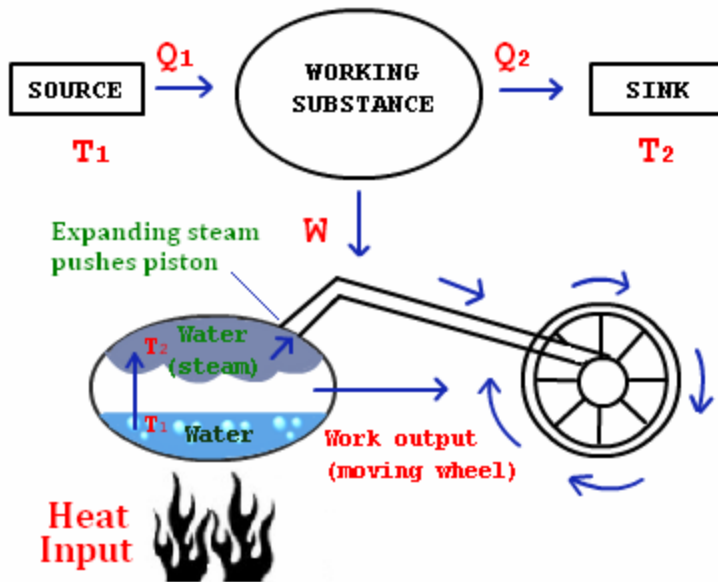


الجزء الرابع Part 4

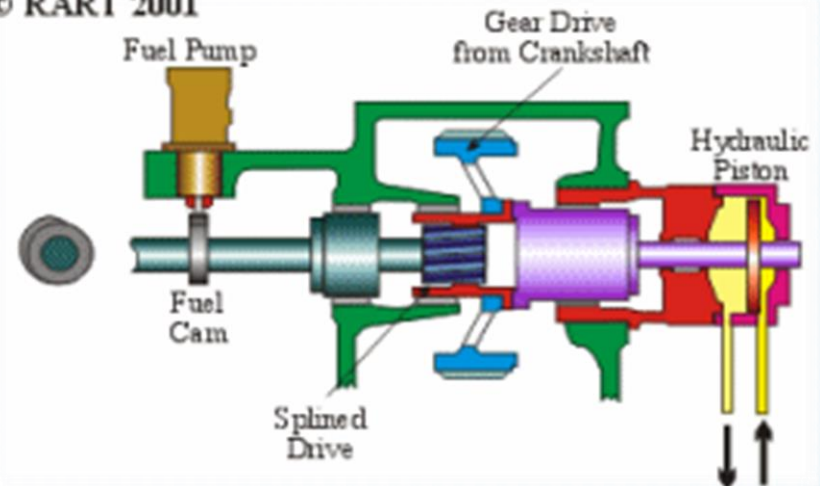
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

القانون الثانى لديناميكا الحرارية SECOND LAW OF THERMODYNAMICS

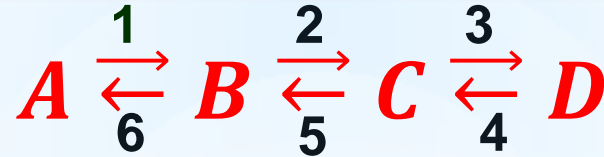
HEAT ENGINE



© RART 2001



العمليات العاكسة Reversible processes والغير عاكسة Irreversible



* The reversible process is the change in the case of a set which, if reversed, returns the group to its initial state - in reverse order - and there is no change in the surrounding medium

* العملية العاكسة هي ذلك التغير في حالة مجموعة والذي اذا تم في الاتجاه العكسي فانه يعود بالمجموعة الى حالتها الاولى - وبترتيب عكسي - ولا يحدث أي تغير بالوسط المحيط

All mechanical movement except those involving friction forces is a reversible process?

