## شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج القطرية

## مراجعة شاملة وتلخيص للوحدة الخامسة اساسيات الديناميكا الحرارية



تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 12-04-2024 07:58:02

إعداد: يحيى

## التواصل الاجتماعي بحسب المستوى الثاني عشر التكنولوجي

## روابط مواد المستوى الثاني عشر التكنولوجي على تلغرام

| | | | |
|---|---|---|---|
| التربية الاسلامية | اللغة العربية | اللغة الانجليزية | الرياضيات |

## المزيد من الملفات بحسب المستوى الثاني عشر التكنولوجي والمادة فيزياء في الفصل الثاني

| | |
|---|---|
| 1 | مراجعة شاملة وتلخيص للوحدة الخامسة اساسيات الديناميكا الحرارية |
| 2 | مراجعة شاملة للوحدة السادسة فيزياء الكم |
| 3 | اختبارات ومسائل في الوحدات الثالثة والرابعة والخامسة والسادسة |

الوحدة الخامسة: أساسيات الديناميكا الحرارية

# الوحدة الخامسة: أساسيات الديناميكا الحرارية

## الدرس الأول: خصائص النظام الديناميكي الحراري

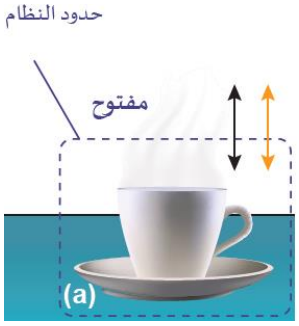
**النظام الديناميكي:** هو مجموعة محددة من المادة والطاقة

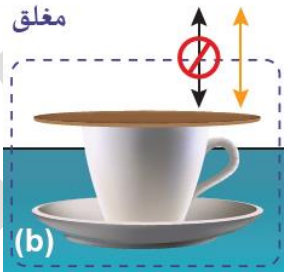
**حدود النظام:** سطح وهمي مغلق يحيط بالنظام

**محيط النظام:** المادة والطاقة خارج حدود النظام

### أنواع الأنظمة الديناميكية الحرارية

| النظام المفتوح | النظام المغلق | النظام المعزول |
|---|---|---|
| هو نظام يتبادل المادة والطاقة مع الوسط المحيط عبر حدود النظام. | هو نظام يتبادل الطاقة مع الوسط المحيط بينما لا يمكن تبادل المادة مع المحيط | هو نظام لا يتبادل المادة ولا الطاقة مع الوسط المحيط |
| **مثال:** كوب قهوة غير مغطاة | **مثال:** كوب قهوة مغطاة | **مثال:** القارورة العازلة (الثرموس) |



**تمرين: اختبار 2022**

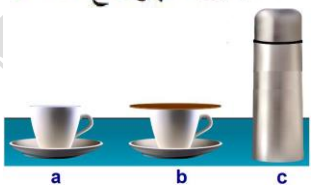
أي مما يلي صحيح فيما يخص النظام الديناميكي الحراري الموضح في الشكل؟

فنجان القهوة مع الغطاء

a. يتم فيه تبادل المادة فقط مع المحيط
b. يتم فيه تبادل الطاقة فقط مع المحيط
c. يتم فيه تبادل كل من المادة والطاقة مع المحيط
d. لا يتم فيه تبادل أي من المادة والطاقة مع المحيط

**تمرين: اختبار 2021:**

ارجع للصورة أدناه وقارن بين النظام الحراري المغلق والمعزول بحسب الجدول التالي:



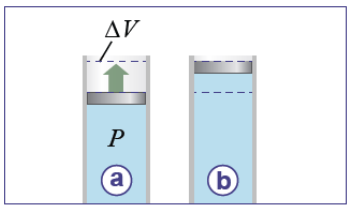

| وجه المقارنة | النظام المغلق | النظام المعزول |
|---|---|---|
| الحرف الذي يشير للنظام على الصورة | | |
| تبادل الطاقة مع المحيط | | |

**تمرين: اختبار تجريبي 2021:**

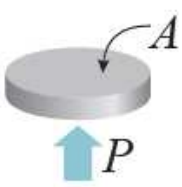
أي من التالي يصف بدقة النظام الديناميكي الحراري المعزول؟

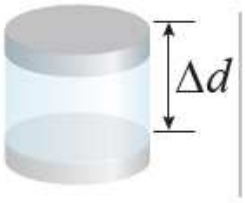
a. يتبادل الحرارة فقط مع المحيط
b. يتبادل المادة فقط مع المحيط
c. يتبادل كلا من الحرارة والمادة مع المحيط
d. لا يتبادل أي من الحرارة أو المادة مع المحيط

## الشغل المبذول بواسطة الغاز:



الشكل 4-5 ضغط الغاز وحجمه خلال تمدده.

