

الجزء الثالث Part 3

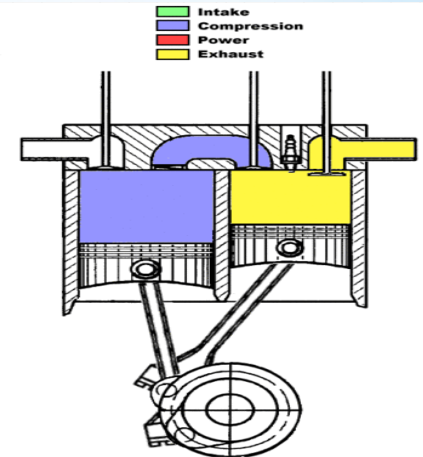
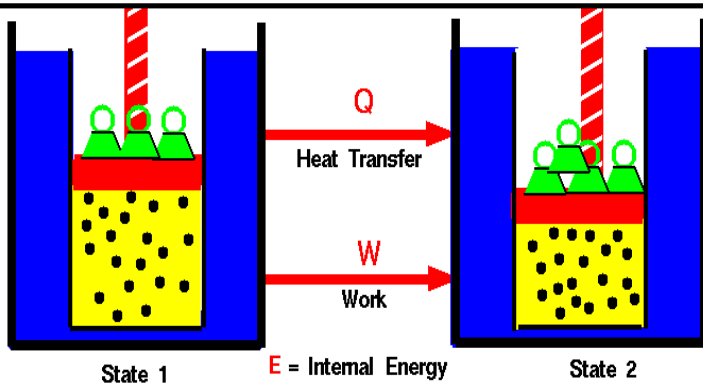


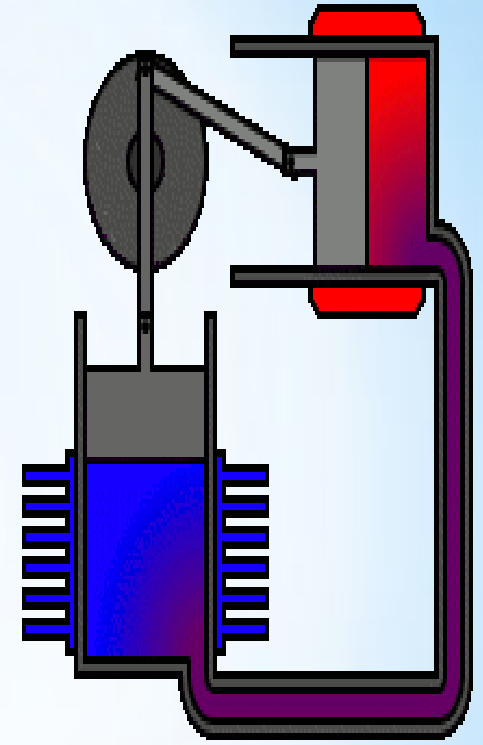
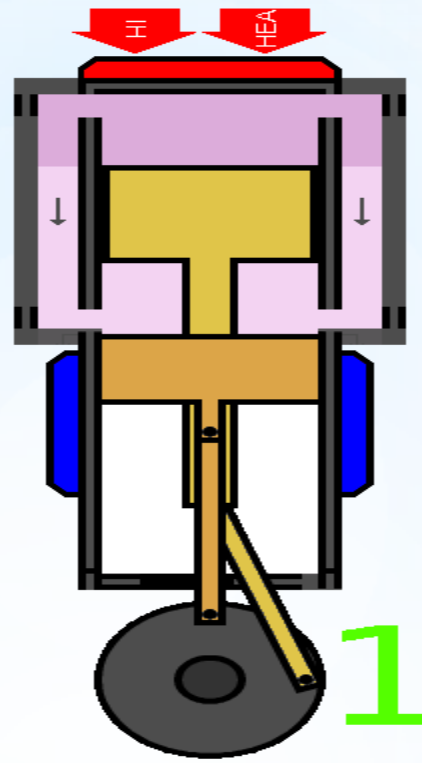
القانون الاول للديناميكا الحرارية *First Law of Thermodynamics*



First Law of Thermodynamics

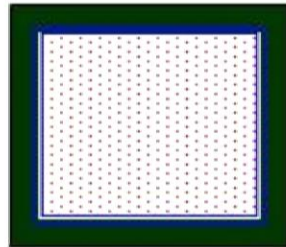
Glenn
Research
Center



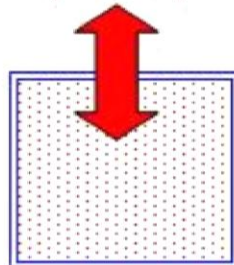


علم الديناميكا الحرارية هو علم يهتم بوصف المادة بدلالة خواص مثل الضغط والحجم ودرجة الحرارة (pressure- volume & temperature) ويدرس بتعمق كل ما هو متعلق بالحرارة والطاقة والشغل المبدول (heat - energy & work done) وتحولاتها المتبادلة . يستخدم في التطبيقات الهندسية (engineering applications) في تصميم المحركات ومولدات الطاقة الكهربائية وأجهزة التبريد والتكييف ويدخل هذا العلم في التطبيقات الصناعية المختلفة.

