماذا لو؟ قم بإعادة

وكتلة الثلج هي

10.0 g

ومقدار درجة الح اررة النهائية عندما كانت كتلة البخار هي

الحسابات اذا كانت كتلة البخار g 1.00 وكتلة الثلج هي g .50.0

**.15** كتلة من النحاس مقدارها 1.00-kg عند درجة ح اررة 20.0oC اسقطت في وعاء كبير فيه نيتروجين سائل عند درجة

ح اررة K .77.3 كم كيلو ج ارم من النيتروجين يتبخر خالل الوقت الذي تصل إليه درجة ح اررة النحاس لـ K .77.3 (السعة

الح اررية للنحاس هي cal/g.oC 0.0920، والح اررة الكامنة لتبخر النيتروجين هي cal/g .)48.0

يوجد g 250 من الثلج في وعاء معزول عند درجة ح اررة 0oC اضيف له g 600 من الماء درجة ح اررته .18.0oC

**.19**

)a( ما هي درجة الح اررة النهائية للنظام؟ )b( ما هو مقدار الثلج المتبقي عندما يصل النظام لالت ازن الح ارري؟

**.22 Q|C** سيارة كتلتها kg 1500، وكتلة قطع ف ارمل االلومنيوم هي kg .6.00 )a( افترض ان كل الطاقة الميكانيكية

تتحول إلى طاقة داخلية عندما تتوقف السيارة بواسطة الف ارمل مع افت ارض ان الطاقة ال تفقد بواسطة الف ارمل على شكل

### 83

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

الف ارمل

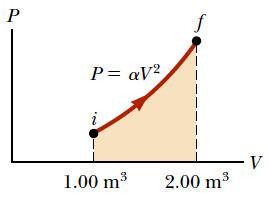
قبل ان يبدأ

25.0 m/s

.20.0oC كم مرة تتوقف السيارة من سرعة

ح اررة. درجة ح اررة الف ارمل االبتدائية هي

بالذوبان؟ )b( حدد العوامل التي اهملت في الجزء )a( المهمة للحصول على تقدير الهت ارء الف ارمل.



**الشكل P20.23**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

#### الجزء 22.4 الشغل والح اررة في عمليات الديناميكا الح اررية

**.21** غاز مثالي mol 0.200 في اسطوانة مزودة بمكبس. كتلة المكبس g 8000 ومساحته cm2 5.00 وحر الحركة

لألعلى ولألسفل، ليحافظ على ثبات الضغط. ما هو مقدار الشغل المبذول على الغاز اذا ارتفعت درجة ح اررة الغاز من

؟300oC إلى 20.0oC

**.22 S** غاز مثالي mol *n* في اسطوانة مزودة بمكبس كتلة المكبس *m* ومساحته *A* وحر الحركة لألعلى ولألسفل ليحافظ

على ثبات الضغط. ما هو مقدار الشغل المبذول على الغاز عندما ترتفع درجة ح اررته من *T*1 إلى *T*2؟

غاز مثالي تعرض لعميلة وصفت بالعالقة V2 = P، حيث atm/m6 5.00 = ، كما هو موضح في الشكل

**. 23**

.P20.23 تمدد الغاز بمقدار مرتين حجمه األصلي الذي كان m3 .1.00 ما هو مقدار الشغل المبذول على الغاز خالل

هذه العملية؟

### 84

**.24** )a( اوجد الشغل المبذول على غاز يتمدد من *i* إلى *f* كما هو موضح في الشكل .P20.24 )b( ماذا لو؟ ما هو

مقدار الشغل المبذول على الغاز عندما ينضغط من *f* إلى *i* على نفس المسار؟

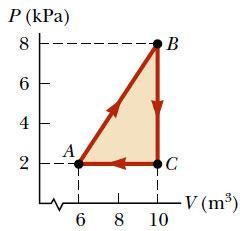
**.25 Q|C S** مول واحد من غاز مثالي تم تسخينه ببطء بحيث من *Vi*( )*Pi*, إلى 3*Vi*( )3*Pi*, بحيث ان ضغط الغاز

يتناسب طرديا مع حجمه. )a( ما مقدار الشغل المبذول على الغاز في هذه العملية؟ )b( ما العالقة بين درجة ح اررة