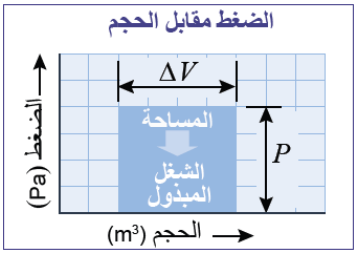
$F = PA$ 

$\Delta V = A\Delta d$ 


يحسب الشغل المبذول بواسطة الغاز أثناء تمدده (أو انكماشه) تحت ضغط ثابت من العلاقة:

$$W = F\Delta d = (PA)\Delta d$$
$$W = P.\Delta V$$

$W$: الشغل المبذول $(J)$
$\Delta V$: التغير في الحجم $(m^3)$
$P$: الضغط $(Pa)$




وفي حال كان الضغط متغير أثناء تغير حجم الغاز، فتُمَثّل المساحة أسفل المنحنى على الرسم البياني $(P - V)$ الشغل المبذول

**حالات الشغل**

**الشغل الموجب**

يكون الشغل موجبًا عندما يكون
$\Delta V > 0$
أي عندما يزداد حجم الغاز (يتمدد)
$W = +P.\Delta V$
وهنا نقول أن:
الغاز يبذل شغلًا على الوسط المحيط

**الشغل السالب**

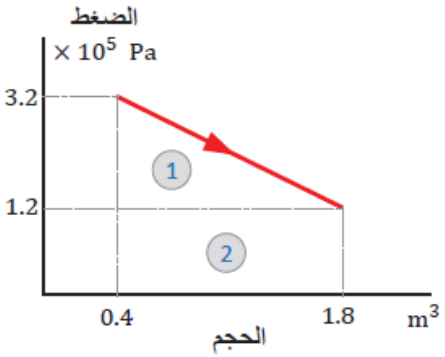
يكون الشغل سالبًا عندما يكون
$\Delta V < 0$
أي عندما يتناقص حجم الغاز (ينكمش)
$W = -P.\Delta V$
وهنا نقول أن:
الوسط المحيط يبذل شغلًا على الغاز

**مثال (1):**

يؤثّر غاز محصور في أسطوانة ذات مكبس متحرك بضغطٍ قدره $1.6 \times 10^5\ Pa$ . إذا تمدّد الغاز من حجم ابتدائي $4\ m^3$ 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.




Mr. YAHYA. R 66630805

**تمرين: اختبار تجريبي 2022**

يؤثر غاز محصور في أسطوانة ذات مكبس متحرك بضغط قدره $1.2\ KPa$ احسب التغير في حجم الغاز إذا كان الشغل الذي بذله الغاز $4.8\ KJ$ عند ثبات الضغط.

**تمرين: اختبار 2021**

غاز محصور في أسطوانة ذات مكبس ضغطه ثابت مقداره $2 \times 10^5\ Pa$ تغير حجمه بمقدار $0.8\ m^3$ ما مقدار الشغل الذي يبذله الغاز أثناء تمدده؟

a. $4 \times 10^6\ J$
b. $2.5 \times 10^5\ J$
c. $1.4 \times 10^6\ J$
d. $1.6 \times 10^5\ J$

**تمرين: اختبار تجريبي 2021**

غاز محصور في أسطوانة ذات مكبس يبذل شغلاً مقداره $7 \times 10^5\ J$ عندما يزداد حجمه بمقدار $0.1\ m^3$ ما مقدار ضغط الغاز علماً بأنه بقي ثابت أثناء تمدد الغاز؟

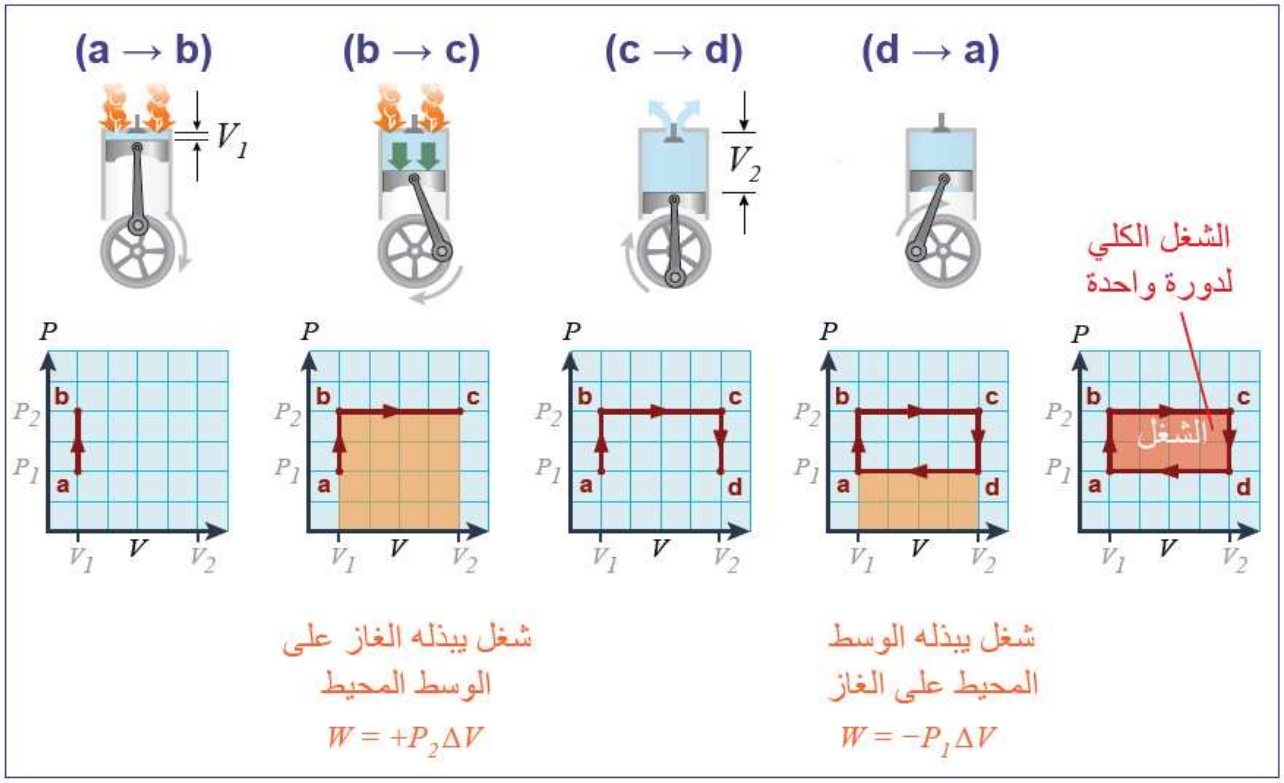
a. $7 \times 10^4\ Pa$
b. $7 \times 10^6\ Pa$
c. $1 \times 10^4\ Pa$
d. $1 \times 10^6\ Pa$