الانظمة الديناميكية الحرارية	تعريفها	طاقة النظام	دخول وخروج المادة	كتلة المادة في النظام
(النظام المفتوح) Open System	نظام يسمح بتبادل المادة والشغل والحرارة مع المحيط	غير ثابتة	مسموح به	غير ثابتة (إلا في حالة الجريان المنتظم)
(النظام المغلق) Closed system	نظام لا يسمح بتبادل المادة مع المحيط وتسمح بتبادل والشغل والحرارة	غير ثابتة	غير مسموح به	ثابتة
(النظام المعزول) Isolated System	نظام لا تسمح حدوده بتبادل المادة ولا الطاقة مع المحيط	ثابتة	غير مسموح به	ثابتة

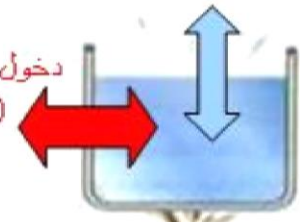


دخول و خروج الطاقة
(الحرارية)



دخول و خروج
مادة النظام

دخول و خروج الطاقة
(الحرارية)



Zeidanphy.com

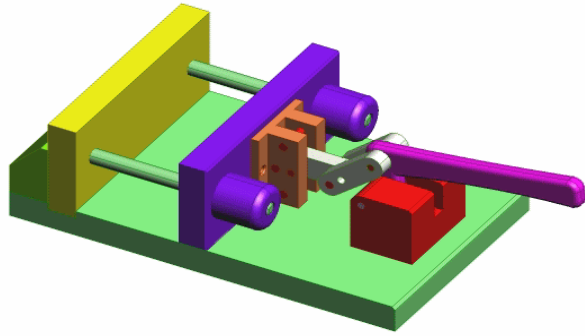
The first law of thermodynamics

Conservation of energy law.. It connects two types of energy: heat energy (heat quantity) and mechanical energy (work)

القانون الاول للديناميكا الحرارية هو نفسه قانون بقاء الطاقة.. يربط بين نوعين من انواع الطاقة وهما : الطاقة الحرارية (كمية الحرارة) والطاقة الميكانيكية (الشغل)

اذا امددنا الغاز بكمية حرارة dQ فان الغاز سيصرف هذه الطاقة بصفة عامة في أحد الطريقتين الآتين او في كليهما معا:

أ. يغير من طاقته الداخلية Internal energy بالمقدار dU ب. يبذل الغاز شغلا work قدره dW . نحيث

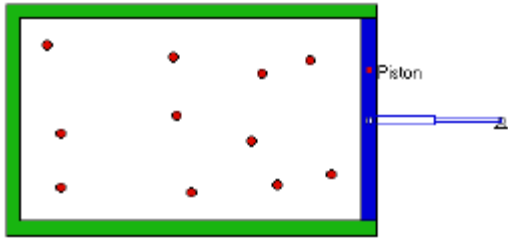


$$dQ = dU + dW$$

$+dQ$ means that energy is added, which means that the energy of the system increases; hence, the internal energy increases

تعني اضافة طاقة: $+dQ$
لنظام مما يؤدي الي زيادة
الطاقة الداخلية

الشغل اثناء تغير حجم الغاز



لناخذ غاز موضوع في اسطوانة لها مكبس متحرك مساحة مقطعه S ، تحت تأثير قوة خارجية F ينخفض المكبس مسافة dx وينضغط الغاز:

$$P = F/A \rightarrow F = PA \rightarrow F \cdot dx = PAdx$$

الاشارة السالبة لان الشغل تم عن طريق قوة خارجية (لنتفق على ذلك)

$$dW = -PdV$$

$$dW = +PdV$$

إذا تمدد الغاز وارتفع المكبس فإن الشغل الذي بذله الغاز

A positive value of W means that a positive amount of work is done by the system on its environment, so, the internal energy of a system must decrease.

القيمة الموجبة لـ W تعني أن هناك كمية موجبة من الشغل تمت من قبل النظام ، فتتخفط الطاقة الداخلية للنظام.

