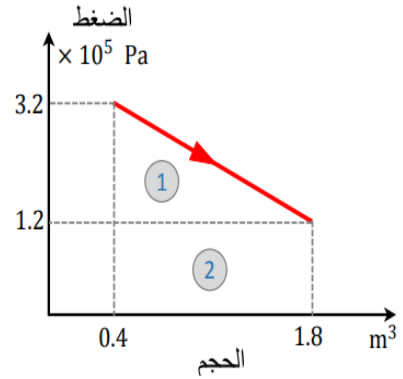
مثال 1

يؤثّر غاز محصور في أسطوانة ذات مكبس متحرك بضغطٍ قدره 1.6×10^5 Pa. إذا تمدّد الغاز من حجم ابتدائي $4m^3$ إلى ضعف هذه القيمة، فما الشغل الذي يبذله الغاز عند ثبات الضغط؟

مثال 2

غاز محصور في أسطوانة مزودة بمكبس، تحرك المكبس نحو الخارج مسافة معينة بفعل ضغط الغاز، فتغير كل من الحجم والضغط، مع ثبات درجة الحرارة، ومُثلت العلاقة بين الحجم والضغط بالرسم البياني المجاور، معتمدًا على الشكل احسب الشغل المبذول.

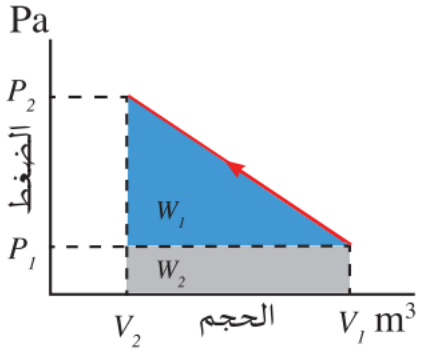


مثال 3

الصخرة في **الشكل 5-9** كتلتها 3500 kg وحرارتها النوعية $0.84\ Jkg^{-1}\,°C^{-1}$. ما التغيّر الكلي في الطاقة إذا انخفضت درجة حرارة الصخرة من 55° C الى 30°C؟

مثال 4

كمية من الغاز مقدارها (31.86 mol) محصورة في أسطوانة حجمها ($0.2\ m^3$) بضغط (4×10^5 Pa) ودرجة حرارة (300 K). تم زيادة الضغط الواقع عليه حتى أصبح حجمه ($0.02\ m^3$)، وارتفعت درجة حرارته إلى (360 K). احسب الضغط النهائي للغاز والشغل المبذول عليه.



مثال 5

ينتشر كيلوجرام واحد من بخار الماء ليشغل حجمًا قدره $1\ m^3$ على مركبة فضائية عند درجة حرارة $200\ K$.

a. احسب الطاقة الداخلية لبخار الماء بافتراض أنه يتصرف كغاز مثالي.

b. استخدم معادلة الحالة للغاز المثالي لتحديد ضغط الغاز.

c. يضيف نظام دعم الحياة في المركبة الفضائية $11000\ J$ من الطاقة إلى الغاز. احسب درجة الحرارة والضغط النهائيين. علمًا أن الكتلة المولية للماء تساوي $(18.02 g/mol)$.

1. قارن بين النظام المفتوح و النظام المغلق و النظام المعزول من حيث:

a. تبادل الطاقة.

b. تبادل الكتلة.

c. مثال لكل نوع.

2. صف ضرورة اختيار حدود بين النظام الديناميكي الحراري ومحيطه؟

3. تكون درجة حرارة الهواء في الغرفة الباردة $0°C$. لماذا لا تكون الطاقة الداخلية صفرًا؟

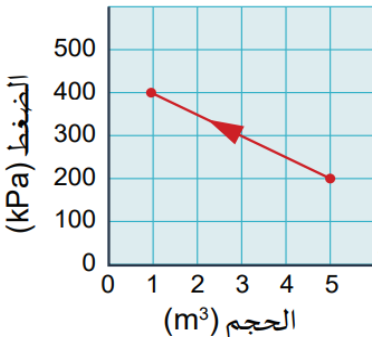
4. هل يمكن تصميم نظام مغلق بدون أي عزل؟ اشرح إجابتك.