Mr. YAHYA. R 66630805

## دورات الديناميكا الحرارية:

تُسمّى العملية الديناميكية الحرارية التي تتكرّر«الدورة الديناميكية الحرارية».

يوضح الشكل 5- 6 كيف نستخدم الرسم التخطيطي P-V لتحليل الشغل المبذول في الدورة الديناميكية الحرارية.




- عند النقطة (a) يكون الحجم عند حده الأدنى. من (a) إلى (b) يُزوّد المحرّك بالحرارة ويرتفع ضغط الغاز.
- من (b) إلى (c) يتمدّد الغاز، ويبذل شغلًا على المكبس. في هذا الجزء، نواصل إضافة الحرارة للحفاظ على ضغط ثابت مع تغيّر الحجم، فيكون الشغل الذي يبذله الغاز $W = P_2.\Delta V$
- من (c) إلى (d) يفتح الصمّام وينخفض الضغط مرة أخرى إلى قيمته الابتدائية $P_1$.
- من (d) إلى (a) يتحرّك المكبس إلى أعلى لضغط الغاز مرة أخرى والبدء بدورة ثانية. يبذل الوسط المحيط شغلًا على النظام مقداره $W = -P_1.\Delta V$

الشغل المبذول بواسطة الغاز المتمدّد في دورة واحدة يساوي مساحة المستطيل الواقع داخل المسار $(abcd)$، يساوي هذا الشغل حسابيًا التغيّر في الضغط مضروبًا بالتغير في الحجم:

$$W = (P2 - P1)(V2 - V1) = \Delta P.\Delta V$$

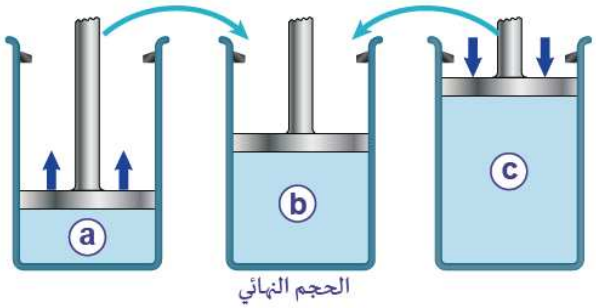
## حالات الديناميكا الحرارية:

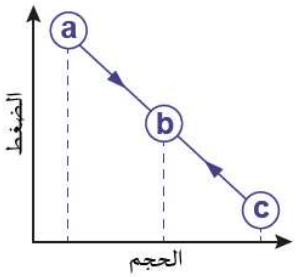
تسمى الحالة الموصوفة بمتغيرات معينة في لحظة زمنية ما **بالحالة الديناميكية الحرارية للنظام**.

أما المتغيرات التي تصف الحالة الديناميكية فتسمى **متغيرات الحالة**، مثل الضغط والحجم ودرجة الحرارة.

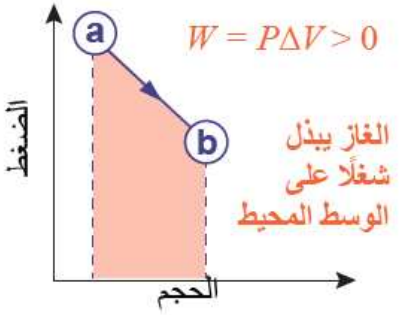
## دالة الحالة ودالة المسار:

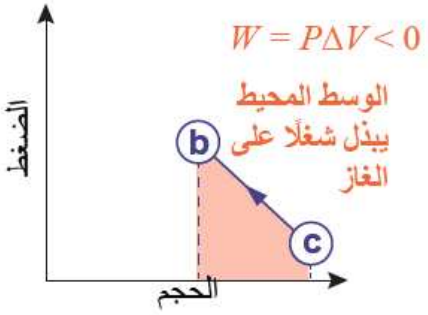
**دالة الحالة:** هي كمية تعتمد على متغيرات الحالة الديناميكية ولا تعتمد على المسار، مثال: الحجم - الضغط - درجة الحرارة - الطاقة الداخلية




**دالة المسار:** كمية تعتمد على متغيرات الحالة والمسار المتبع بين حالة وأخرى، مثل: الشغل - الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة (الحرارة).