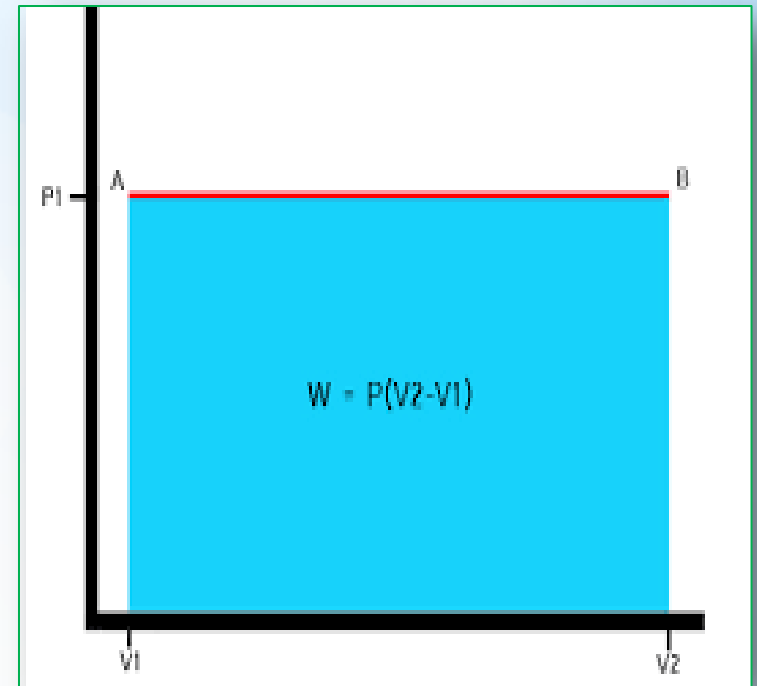
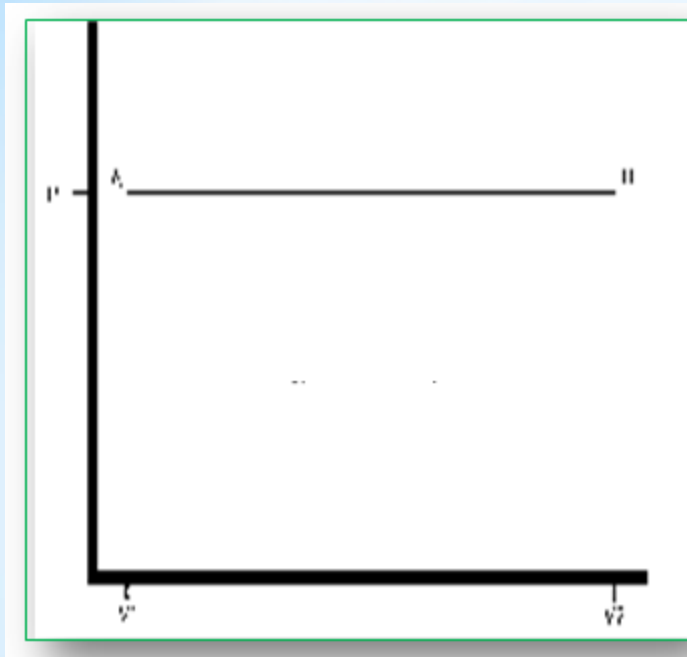
$$dW = -PdV$$

الإشارة سالبة لأن الشغل تم عن طريق قوة خارجية

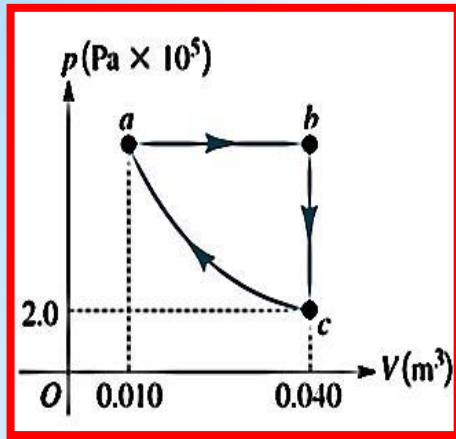
A negative value of W , leads to an increase in the internal energy of the system

القيمة السالبة لـ W تعني زيادة في الطاقة الداخلية للنظام

- +Q** : *heat energy flows into the system from its environment.* تنساب الطاقة للنظام من الوسط المحيط
- Q** : *heat energy flows out of the system into the environment.* تنساب الطاقة من النظام للوسط المحيط
- +W** : *the system does a positive amount of work on its environment,* يبذل النظام شغلا موجبا علي الوسط
- W** : *the environment does a positive amount of work on the system* يبذل الوسط شغلا موجبا علي النظام



الشغل المبذول = المساحة المظللة أسفل الخط AB



$$dQ = dU + PdV$$

علق على الاشكال التالية (احسب الشغل لكل حالة؟):

في الشكل المقابل هناك متغيرات اخري عدا تغير الحجم فان الشغل سيعطي بالعلاقة:

* الشغل يعتمد على المسار (path) الذي
سلكه الغاز وليس دالة في حالة الغاز

$$W = \int_1^2 dW = \int_1^2 PdV$$

في الشكل الثاني بدأ الغاز من الحالة 1 ومرة

تغيرات وعاد لحالته الاولى .. $U_1 = U_2$

يقال ان عملية التغير عملية دورانية،

* إذا كانت كمية الحرارة التي أخذتها مجموعة ما هي Q (وليست dQ) وانتقلت
المجموعة من حالة 1 إلى حالة 2 .. فان:

$$\int_1^2 dU = U_2 - U_1 \quad \int_1^2 dQ = Q_1 - Q_2 \quad \int_1^2 dW = W_1 - W_2$$

Temperature and internal energy are both state variables; that is, the value of each depends only on the thermodynamic state of a system, not on the process that brought it to that state

التكامل الاول سليم لان المجموعة تحتزن طاقة داخلية هذه الطاقة دالة
في حالة المجموعة .. بينما كلامنا عن الشغل وكمية الحرارة دالتان في تغير
حالة المجموعة بمعنى انهما تعتمدان على طريقة تغير الحالة (المسار)