الغاز وحجمه خالل هذه العملية؟

**الشكل P20.23**

#### الجزء 22.5 القانون األول في الديناميكا الح اررية



**.26** تعرض غاز لعملية كما هو موضح في الشكل .P20.26 )a( اوجد الطاقة الكلية المنتقلة للنظام بالح اررة خالل دورة

ما هي الطاقة الكلية المنتقلة

*ACBA*

كاملة. )b( ماذا لو؟ اذا عكست الدورة بحيث ان العملية اصبحت على المسار

بالح اررة خالل دورة كاملة؟

**.27** في الدورة المبينة في الشكل .P20.26 إذا *Q* سالبة للعملية *BC* و *E*int سالبة للعملية *CA*، ما هي اشارة كال من

*Q* و*W* و*E*int المرتبطة بكل من العمليات الثالثة؟

**الشكل P20.26**

،*W* = 12.0 J

و ،*Q* = 10.0 J

لماذا هذه الحالة مستحيلة؟ يتعرض غاز مثالي لعميلة بهذه المتغي ارت:

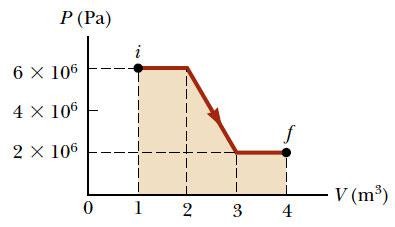
**.25**

**مسألة 26 ومسألة 27**

*T* = -2.00oCو

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)



### 85

نظام ثيرموديناميكي يتعرض لعمية بحيث ان الطاقة الداخلية تقل بمقدار J .500 في نفس الفترة الزمنية بذل شغل

**.29**

مقداره J 220 على النظام. أوجد الطاقة المنتقلة منه بواسطة الح اررة.

**.32** عينة من غاز مثالي تعرضت لعملية موضحة في الشكل .P20.30 من *A* إلى *B* عملية اديباتيكية، ومن *B*

*D* عملية

*C* إلى

بواسطة الح اررة، ومن

100 kJ

عملية ايزوباريك يمتص فيها النظام طاقة مقدارها

إلى *C*

بواسطة الح اررة. احسب

عملية ايزوباريك يفقد النظام طاقة مقدارها kJ 150

ايزوثيرمال، والعملية من *D* إلى *A*

الفرق في الطاقة الداخلية *E*int,*A* -.*E*int,*B*

#### الجزء 22.6 بعض تطبيقات القانون األول للديناميكا الح اررية

يتعرض غاز مثالي درجة ح اررته االبتدائية هي K 300 لتمدد اديباتيكي عند ضغط kPa .250 اذا ازداد الحجم من

**. 31**

m3 1.00 إلى m3 3.00 وانتقلت طاقة مقدارها kJ 12.5 للغاز بواسطة الح اررة، )a( ما هو التغير في الطاقة الداخلية؟

)b( ما هي درجة الح اررة النهائية؟

**الشكل P20.30**

)a( ما مقدار الشغل المبذول على بخار عندما mol 1.00 من الماء يغلي عند درجة ح اررة 100oC ويصبح 1.00

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**.32**

؟ افترض ان البخار يتصرف كغاز مثالي. )b(

1 atm

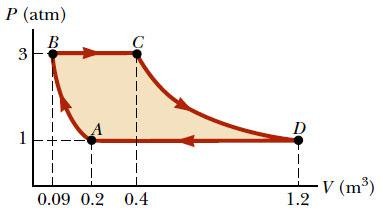
عند ضغط يساوي

100oC

من البخار عند درجة ح اررة

mol

احسب التغير في الطاقة الداخلية للنظام عندما يتبخر الماء.



### 86

0.400

عند ضغط مقداره

300 K

درجة ح اررتها االبتدائية هي

2.00-mol

مقدارها

**M** عينة من غاز الهيليوم

ضغط في عملية ايزوثيرمال (عند ثبوت درجة الح اررة) ليصبح ضغطه atm .1.20 الحظ ان الهيليوم يتصرف كغاز

مثالي، اوجد )a( الحجم النهائي للغاز، )b( الشغل المبذول على الغاز، و)c( الطاقة المنتقلة بواسطة الح اررة.

**.33**

على المحيط الخارجي عندما يتمدد تحت درجة ح اررة ثابتة

3000 J

مول واحد من غاز مثالي يبذل شغل مقداره

**.34**

ليصبح ضغطه النهائي هو atm 1.00 وحجمه L .25.0 حدد )a( الحجم االبتدائي و)b( درجة ح اررة الغاز.