**تمرين: اختبار 2022**

أي من الكميات التالية ليست من متغيرات الحالة للنظام الديناميكي الحراري؟

a. الشغل
b. الضغط
c. الحجم
d. درجة الحرارة

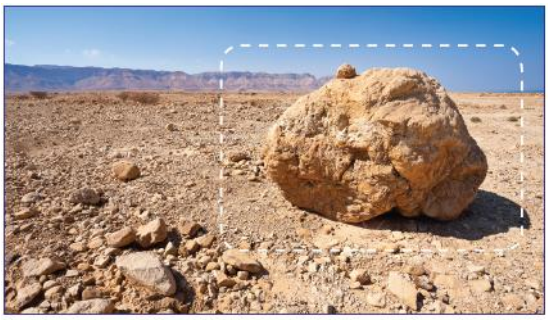
**تمرين: اختبار 2021:**

صنف الكميات الفيزيائية الخاصة بالنظام الديناميكي الحراري الواردة بين القوسين في الجدول التالي.

(الضغط ، الحجم، الحرارة، الشغل)

| كميات تعتمد على المسار(دوال المسار) | كميات تعتمد على الحالة (متغيرات الحالة) |
|---|---|
| | |

## الطاقة الداخلية:



هي مجموع الطاقات التي تمتلكها جزيئات النظام، فجزيئات الصخرة الموضحة بالشكل تمتلك الطاقات التالية مثلاً:

الطاقة الحركية الناتجة عن الحركة المدارية للأرض - جميع أشكال طاقات الوضع - الطاقة الكيميائية - الطاقة النووية - الطاقة الحرارية

سنركز في دراستنا على الطاقة التي تتغير أثناء الدراسة الترموديناميكية وهي الطاقة الحرارية.

تعطى الطاقة الحرارية التي يكتسبها أو يخسرها الجسم أثناء تغير درجة حرارته بالعلاقة:

$$Q = m.C.\Delta T$$

$Q$: الطاقة الحرارية ($J$)

$m$: الكتلة ($Kg$)

$C$: السعة الحرارية النوعية ($J.Kg^{-1}.°C^{-1}$)

$\Delta T$: التغير في درجة الحرارة ($K$ أو °C)

$L_f$: الحرارة الكامنة للانصهار ($J.Kg^{-1}$)

$L_v$: الحرارة الكامنة للتبخر ($J.Kg^{-1}$)

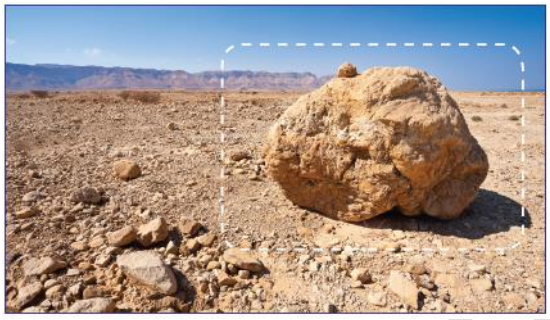
وتعطى الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة أثناء الانصهار (أو التجمد) بالعلاقة:

$$Q = m.L_f$$

وتعطى الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة أثناء التبخر (أو التكاثف) بالعلاقة:

$$Q = m.L_v$$

**مثال (3):**



الصخرة في الشكل الموضح جانبًا كتلتها $3500\ kg$ وحرارتها النوعية $0.84\ J.Kg^{-1}.°C^{-1}$. ما التغيّر الكلي في الطاقة إذا انخفضت درجة حرارة الصخرة من $55°\ C$ الى $30°C$ ؟

**تمرين: اختبار تجريبي 2022**

مكعب ألمنيوم كتلته $500\ kg$ ترك تحت أشعة الشمس فارتفعت درجة حرارته من $20$ °C إلى $60$ °C

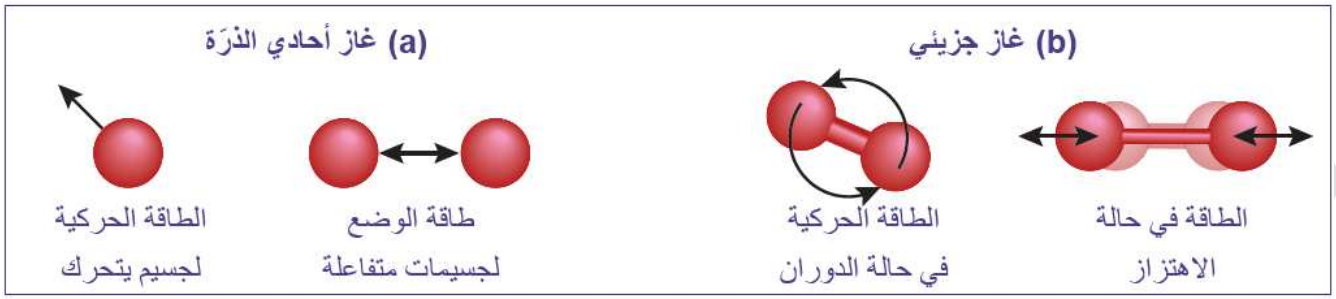
احسب الطاقة الحرارية التي انتقلت إليه. علماً بأن السعة الحرارية النوعية للألومنيوم $900\ J.Kg^{-1}.°C^{-1}$

Mr. YAHYA. R 66630805

## الطاقة الداخلية لغاز:

هناك أيضًا اختلافات بين الغازات أحادية الذرة والغازات الجزيئية.