* في العملية الدورانية نبدأ من حالة معينة ونمر بعدة حالات وفي النهاية نعود لنفس الحالة ولذا:

$$\oint dU = 0 \quad \& \quad \oint dQ = 0 \quad \& \quad \oint dW = 0$$

√
×
×

المجموعة إذا قامت بعملية دورانية لا يحدث أي تغير في طاقتها الداخلية ولكن يمكنها أن تأخذ كمية حرارة من الوسط المحيط أو تعطي كمية حرارة للوسط المحيط وكذلك يمكنها أن تبذل شغلا على الوسط المحيط أو يبذل الوسط المحيط شغلا عليها بحيث أن:

$$\oint dQ = \oint dW$$

If $dQ = dW = 0$ → no energy transfer and the work done on the system is zero → $\Delta U = 0$;

→ the internal energy U of an isolated system remains constant

لا تغير في الطاقة الداخلية
لأنظمة المعزولة

If $\Delta U = 0$ and $Q = -W$ → (عملية دورية cyclic process)

السعة الحرارية للغازات المثالية: *Heat capacity of ideal gases*

إذا كان الغاز موضوعاً في وعاء مقفل فإن كمية الحرارة المعطاة له dQ تستخدم كلها في تغيير الطاقة الداخلية (أي تغيير درجة حرارته)، أما إذا كان الوعاء ذو مكبس متحرك فسيستخدم جزء لدفع المكبس لأعلى (يبدل الغاز شغلاً) ويكون الضغط ثابتاً أثناء التمدد

$$dQ = msdT = dU + PdV$$

كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة الغاز مع احتفاظه بالضغط ثابتاً (أكبر من - أقل من - تساوي) كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة الغاز (بنفس القدر) مع احتفاظه بالحجم ثابتاً (لأن الغاز في الحالة الأولى يبذل شغلاً أي أن جزءاً من الحرارة سيضيع في بذل الشغل)

الحرارة النوعية: هي كمية الحرارة المعطاة أو (المأخوذة) لجرام من الغاز لتغيير درجة حرارته درجة واحدة

السعة الحرارية: هي كمية الحرارة المعطاة أو (المأخوذة) للغاز لتغيير درجة حرارته درجة واحدة

الحرارة النوعية الجزيئية C : هي كمية الحرارة المعطاة أو (المأخوذة) لكتلة من الغاز تساوي

واحد جرام جزيئي لتغيير درجة حرارته درجة واحدة

$$dQ = CdT \rightarrow C = \frac{dQ}{dT} \dots \dots C_V = \left(\frac{dQ}{dT}\right)_V \dots \dots \& C_P = \left(\frac{dQ}{dT}\right)_P$$

$$C_V = \left(\frac{dQ}{dT}\right)_V = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V \dots ?$$

(الغاز حجمه ثابت، ← الشغل المبذول = صفر)

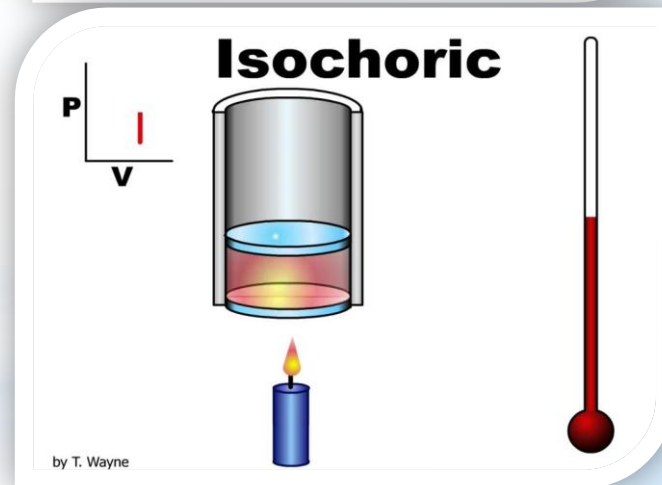
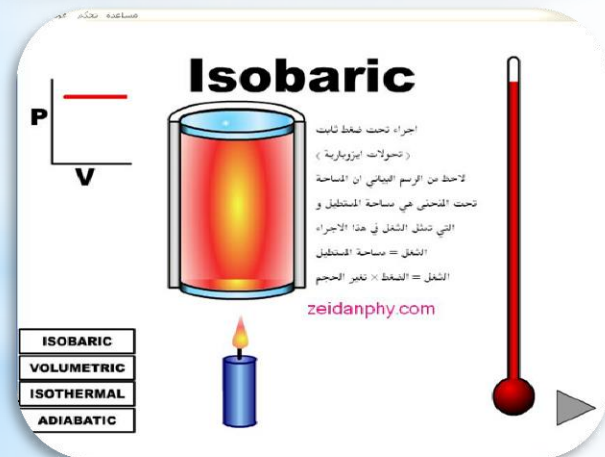
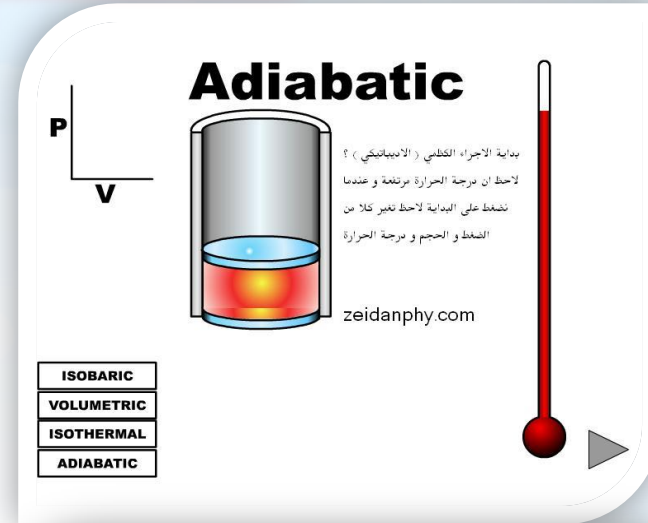
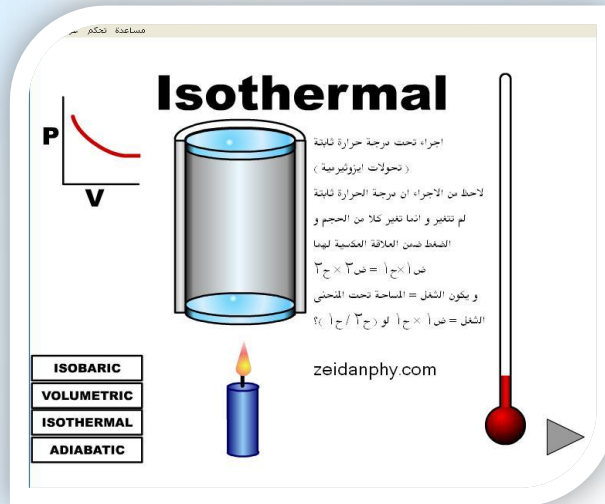
علمنا سابقا ان: $U = \frac{3}{2} RT$ ومنها نستنتج ان الحرارة النوعية تحت حجم ثابت $C_V = \frac{3}{2} R$