**.35** غاز مثالي عند *Pi* و*Vi* و*Ti* اخذ في دورة كما هو موضح في الشكل .P20.35 )a( اوجد الشغل المبذول على

الغاز في الدورة لـ mol 1.00 درجة ح اررته االبتدائية هي .0.oC )b( ما هي الطاقة الكلية التي يكتسبها الغاز بواسطة

الح اررة في الدورة.

**.36**  **S** غاز مثالي عند *Pi* و*Vi* و*Ti* اخذ في دورة كما هو موضح في الشكل .P20.35 )a( اوجد الشغل المبذول على

الغاز في الدورة. )b( ما هي الطاقة الكلية التي يكتسبها الغاز بواسطة الح اررة في الدورة.

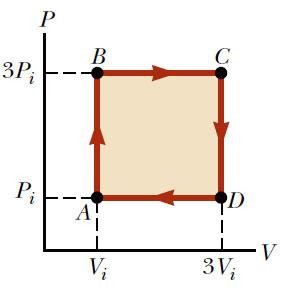
**.37** تم تسخين قطعة من األلومنيوم كتلتها 1.00-kg تحت الضغط الجوي بحيث ارتفعت درجة ح اررتها من 22.0oC إلى

.40.0oC اوجد )a( الشغل المبذول على األلومنيوم، )b( الطاقة المضافة بواسطة الح اررة، )c( التغير في الطاقة الداخلية.

**.35** في الشكل P20.38، التغير في الطاقة الداخلية للغاز اخذ من *A* إلى *C* على المسار االزرق هيJ .+800 والشغل

المبذول على الغاز على المسار األحمر *ABC* هو J .-500 )a( ما مقدار الطاقة المضافة للنظام بواسطة الح اررة عندما

**الشكل P20.35 مسألة 35 ومسألة 36**



### 87

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

ينتقل من النقطة *A* إلى *C* مرو ار بالنقطة *B*؟ )b( إذا كان الضغط عند النقطة *A* هي خمسة م ارت الضغط عند النقطة

*D*؟ )c( ما هي مقدار الطاقة المتبادلة مع المحيط بواسطة الح اررة

*C* إلى

*C*، ما هو الشغل المبذول على النظام من

عندما ينتقل الغاز من *C* إلى *A* على المسار األخضر؟ )d( اذا كان التغير في الطاقة الداخلية عند االنتقال من النقطة *D* إلى النقطة *A* هو J +500، ما مقدار الطاقة التي يجب ان تضاف للنظام بواسطة الح اررة لالنتقال من النقطة *C* إلى

النقطة *D*؟

#### الجزء 22.7 طرق انتقال الطاقة في العمليات الح اررية

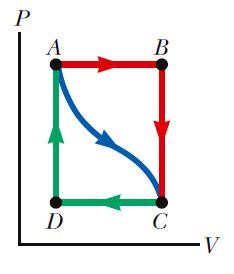
**.39** زجاج نافذة في منزل سمكه cm 0.620 وابعاده هي m 2.00 × m .1.00 في يوم من االيام كانت درجة الح اررةللسطح الداخلي للزجاج هي 25.0oC ودرجة ح اررة السطح الخارجي له هي .0oC )a( ما هو معدل انتقال الطاقة بواسطة الح اررة من خالل الزجاج؟ )b( ما مقدار الطاقة المتحولة من خالل النافذة في هذا اليوم، افترض ان درجات الح اررة

لسطحي النافذة يبقى ثابتا؟

**.42** شريحة من الكونكريت سمكها cm 12.0 ومساحتها m2 .5.00 وضع سخان كهربي أسفل من الشريحة إلذابة ثلج

على سطحه في شهر من اشهر الشتاء. ما هو اقل طاقة كهربية يجب ان يزود بها السخان الكهربي حتى يحافظ على

بين السطح السفلي للكونكريت وسطحه العلوي؟ افترض ان كل الطاقة تنتقل خالل



**الشكل P20.38**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

### 88

20.0oC

فرق درجة ح اررة يساوي

الشريحة.