بشكل عام، تشتمل الطاقة الداخلية للغاز على الطاقة الحركية وطاقة الوضع والطاقة الإضافية المرتبطة بأنماط الدوران والاهتزاز في الغاز الجزيئي




فسر: لا يكون الارتفاع في درجة حرارة الغازات الجزئية كبيرًا مقارنة بالغازات أحادية الذرة؟

لأن جزء من الطاقة الممتصة تستهلك بالحركة الاهتزازية والدورانية

## الطاقة الداخلية للغاز المثالي:

يتكون الغاز المثالي من جسيمات ذات حجم صغير جدّا مقارنة بحجم كمية الغاز نفسه. هذه الجسيمات لا تتفاعل إلا من خلال التصادمات المرنة. ويكون لذلك ثلاث نتائج ديناميكية حرارية.

1- طاقة الوضع، والتي تشكل جزءًا من الطاقة الداخلية للنظام، تكون صفرًا في حالة الغاز المثالي.

2- لا تمتلك الجسيمات النقطية للغاز المثالي نماذج دورانية أو اهتزازية لتخزين الطاقة.

3- الطاقة الداخلية للغاز المثالي تساوي مجموع الطاقة الحركية لكل جسيماته.

وتُعطي الطاقة الداخلية لعدد $(n)$ من مولات الغاز المثالي بالعلاقة:

$$U = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV$$

$U$: الطاقة الداخلية $(J)$

$P$: الضغط $(N/m^2)$ أو $(Pa)$

$V$: الحجم $(m^3)$

$T$: درجة الحرارة $(K)$

$n$: عدد مولات الغاز

$R$: ثابت الغازات $(8.31\ J.K^{-1}.mol^{-1})$

## معادلة الحالة:

وهي تمثل علاقة تربط بين متغيرات الحالة للغاز المثالي وسنستخدم معادلة الغاز المثالي التي مرت معنا سابقًا كمعادلة حالة للغاز المثالي وهي:

$$PV = nRT$$

**تمرين: اختبار تجريبي 2022**

أي المعادلات التالية هي معادلة الطاقة الداخلية للغاز المثالي؟

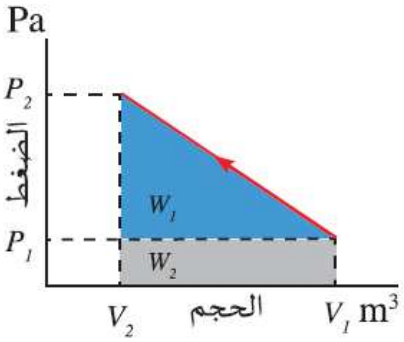
a. $U = \frac{3}{2}nRT$

b. $Q = m.C.\Delta T$

c. $PV = nRT$

d. $\Delta S = \frac{Q}{T}$

**مثال (4):**




كمية من الغاز مقدارها $(31.86\ mol)$ محصورة في أسطوانة حجمها $(0.2\ m^3)$ بضغط $(4 \times 10^5\ Pa)$ 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.

Mr. YAHYA. R 66630805

**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 ( $18.02 g/mol$ ).

**تمرين: اختبار 2021:**

كمية من غاز تحتوي على $60\ moles$ منه وحجمها $1.2\ m^3$ بدرجة حرارة $230\ K$ بفرض أنه يسلك سلوك الغاز المثالي احسب الطاقة الداخلية للغاز؟ $(R = 8.31\ J.K^{-1}.mol^{-1})$

Mr. YAHYA. R 66630805

## تقويم الدرس 1-5

1. قارن بين النظام المفتوح والنظام المغلق والنظام 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 $0^{o}C$. لماذا لا تكون الطاقة الداخلية صفرًا؟

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

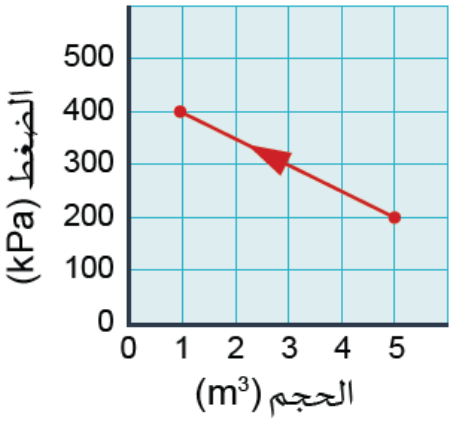
5. ما الفرق بين الطاقة الداخلية للغاز المثالي والطاقة الداخلية للغاز الحقيقي؟

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

Mr. YAHYA. R 66630805

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.

Mr. YAHYA. R 66630805

# مراجعة الوحدة

1. أيُّ مما يأتي ليس مثالًا على النظام المفتوح؟
   a. قدر الضغط.
   b. فنجان من القهوة الساخنة من دون غطاء
   c. قدر يغلي فيه الماء من دون غطاء
   d. شهيق الإنسان للأكسجين وزفيره لثاني أكسيد الكربون
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.
10. تخيّل أن الغاز الموجود داخل أسطوانة مزودة بمكبس يتمدّد، ويضغط إلى الخارج. أيٌّ من 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 يتعذَر إنشاء نظام ديناميكي حراري معزول بشكل مثالي؟

12. يحمل طالب مكعب ثلج في يده. وضّح من حيث الاتزان 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.