5. ما الفرق بين الطاقة الداخلية للغاز المثالي والطاقة الداخلية للغاز الحقيقي؟

6. هل الحجم متغير حالة؟ استخدم مثالًا لشرح إجابتك.

7. عندما يتمدّد الغاز في أسطوانة، أيهما يكون موجبًا؛ الشغل الذي يبذله الغاز على محيطه، أم الشغل الذي يبذله الوسط المحيط على الغاز؟

8. يوضح الرسم البياني P-V المجاور تغيّرًا في حالة الغاز المثالي.



a. احسب الشغل المبذول بين نقطتَي البداية والنهاية.

b. هل يبذل الشغل بواسطة الغاز على المحيط أو المحيط على الغاز ؟ فسر ذلك.

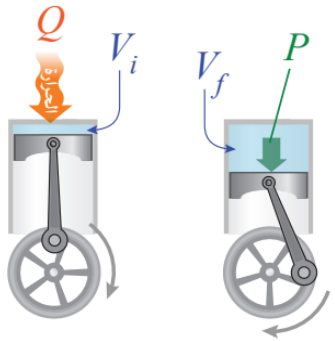
9. إذا تمت مضاعفة كل من درجة الحرارة المطلقة والضغط لكمية ثابتة (عدد مولات ثابت) من غاز مثالي. استخدم معادلة الحالة لحساب التغير الناتج في حجم الغاز.

مثال 8

احسب التغيّر في الطاقة الداخلية عندما يُبذَل 60 J من الشغل على الغاز، ويفقد 150 J من الحرارة في محيطه.

مثال 9

أسطوانة محرك مساحة مقطعها ($0.008\ m^2$)، مملوءة بخليط من الهواء وبخار البنزين. في شوط الاشتعال تم تزويدها بكمية حرارة مقدارها (1400 J)، فازداد الحجم نتيجة حركة المكبس مسافة (0.12 m) عند ضغط ثابت يساوي ($9\times10^5\ Pa$). احسب التغير في الطاقة الداخلية لخليط الهواء وبخار البنزين.



المطلوب: $\Delta U = ?$

مثال 10

قطعة ساخنة من الحديد درجة حرارتها (207°C) وُضعت في وعاء مملوء بالماء عند درجة حرارة (27°C) بهدف تبريدها. فانتقلت كمية حرارة مقدارها (5400 J) من قطعة الحديد إلى الماء. احسب التغير في الإنتروبي لكل من قطعة الحديد والماء، وهل هذه العملية قابلة للانعكاس أم لا؟

مثال 11

احسب تغير الإنتروبي عندما ينصهر 1 kg من الجليد إلى الماء عند 0°C، علمًا بأن الحرارة الكامنة لانصهار الجليد هي 335 kJ/kg

1. يريد طالب أن يصنع آلة لها عجلة لا تتوقّف عن الدوران. هو يدّعي أنها ستنجح لأن الطاقة محفوظة. هل هو على صواب؟ استخدم القانون الأول للديناميكا الحرارية للتوضيح.

2. a. الطاقة الداخلية الابتدائية لغاز هي 200 J. عند إضافة 80 J من الحرارة إلى الغاز، يقوم الغاز ببذل 70 J من الشغل. احسب الطاقة الداخلية النهائية للغاز.
   b. هل ترتفع درجة حرارة الغاز أم تنخفض؟ اشرح إجابتك.