$$\frac{dQ}{dT} = \frac{dU}{dT} + P \frac{dV}{dT} = C_V + R = \frac{5}{2} R = C_P$$

الحرارة النوعية الجزيئية تحت ضغط ثابت أكبر من مثيلتها عند حجم ثابت بالمقدار R

$$C_P - C_V = R$$

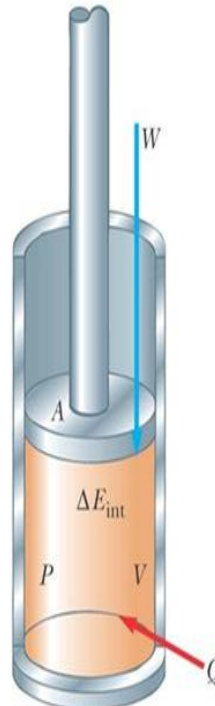
التغيرات الديناميكية الحرارية



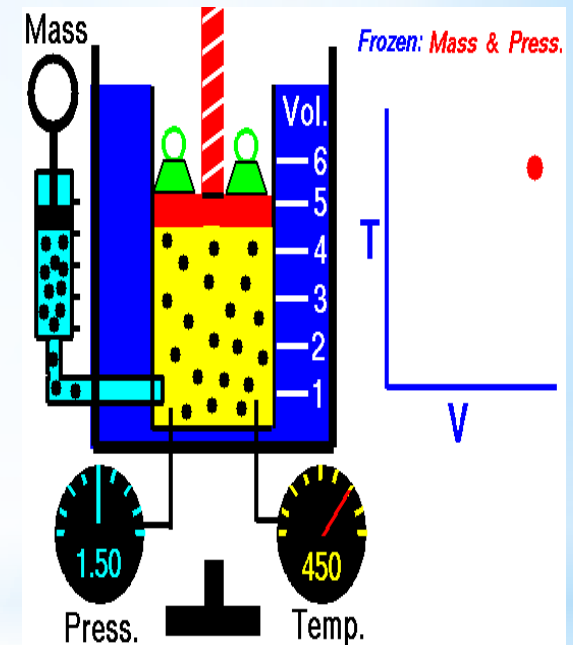
النصوير البياني لحالة الغاز هو علاقة: (P&V&T) ... ايسو الاشكال هو عمليات
الايزو Iso-process وفيها يظل احد المتغيرات ثابتا

Adiabatic Process

- An adiabatic process is one during which no energy enters or leaves the system by heat
 - $Q = 0$
 - This is achieved by
 - Thermally insulating the walls of the system
 - Having the process proceed so quickly that no heat can be exchanged



© 2004 Thomson/Brooks Cole



تطبيقات على القانون الأول للديناميكا الحرارية

Some applications of the first law of thermodynamics

تغير حجم الغاز

١. جعل الغاز يغير من حجمه مع احتفاظه بدرجة حرارته ثابتة أثناء التغير: "تغير ايزوثيرمي"
٢. جعل الغاز يغير من حجمه مع عزله جيدا عن الوسط المحيط بحيث لا يأخذ من الوسط أو يعطيه "أي كمية حرارة": "تغير ادياباتيك"

"تمدد ادياباتيك للغاز المثالي"