Mr. YAHYA. R 66630805

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؟

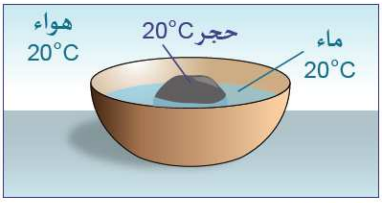
Mr. YAHYA. R 66630805

# الوحدة الخامسة: أساسيات الديناميكا الحرارية

## الدرس الثاني: قوانين الديناميكا الحرارية

### انتقال الحرارة والاتزان الحراري

عندما يكون هناك اختلاف في درجة حرارة جسمين في نظام حراري ما فإن الطاقة الحرارية تبدأ بالانتقال من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد حتى يحدث الاتزان الحراري (تتساوى درجة حرارتهما).




الشكل 5-20 القانون الصفري للديناميكا الحرارية.

### القانون الصفري للديناميكا الحرارية:

ينص على أن:

" الطاقة الحرارية لا يمكن أن تتدفق بين جسمين لهما نفس درجة الحرارة (الجسمين متزنين حراريا) ".

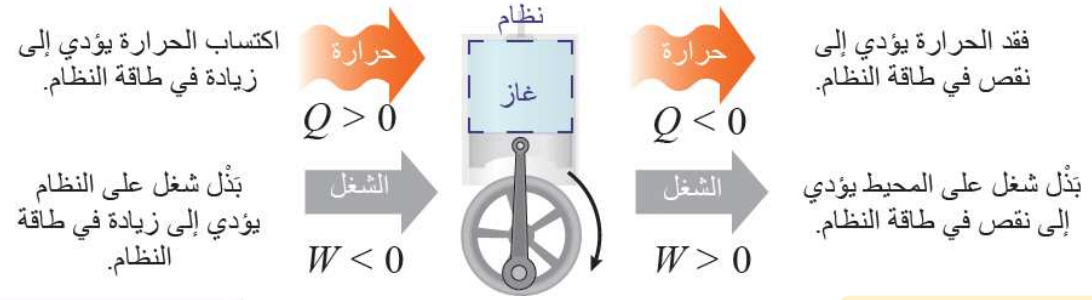
### القانون الأول للديناميكا الحرارية:

ينص على أن: " التغير في الطاقة الداخلية للنظام يساوي الحرارة التي يكتسبها أو يفقدها النظام بالإضافة للشغل المبذول على النظام أو بواسطته ".

$$\Delta U = Q - W$$

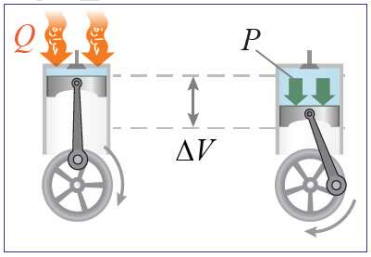
وهو يمثل قانون حفظ الطاقة في الديناميكا الحرارية.

| | $Q$ | $W$ |
|---|---|---|
| موجب | النظام يكتسب حرارة | الشغل يُبذل بواسطة النظام |
| سالب | النظام يفقد حرارة | الشغل يُبذَل على النظام |




وفي حال كانت ضغط ثابت أثناء التحول فإن:

$$\Delta U = Q - P.\Delta V = Q - P.A.d$$




$\Delta U$: التغير في الطاقة الداخلية $(J)$

$Q$: الطاقة الحرارية $(J)$

$P$: الضغط $(N/m^2)$ أو $(Pa)$

$\Delta V$: التغير في الحجم $(m^3)$

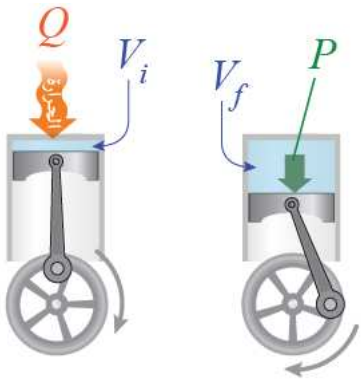
$A$: مساحة مقطع المكبس $(m^2)$

$d$: مسافة تحرك المكبس $(m)$

**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 ( $9 \times 10^5\ Pa$ ). احسب التغير في الطاقة الداخلية لخليط الهواء وبخار البنزين.

**تمرين: اختبار 2022**

اعتماداً على القانون الأول للديناميكا الحرارية $\Delta U = Q - W$ أي الحالات التالية تزيد الطاقة الداخلية للنظام؟

a. عندما يُبذل شغل على النظام
b. عندما يبذل النظام شغلا
c. عندما يفقد النظام الحرارة
d. عندما يبذل النظام شغلا ويفقد حرارة

Mr. YAHYA. R 66630805

**تمرين: اختبار تجريبي 2021**

احسب التغير في حجم عينة من غاز ضغطها ثابت مقداره $2 \times 10^5\ Pa$ عندما تتغير طاقتها الداخلية بمقدار $2000\ J$

**القانون الثاني للديناميكا الحرارية:**

ينصّ القانون الثاني للديناميكا الحرارية على أن: " الحرارة تتدفق بشكل تلقائي من درجة الحرارة الأعلى إلى درجة الحرارة الأقل فقط، ولا تتدفق في الاتجاه المعاكس ".