35.0oC؟ مساحة

.20.0oC ودرجة ح اررته جلده هي

يفكر طالب في ما يجب ان يرتديه. درجة ح اررة غرفته هي

**.41**

جسمه هي m2 .1.50 اذا كانت انبعاثية جسمه هي .0.900 اوجد الطاقة الكلية المنتقلة من جسمه بواسطة االشعاع في

.10.0 min خالل

**.42** درجة ح اررة سطح الشمس هي K .5800 ونصف قطر الشمس هو m 108 × .6.96 احسب الطاقة الكلية المشعة

بواسطة الشمس في كل ثانية. افترض ان انبعاثية الشمس هي .0.986

تفقد

98 W

W .2.00 (القدرة المتبقية وهي

تشع ضوء قدرته

100-W

فتيلة تنجستين قدرتها

مصباح كهربي به

**.43**

على شكل حمل وتوصيل.) مساحة سطح الفتيلة mm2 0.250 واالنبعاثية هي .0.950 اوجد درجة ح اررة الفتيلة. (علما

بان درجة ذوبان التنجستين هي K .)3683

**.44** في ظهر يوم ما يصل من الشمس ح اررة قدرتها W 1000 لكل متر مربع على شارع اسود. اذا كان الشارع االسفلتي

ينقل الطاقة بواسطة االشعاع، ما هي درجة ح اررة االستق ارر للشارع؟

بكثير من قطرها. كال المصباحين متشابهين فيما عدا ان

مصباحين ضوء بهما فتيلة اسطوانية الشكل طولها أكبر

**.45**

.2000oC )a( اوجد النسبة بين قدرة االنبعاث بين

واالخرى درجة ح اررتها

2100oC

درجة ح اررة الفتيلة األولى هي

المصباح الساخن بالنسبة للمصباح االقل سخونة. )b( مع تشغيل المصباحين عند نفس درجتي الح اررة، قمنا بزيادة سماكة

الفتيلة الساخنة. ما هو مقدار الزيادة في

الفتيلة االبرد بحيث ان االشعاع الصادر عنها يساوي االشعاع الصادر عن

نصف قطر الفتيلة؟



### 89

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**.46 Q|C** عند المسافة التي تبعدنا عن الشمس، فان شدة اشعاع الشمس هي W/m2 .1370 تتأثر درجة ح اررة األرض

بظاهرة البيت األخضر *effect greenhouse* للغالف الجوي. هذه الظاهرة تصف تأثير امتصاص االشعة تحت الحم ارء المنبعثة من السطح حتى تجعل درجة ح اررة سطح األرض اعلى من لو لم يكن هناك هواء. للمقارنة، افترض جسم كروي

نصف قطره *r* بدون غالف جوي يبعد نفس المسافة التي تبعدها الكرة األرضية عن الشمس. افترض ان انبعاثيتها تساوي

نفس انبعاثية كل االمواج الكهرومغناطيسية ودرجة ح اررتها منتظمة على كل اج ازء السطح. )a( اشرح لماذا مسقط

.4*r*2 )b( احسب درجة ح اررة االستق ارر.

ومساحة السطح الذي يشع هي

المساحة التي تمتص اشعة الشمس هي *r*2

هل هي باردة؟

مفصولين بمسافة

0.125 in

لنافذة ح اررية صنعت من لوحين من الزجاج سمك كل منها

احسب قيمة R

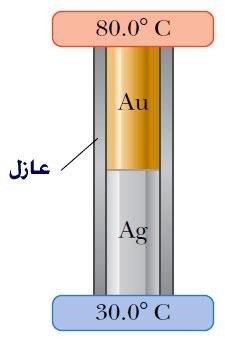
)a(

**.47**

فيه هواء. )b( ما مقدار تقليل الطاقة المنتقلة بواسطة الح اررة من خالل النافذة الح اررية بدال من النافذة

0.250-in

العادية؟ ضمن في اجابتك مساهمة طبقة الهواء الداخلية والخارجية.



**الشكل P20.49**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

ساق من الذهب )Au( في اتصال ح ارري مع ساق اخر من الفضة )Ag( لها نفس الطول ومساحة المقطع كما في الشكل .P20.49 أحد طرفي عند درجة ح اررة 80.0oC، والطرف المقابل عند درجة ح اررة .30.0oC عندما يصل انتقال

**.49**

الطاقة إلى حالة االستق ارر، ما هي درجة ح اررة الوصلة؟

### 90

)ii( الماء، الزجاج، الحديد

#### أجوبة اسئلة التفكير

.0 )i( الحديد، الزجاج، الماء،

التمثيل البياني للطاقة الداخلية للثلج كدالة في الطاقة المضافة. الحظ ان

على اليمين

الشكل

.5 يوضح

المنحنى يبدو مختلفا عن الشكل 51.2 حيث ال يوجد عليه اج ازء مسطحة خالل التغير في الحالة. بغض

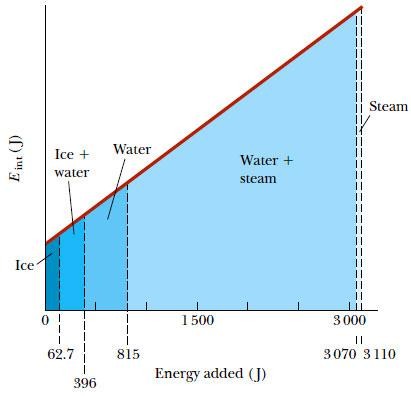
51.2، فان الطاقة الداخلية للنظام تزداد خطيا مع الطاقة

النظر عن كيف تتغير درجة الح اررة في الشكل

المضافة.