افترض غازا مثاليا مغزول تماما عن الوسط المحيط،

لا يأخذ ولا يعطي حرارة $dQ = 0$

$$dQ = 0 = dU + PdV = C_V dT + PdV$$

$$dU = C_V dT = -PdV$$

* الشغل المبذول يقابله تغير في الطاقة الداخلية للغاز فتغير درجة الحرارة

* الإشارة السالبة تعني انه: بزيادة الحجم (تمدد) تنخفض

الحرارة . . . وبتقليل الحجم (انكماش) ترتفع درجة الحرارة

"تمدد ايزوثيرمي للغاز المثالي"

افترض غازا مثاليا كتله واحد جرام - جزئي تمدد

من $V_1 \rightarrow V_2$. . الشغل المبذول:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} dV = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

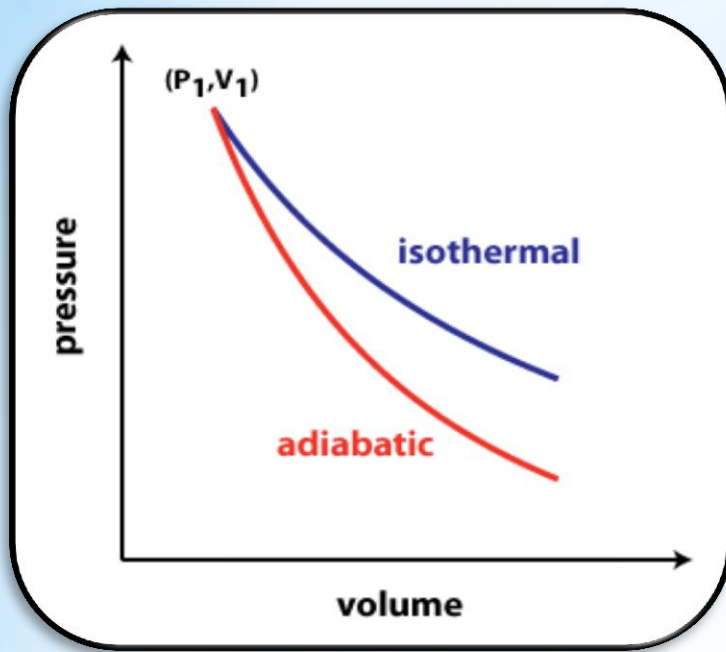
* لكي يتمدد الغاز المثالي ايزوثيرميا:

يحتاج كمية حرارة (من الخارج) ليبدل بها شغل W

* عندما يكسب الغاز المثالي ايزوثيرميا فان الشغل

المبذول عليه يخرج للوسط المحيط على هيئة حرارة

* الطاقة الداخلية لا تتغير: لأن درجة الحرارة T ثابتة

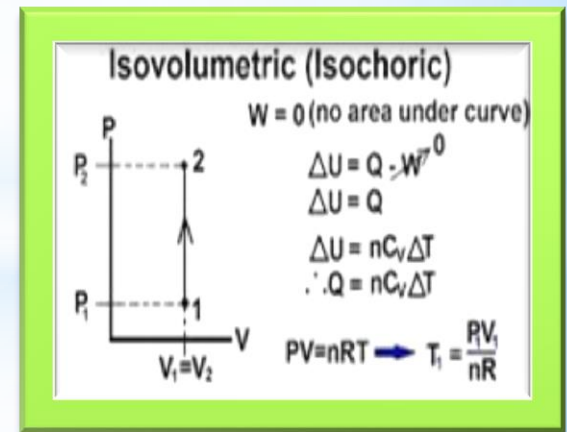
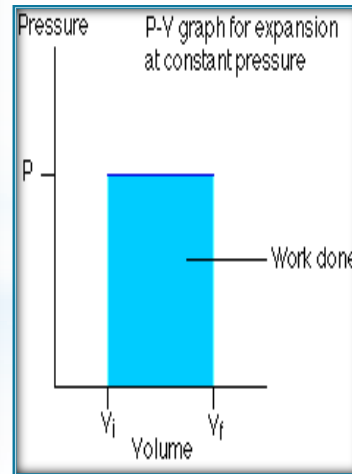
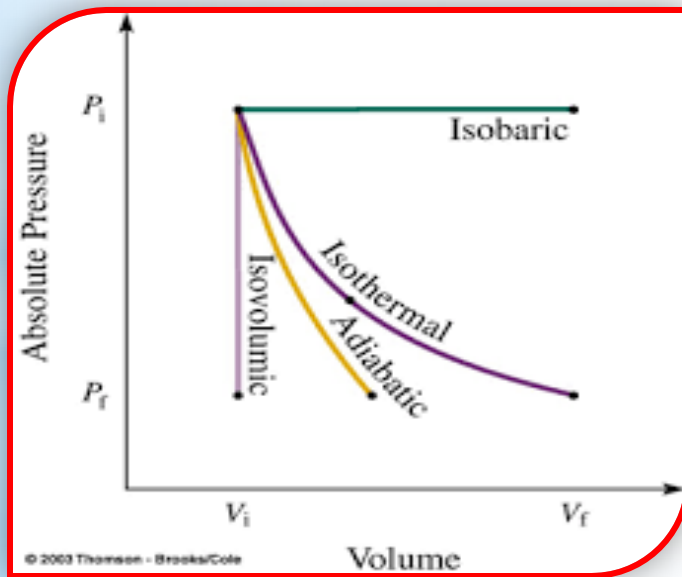