**الشكل 5-24** تدفق الطاقة الممكن (a) والتدفق غير الممكن (b).

**الانعكاسية:**

هي القدرة على المضيّ إلى الامام أو إلى الخلف بشكل متساوٍ.

وعلى عكس الأنظمة الميكانيكية، فالأنظمة الديناميكية الحرارية تكون بشكل عام غير انعكاسية

فيحدث انتقال الحرارة من كوب شاي درجة حرارته (80 °C) إلى هواء الغرفة الذي تكون درجة حرارته (20 °C) إلى أن تصبح درجة حرارة كليهما (21 °C).

ولكن لا يحدث أن تنتقل الحرارة من هواء الغرفة الذي تكون درجة حرارته (20 °C) إلى كوب شاي درجة حرارته (80 °C)بحيث تصبح درجة حرارة الشاي (160 °C) وهواء الغرفة (19 °C)

هناك الكثير من العمليات الأخرى غير الانعكاسية مثل:

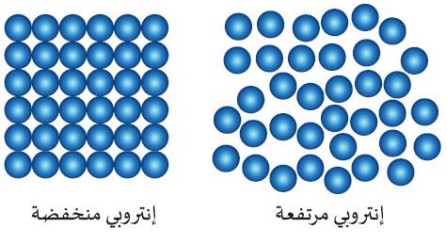
- الزجاج المكسور لا يعيد تجميع نفسه تلقائيا
- أصباغ ممزوجة لا تعيد فصل نفسها تلقائيا.

Mr. YAHYA. R. 66630805

## الانتروبي (العشوائية):

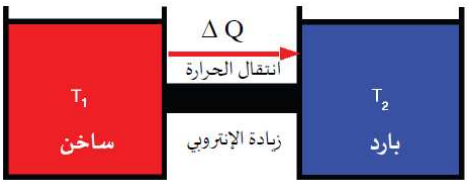
تقيس الانتروبي عدد الطرائق المختلفة التي يمكن بها ترتيب الجسيمات المجهرية بحيث تكون لها الحالة العيانية نفسها.

وكلما زاد انتظام الجسيمات في المادة نقصت العشوائية والإنتروبي، وعليه فإن إنتروبي الحالة الصلبة هو الأقل ثم الحالة السائلة وأخيرا الحالة الغازية.




الشكل 5-25 زيادة الإنتروبي عند التحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

وتزداد الانتروبي بزيادة درجة الحرارة وتزداد بتناقص الكتلة وينتقل النظام بصورة تلقائية في الاتجاه الذي يسبب زيادة الانتروبي




الشكل 5-26 تنتقل الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد بصورة تلقائية لأنه يتيح زيادة الإنتروبي في النظام.

## الانتروبي والانعكاسية

إن احتمال عودة جزيئات نظام مكون من جزئين إلى وضعهم الأصلي $50\%$ وهذه النسبة تنخفض كثيرا بزيادة عدد الجسيمات وتصل النسبة للصفر في حالة الغازات الحقيقية (N: عدد ضخم)

## الانتروبي والقانون الثاني للديناميكا الحرارية:

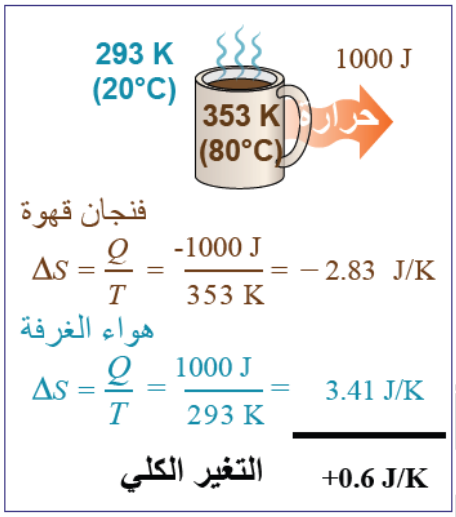
يجب أن تزداد الانتروبي الكلية للنظام دائما في أي عملية تلقائية (كخلط مادتين معًا).

ويتم حساب الانتروبي في أي نظام عند درجة حرارة ثابتة من العلاقة:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$\Delta S$: التغير في الانتروبي $(J/K)$
$Q$: الطاقة الحرارية $(J)$
$T$: درجة الحرارة $(K)$

ويكون التغير في الانتروبي $\Delta S \geq 0$ في جميع العمليات التلقائية.




الشكل 5-27 تغير الإنتروبي في كوب قهوة.

- ✓ تتدفق الحرارة فقط من درجات حرارة أعلى إلى درجات حرارة أقل لأن هذا هو اتجاه ازدياد الإنتروبي.
- ✓ تكون العملية قابلة للانعكاس فقط إذا بقيت الإنتروبي ثابتة، أي: $\Delta S = 0$
- ✓ الإنتروبي الكلية لنظام مغلق تزداد دائمًا إذا تم تبادل أي جزء من الطاقة على شكل حرارة، أي: $\Delta S > 0$
- ✓ جميع العمليات التي تحدث بشكل طبيعي وتلقائي تسير فقط في الاتجاه الذي يزيد من الإنتروبي الكلية للنظام.