.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***E*int** | ***W*** | ***Q*** | **النظام** | **الحالة** |
| + | + | 0 | الهواء في المنفاخ | )a( نفخ العجل بسرعة |
| + | 1 | + | الماء في الوعاء | )b( ماء عند درجة ح اررة الغرفة في وعاء  على فرن |
| - | - | 1 | الهواء اصال في البالون | )c( الهواء يتسرب من البالون بسرعة  كبيرة |



.0 المسار A هو ايزوفوليمترك، المسار B هو اديباتيك، المسار C هو ايزوثيرمال، والمسار D هو ايزوباريك.

)b( .2

### 91

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

**1.** (a) 2.26  106 J (b) 2.80  104 steps

(c) 6.99  103 steps

**3.** 23.6°C

**5.** 0.845 kg

**7.** 1.78  104 kg

**9.** 29.6°C

ال يمكننا ان نحدد بدقة، قد (b) J/kg°C 1822 (a) **11.** المادة قد تكون خليط غير معروف (c) .يكون عنصر البريليوم

**27.**

**29.** 720 J

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **العملية** | ***Q*** | ***W*** | ***E*int** |
| ***BC*** | **-** | **0** | **-** |
| ***CA*** | **-** | **+** | **-** |
| ***AB*** | **+** | **-** | **+** |

**31.** (a) 7.50 kJ (b) 900 K

#### أجوبة المسائل الفردية

.او مادة غير مدرجة في الجدول.

**13.** (a) 380 K (b) 2.04 atm

**15.** 16.3°C

**17.** (a) 10.0 g of ice melts, *Tf* = 40.4°C (b) 8.04 g of ice melts, *Tf* = 0°C

**19.** (a) 0°C (b) 114 g

**21.** -466 J

**23.** -1.18 MJ

فإنها 2,(*Pi*/*nRVi*)*V* = *T* حيث ان (b)-4*PiVi* (a) **25.** تتناسب طرديا مع مربع الحجم

**33.** (a) 0.0410 m3 (b) +5.48 kJ (c) -5.48 kJ

**35.** (a) -9.08 kJ (b) 9.08 kJ

**37.** (a) -0.048 6 J (b) 16.2 kJ (c) 16.2 kJ

**39.** (a) 6.45  103 W (b) 5.57  108 J

**41.** 74.8 kJ

**43.** 3.49  103 K

**45.** (a) 1.19 (b) a factor of 1.19

**47.** (a) 1.85 ft2.°F.h/Btu (b) a factor of 1.78

**49.** 51.2°C



### 92

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)

# - غزة

**د. حازم فالح سكيك استاذ الفيزياء المشارك بجامعة االزهر**

 رئيس قسم الفيزياء بجامعة االزهر - غزة في الفترة 3991-3991

 مؤسس وعميد كلية الدراسات المتوسطة بجامعة االزهر - غزة من الفترة 5002-3991

 عميد القبول والتسجيل بجامعة االزهر - غزة في الفترتين 5000-3991 و5001-5002

 مدير الحاسب االلي بجامعة االزهر - غزة في الفترة من 5000-3991

 رئيس وحدة تكنولوجيا المعلومات بجامعة االزهر - غزة في الفترة من 5002-5000

 مؤسس موقع الفيزياء التعليمي

 مؤسس اكاديمية الفيزياء للتعليم االلكتروني

 مؤسس مركز الترجمة العلمي

 مؤسس قناة الفيزياء التعليمي على اليوتيوب

 مؤسس ورئيس تحرير مجلة الفيزياء العصرية

لمزيد من المعلومات يرجى زيارة المؤسسة اإلعالمية لشبكة الفيزياء التعليمية

[www.hazemsakeek.net/](http://www.hazemsakeek.net/)

**93**

**د. حازم فالح سكيك**

[www.trgma.com](http://www.trgma.com/)