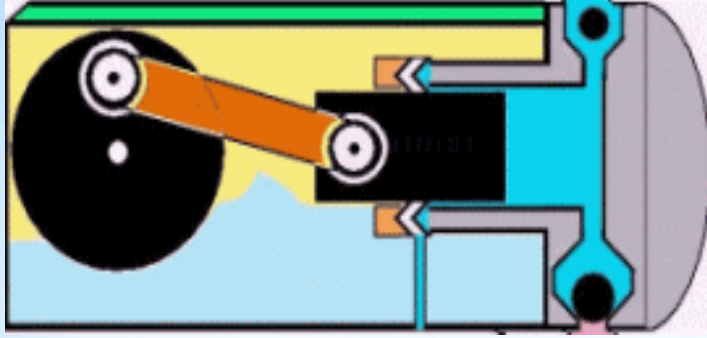
الشكل المقابل يوضح الفرق بين المنحنيات
الايروثيرمية ($dT=0$)

والمنحنيات الادياباتيكية ($dQ=0$)

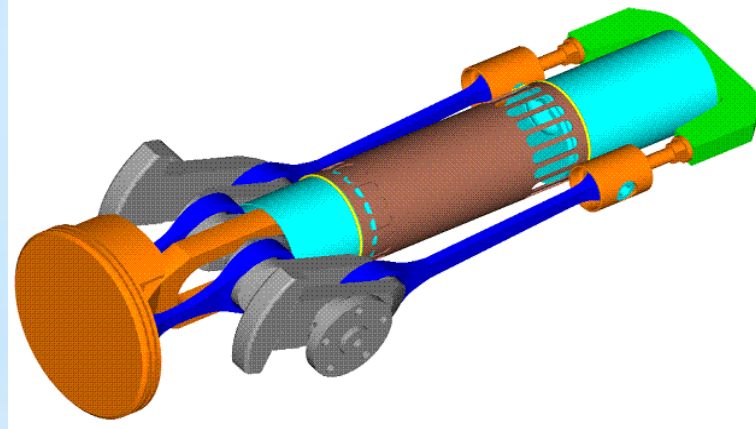
* واضح ان ميل المنحني الادياباتيكي أكبر من ميل
المنحني الايروثيرمي

* المساحة تحت المنحني الايروثيرمي أكبر من مثيلتها تحت
المنحني الادياباتيكي أي ان: الشغل المبذول أثناء التمدد
الادياباتيكي أقل من الشغل المبذول أثناء التمدد الايروثيرمي ؟





لنأخذ غائرا موجودا في اسطوانة لها مكبس متحرك ،
واضح ان الغائر عندما يتمدد يبذل شغلا على المكبس
ويجعله يتحرك (الشغل يتحول الى طاقة حركية) .

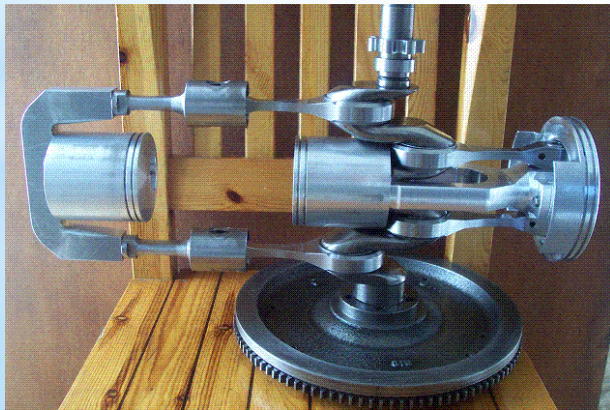


* في حالة التمدد الايزوثيرمي فان الغائر يأخذ كمية
حرارة من الخارج ليبذل شغل

* في حالة التمدد الاديباتيكي فان الغائر يأخذ كمية
الحرارة اللازمة للشغل من طاقته الداخلية ولذلك يبرد الغائر
(لأن الطاقة الداخلية تعتمد على درجة الحرارة) . . الطاقة

التي تفقدها الجزيئات يأخذها المكبس ويتحرك بها .

* من المهم هنا ان نفهم ان: عملية تمدد الغائر ذاتها لا
تسبب انخفاض درجة الحرارة بمعنى انه اذا لم يبذل الغائر
شغلا اثناء التمدد فان درجة الحرارة لن تنخفض (يحميد
عن ذلك الغائرات تحت الضغوط الهائلة)



هل تستطيع من خلال ما درستة في الديناميكا الحرارية
- حتي الآن - ان ترد على من يزعم ان الكون ازلي؟

• القانون الأول للديناميكا الحرارية لا يبين لنا الاتجاه الذي تحدث فيه عمليات
تغير حالة أي مجموعة فمن وجهة نظر هذا القانون أن هناك انتقال حراري من
الأجسام الساخنة إلى الأجسام الباردة ومن الباردة إلى الساخنة !!.