3. يقول طالب إنه يستطيع تحدي قانون الإنتروبي، حيث يمكنه فرز كيس الحلوى وفقًا للّون وفصل الألوان بعضها عن بعض. هل هذا يعني أنه خالف القانون الثاني للديناميكا الحرارية؟

4. صف كيفية ارتباط القانون الأول للديناميكا الحرارية بمفهوم حفظ الطاقة.

5. تبرد القهوة الساخنة في كوب من 80°C إلى درجة حرارة الغرفة خلال 15 دقيقة. وتبرد كمية مساوية من القهوة الساخنة عند 80°C أيضًا في كوب معزول، إلى درجة حرارة الغرفة، ولكن فى مدّة 4 ساعات. فى أىّ كوب تعرّضت القهوة لتغيّر أكبر فى الإنتروبى ؟

6. تستلقي سحلية التنين الملتحي في شمس الصحراء نهارًا حيث تبلغ درجة حرارة جسمها 40°C. في الليل تصبح درجة حرارة الهواء 15°C، وتفقد السحلية 100 J من الحرارة أمّا درجة حرارة جسمها فتتزن مع درجة حرارة الهواء ليلًا. ما التغيّر الذي حدث في الإنتروبي؟

7. لماذا تنخفض درجة حرارة الغاز السريع التمدد؟ استخدم القانون الأول للديناميكا الحرارية لشرح إجابتك.

8. a. ما الغاز الأكثر انتظامًا، الغاز الذي يكون له درجة حرارة واحدة لكل أجزائه، أم الغاز الذي يشتمل على درجات حرارة مختلفة في أجزائه المختلفة؟
   b. أيٌّ من الغازين الأكثر انتروبي؟
   c. في أيّ من الغازين يمكن أن يؤدي نقل الحرارة إلى شغل مبذول من دون انتقاله كحرارة إلى نظام آخر؟

1. أيٌّ مما يأتي ليس مثالًا على النظام المفتوح؟
   a. قدر الضغط.
   b. فنجان من القهوة الساخنة من دون غطاء
   c. قدر تغلي فيه المعكرونة من دون غطاء
   d. تنشّق الإنسان للأكسجين وزفيره لثاني أكسيد الكربون

2. أيٌّ مما يلي يُعدُّ مثالًا على الاتزان الحراري؟
   a. ملعقة في كوب من الشاي الساخن تمتصّ الطاقة الحرارية.
   b. عندما توضع مقلاة فوق موقد مشتعل، فإنها تصبح ساخنة أيضًا.
   c. ترتفع درجة حرارة الجليد عند صبّ عصير فوقه.
   d. درجة حرارة لوحين من الزجاج هي درجة الحرارة نفسها للهواء المحصور بينهما.

3. ما أفضل تعريف لدالة الحالة؟
   a. كمية لا تعتمد قيمتها على المسار المتبع بين أي حالتين من حالات النظام.
   b. كمية تعتمد قيمتها على المسار المتبع بين أي حالتين.
   c. كمية قيمتها تتطابق مع قيمة أية كمية أخرى موجودة في الحالة نفسها.
   d. كمية تعتمد قيمتها على حالة النظام.

4. أيٌّ من العمليات الآتية لا تحدث تلقائيًّا؟
   a. تدحرج كرة إلى أسفل تل
   b. تدفّق الحرارة من جسم ساخن إلى جسم بارد
   c. تحوّل معدن الحديد إلى صدأ في وجود الهواء والماء
   d. تفاعل البنزين مع الهواء لينتج الأكسجين وثاني أكسيد الكربون

5. ما الذي يمكن استنتاجه حول إنتروبي الكون استنادًا إلى القانون الثاني للديناميكا الحرارية؟
   a. تزداد
   b. تتناقص
   c. صفر.
   d. ثابتة ولكنها ليست صفرًا

6. يمكن أن يوجد غاز الهيليوم في بالون، ولكن يمكن أن يكون في حالات أخرى عند درجات حرارة منخفضة، في أيٌّ من حالات المادة الآتية سيكون الهيليوم عند أعلى إنتروبي؟
   a. الصلبة
   b. السائلة
   c. شبه السائلة
   d. الغازية