**تمرين: اختبار 2022**

أي من التالي صحيح فيما يخص إنتروبي النظام؟

a. تقل الإنتروبي مع ارتفاع درجة الحرارة.
b. تزداد الإنتروبي في أي عملية تحدث بشكل تلقائي.
c. تزداد الإنتروبي عند حدوث تحول في حالة المادة من السائلة إلى الصلبة.
d. تقل الإنتروبي عند حدوث تحول في حالة المادة من السائلة إلى الغازية.

**مثال (10):**

قطعة ساخنة من الحديد درجة حرارتها ( $207^{\circ}C$ ) وُضعت في وعاء مملوء بالماء عند درجة حرارة ( $27^{\circ}C$ ) 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 $0^{\circ}C$ ، علمًا بأن الحرارة الكامنة لانصهار الجليد هي $335\ kJ/kg$.

Mr. YAHYA. R 66630805

**تمرين: اختبار2022**

في الشكل المقابل: احسب تغير الإنتروبي للقهوة، إذا علمت أنها فقدت $1200\ J$ لهواء الغرفة.

**تمرين: اختبار تجريبي 2022**

قطعة ساخنة من الحديد درجة حرارتها $107°C$ وضعت في وعاء فيه ماء بدرجة حرارة $27°C$ فانتقلت كمية من الحرارة مقدارها $4560\ J$ من قطعة الحديد إلى الماء. ما قيمة التغير في الإنتروبي لقطعة الحديد؟

a. $15.2\ J/K$
b. $-15.2\ J/K$
c. $12\ J/K$
d. $-12\ J/K$

**القانون الثالث للديناميكا الحرارية:**

ينص القانون الثالث للديناميكا الحرارية على أن: " الصفر المطلق هو أدنى درجة حرارة ممكنة، لأنها الدرجة التي يكون عندها إنتروبي النظام صفرًا "

✓ فسر: إنتروبي الحالة الصلبة هو الأقل بين حالات المادة.

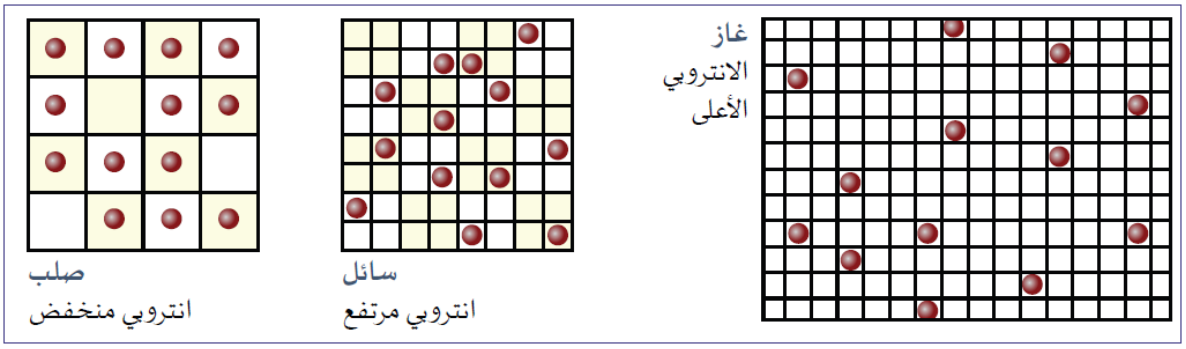
لأن الجسيمات لديها طاقة أقل وقدرة أقل على تبادل الأماكن.

✓ فسر: إنتروبي الحالة السائلة أكبر من إنتروبي الحالة الصلبة.

لأن الجزيئات في الحالة السائلة لها طاقة حرارية أكبر وبالتالي تبادل أسهل في الأماكن وبالتالي عدد طرق ترتيب الجسيمات أكثر.

✓ فسر: يكون إنتروبي الحالة الغازية هو أكبر حالات المادة.

لأن الجزيئات تنتشر وتتنوع سرعتها بالشكل الأكبر.




Mr. YAHYA. R 66630805

## تقويم الدرس 5-2

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 لغازهي $200\ J$ . عند إضافة $80\ J$ من الحرارة إلى الغاز، يقوم الغازببذل $70\ J$ من الشغل. احسب الطاقة الداخلية النهائية للغاز.

$b$.هل ترتفع درجة حرارة الغازأم تنخفض؟ اشرح إجابتك.

3. يقول طالب إنه يستطيع تحدي قانون الإنتروبي، حيث يمكنه فرزكيس 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.

Mr. YAHYA. R 66630805

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 في مدّة $4$ ساعات. في أيّ كوب تعرّضت القهوة لتغيّر أكبر في الإنتروبي؟

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؟

Mr. YAHYA. R 66630805

7. لماذا تنخفض درجة حرارة الغاز سريع 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 إنتروبي؟

$c$. في أيّ من الغازين يمكن أن يؤدي نقل الحرارة إلى شغل مبذول من دون انتقاله كحرارة إلى نظام آخر؟

Mr. YAHYA. R 66630805

# مراجعة الوحدة

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 التغير في الطاقة الحرارية بالنسبة الغاز.

20. تُنتزع صخرة ساخنة من موقد ناروتُلقى في دلو من الماء البارد درجة حرارته $20°C$ . تبلغ درجة حرارة الصخرة $80\ ^{\circ}\ C$ ، 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 الانتروبي الكلية لنظام الصخرة + الماء أم تنقص؟ وما مقدار ذلك؟

Mr. YAHYA. R 66630805