• اهتمام هذا القانون ينصب على ان: كمية الحرارة التي يأخذها جسم تساوي
كمية الحرارة التي يعطيها الجسم الآخر ويمكننا من حساب كمية
الحرارة المتولدة نتيجة بذل شغل ميكانيكي (يدرس تحول الشغل الى
حرارة) وعلى ذلك فالقانون الأول لا يعبر عن حقيقة ان كل العمليات التي
تحدث في الطبيعة هي عمليات غير عاكسة

سنؤجل الرد الى ابواب قادمة

السئلة وامثلة حمامة

اختر الاجابة او الاجابا بالصحيحة مع تعليل الاختيار (أ) قدر الامكان

١. القانون الصفري للديناميكا الحرارية بين ان أي جسمين في حالة اتزان بشروط تساوي:
(أ) درجتي حرارتهما (ب) حجمهما (ج) ضغطهما ويشترط أيضا ان يكونا:
(أ) متصلين (ب) متفصلين (ج) متصلين أو متفصلين
٢. حالة الاتزان الديناميكي الحراري تعني ان:
(أ) درجة الحرارة (ب) الحجم (ج) الضغط ثابتة ولا تتغير مع الزمن
٣. الاتزان الحراري يعطي قيم: (أ) مطلقة (ب) متأرجحة (ج) متذبذبة حول قيم متوسطة
٤. في النظام المفتوح يسمح بتبادل: (أ) الحرارة (ب) المادة (ج) الشغل وبالتالي تصبح الكتلة: (أ) ثابتة (ب) غير ثابتة والطاقة: (أ) ثابتة (ب) غير ثابتة
٥. في النظام المغلق يسمح بتبادل: (أ) الحرارة (ب) المادة (ج) الشغل وبالتالي تصبح الكتلة: (أ) ثابتة (ب) غير ثابتة والطاقة: (أ) ثابتة (ب) غير ثابتة
٦. في النظام المعزول: (أ) يسمح (ب) لا يسمح . بتبادل: (أ) الحرارة (ب) المادة (ج) الشغل . وبالتالي تصبح الكتلة (أ) ثابتة (ب) غير ثابتة والطاقة: (أ) ثابتة (ب) غير ثابتة

٧. بعض التكاملات الآتية غير سليمة (أ) $\int_1^2 dU = U_2 - U_1$ (ب) $\int_1^2 dQ = Q_1 - Q_2$ (ج) $\int_1^2 dW = W_1 - W_2$

٨. بعض التكاملات الآتية سليمة : (أ) $\oint dU = 0$ (ب) $\oint dQ = 0$ (ج) $\oint dW = 0$

٩. الشغل المبذول في العملية الدورانية يعادل : (أ) صفر (ب) المساحة تحت المنحنى (ج) المساحة داخل المنحنى

١٠. كمية الحرارة المعطاة (أو المأخوذة) لجرام من الغاز لتغيير درجة حرارته درجة واحدة : (أ) سعة حرارية (ب) حرارة نوعية (ج) حرارة نوعية جزيئية

١١. كمية الحرارة المعطاة (أو المأخوذة) لغاز لتغيير درجة حرارته درجة واحدة : (أ) سعة حرارية (ب) حرارة نوعية (ج) حرارة نوعية جزيئية

١٢. كمية الحرارة المعطاة (أو المأخوذة) لكتلة من غاز تعادل واحد جرام جزيئي لتغيير درجة حرارته درجة واحدة : (أ) سعة حرارية (ب) حرارة نوعية (ج) حرارة نوعية جزيئية

١٣. لكي يتمدد الغاز ايزوثيرميا يحتاج كمية حرارة : (أ) من الخارج (ب) من الداخل ... وذلك ليبدل : (أ) بها شغلا (ب) عليه شغلا

١٤. الشغل المبذول أثناء التمدد اديباتيكي :

(أ) اكبر من (ب) اقل من (ج) يعادل . الشغل المبذول أثناء التمدد ايزوثيرمي

١٥ . عملية تمدد الغاز: (أ) تسبب (ب) لا تسبب انخفاض درجة الحرارة وذلك إذا: (أ) بذل (ب) لم يبذل . . . الغاز شغلا

حل

١ . يقل التآرجح (fluctuation) ويصبح متوسط القيمة قريبا من القيمة الحقيقية في حالة المجموعات المكونة من أعداد هائلة يمكن عمليا ملاحظة ورصد وقياس التموجات حول القيمة المتوسطة في المجموعات المكونة من اعداد قليلة وكلما زاد العدد قلت دقة الملاحظات والقياسات

٢ . الحرارة النوعية الجزيئية تحت ضغط ثابت أكبر من مثيلتها عند حجم ثابت

٣ . الطاقة الداخلية أثناء التغير الايزوثيرمي لا تتغير درجة الحرارة ثابتة

ما المعنى الفيزيائي لما يلي:

$$(1) \pm dQ = \pm dU \pm dW$$

$$(2) dW = \pm PdV$$

الشغل موجب إذا تمدد الغاز وارتفع المكبس - الشغل السالب إذا تدخلت قوة خارجية ضغطت الغاز وانخفض المكبس

$$(3) dU = -PdV \quad dQ = 0 = dU + PdV \rightarrow dU = -PdV$$