7. ما العبارة التي تصف بدقّة معادلة الديناميكا الحرارية الآتية؟

$$\Delta S \geq 0$$

   a. التغيّر في السرعة هو أكبر من صفر أو يساوي صفرًا دائمًا.
   b. الإنتروبي لا تتغير.
   c. التغيّر في الطاقة الساكنة لمُحرّك حراري أكبر من أو يساوي صفرًا.
   d. تزيد الإنتروبي الكلية أو تبقى ثابتة.

8. تخيّل أن 100 J من الطاقة الحرارية انتقلت تلقائيًا من هواء بارد (عند 20°C) لتدفئة كوب من الشاي (عند 60°C). أيٌّ من قوانين الديناميكا الحرارية، إن وجد، تناقضه هذه العملية؟
   a. القانون الأول للديناميكا الحرارية فقط
   b. القانون الثاني للديناميكا الحرارية فقط
   c. القانون الأول والثاني للديناميكا الحرارية
   d. لا شيء من قوانين الديناميكا الحرارية

10. تخيّل أن الغاز الموجود داخل أسطوانة مزودة بمكبس يتمدّد، ويضغط إلى الخارج. أيٌّ
العبارات الآتية صحيحة؟
   a. يبذل الغاز داخل المكبس شغلًا موجبًا على الوسط المحيط.
   b. يبذل الغاز داخل المكبس شغلًا سالبًا على الوسط المحيط.
   c. يبذل الوسط الخارجي شغلًا موجبًا على الغاز داخل المكبس.
   d. يبذل الوسط الخارجي شغلًا سالبًا على الغاز داخل المكبس.

11. لماذا يتعذّر إنشاء نظام ديناميكي حراري معزول بشكل مثالي؟

12. يحمل طالب مكعب ثلج في يده. وضّح من حيث الإتزان الحراري سبب انصهار مكعب الثلج.

13. استخدم مثال الغاز المثالي في الأسطوانة ذات المكبس المتحرك، ووضّح الفرق بين الغاز الذي يبذل شغلًا على الوسط المحيط، والوسط المحيط التي يبذل شغلًا على الغاز.

14. لماذا تعرّف درجة الحرارة على أنها متغيّر حالة؟

15. الضغط والحجم كلاهما متغيّر حالة. حاصل ضرب الضغط في الحجم هو شغل. لكن، لماذا لا يكون الشغل دالّة حالة؟

16. تتعرض جزيئات الغاز الحقيقي المضغوط، فيما بينها لقوى تنافر قصيرة المدى . هل تزيد الطاقة الداخلية بعد الضغط أم تنقص؟ ولماذا؟

17. ما الكمية المستخدمة في الفيزياء لقياس العشوائية؟

18. ماذا يحدث للطاقة الداخلية للنظام إذا كان يبذل شغلًا على المحيط؟

19. تقلّ الطاقة الداخلية للغاز بمقدار 150 J عندما يُبذَلُ عليه شغل مقداره 40 J على الغاز. احسب قيمة الحرارة المضافة إلى الغاز.

20. تُنتزع صخرة ساخنة من موقد نار وتُلقى في دلو من الماء البارد. تبلغ درجة حرارة الصخرة 80°C، فتبدأ الصخرة بنقل 500 J من الطاقة الحرارية إلى الماء. افترض أن درجة حرارة الصخرة والماء لم تتغير في اللحظات الأولى.
   a. هل تزداد إنتروبي الصخرة أم تنقص؟ وما مقدار ذلك؟
   b. هل تزداد إنتروبي الماء أم تنقص؟ وما مقدار ذلك؟
   c. هل تزداد الإنتروبي الكلية لنظام الصخرة + الماء أم تنقص؟ وما مقدار ذلك؟