* كل حركة ميكانيكية ما عدا تلك التي تشارك فيها قوى الاحتكاك تعتبر عملية عاكسة ؟

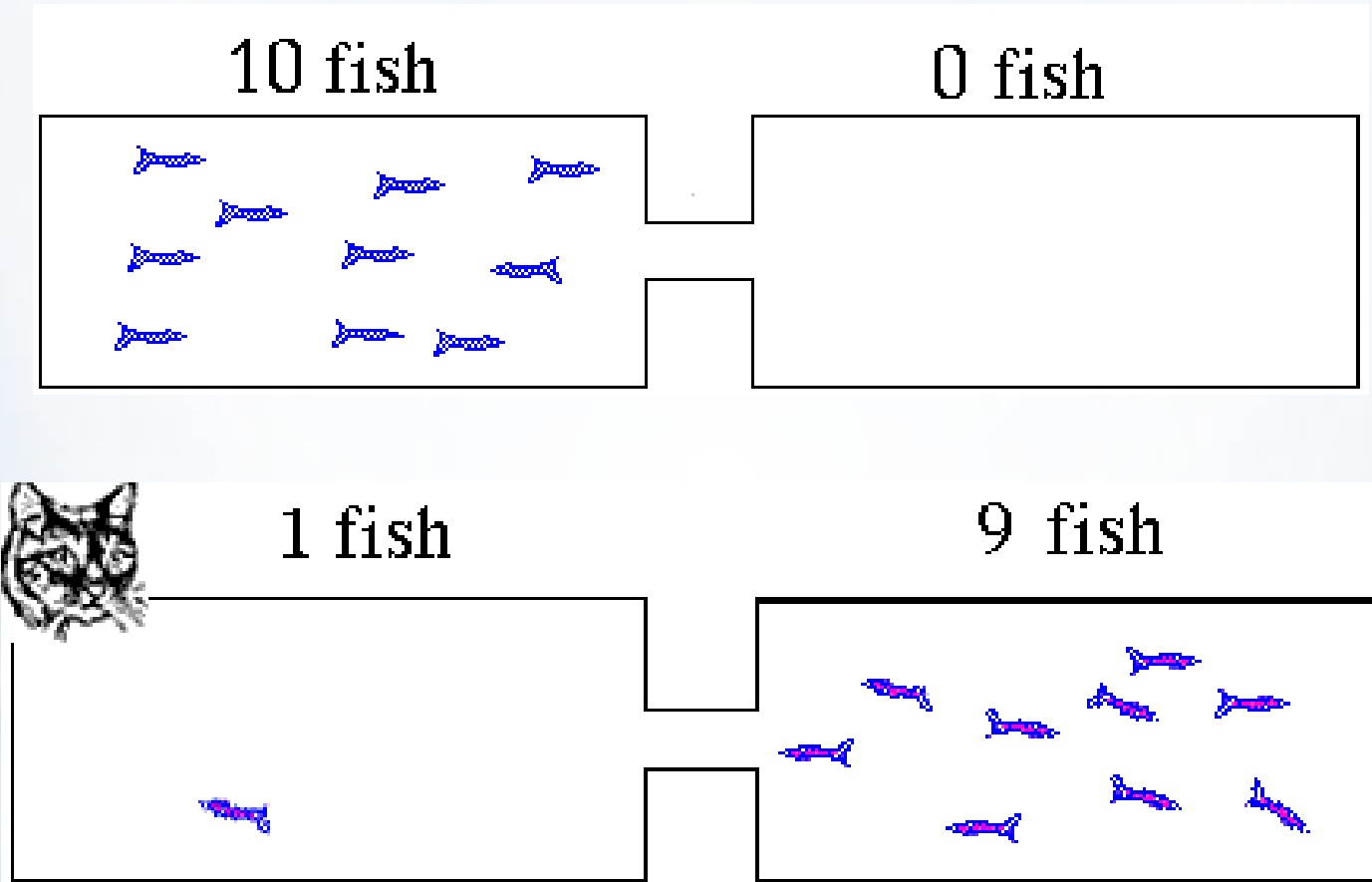
Because the presence of friction forces cause a change in the state of the surrounding environment

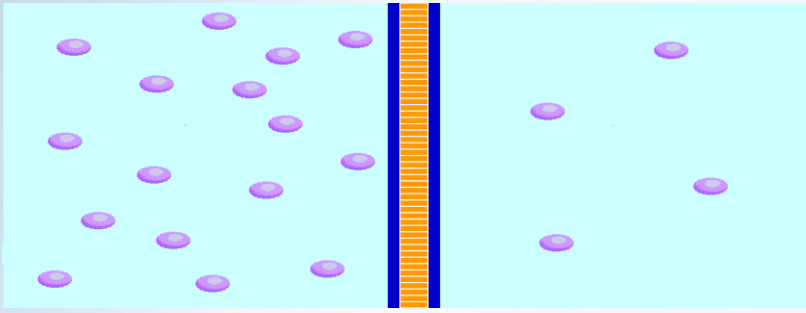
لأن وجود قوى الاحتكاك يسبب تغير في حالة الوسط المحيط

Experiments show that: The state of thermal equilibrium is a predominant condition that: all processes occurring in nature tend to reach thermal stability

تبين التجارب ان: حالة الاتزان الحراري حالة سائدة اي ان جميع العمليات التي تحدث في الطبيعة تميل في النهاية للوصول الى الاستقرار الحراري.

تلامس جسمين لهما درجتى حرارة مختلفة (حالة عدم اتزان) **non-equilibrium** يؤدي
بمرور الوقت الى تساوي درجتى حرارتيهما (حالة اتزان) **Equilibrium state**. ولكن
العملية العكسية (التحول من الاتزان الى عدم الاتزان) لا تتم الا بتدخل خارجي.





وضع غازين مختلفين في وعاء (عدم اتزان) يصل بهما نتيجة الانتشار الى توزيع منتظم تلقائي واختلاط (اتزان) والعمليّة العكسية أي فصل الخليط مستحيلة (بدون تدخل من الخارج)

جميع العمليات التي تحدث في الطبيعة وتصل الى حالة "اتزان" لأي مجموعة جزيئية مكونة من عدد هائل من الجزيئات هي عمليات "غير عاكسة" * التمدد أو الانكماش السريع للغاز (ايزوثيرمي أو ادياباتيك) يعتبر عملية: (عاكسة - غير عاكسة)

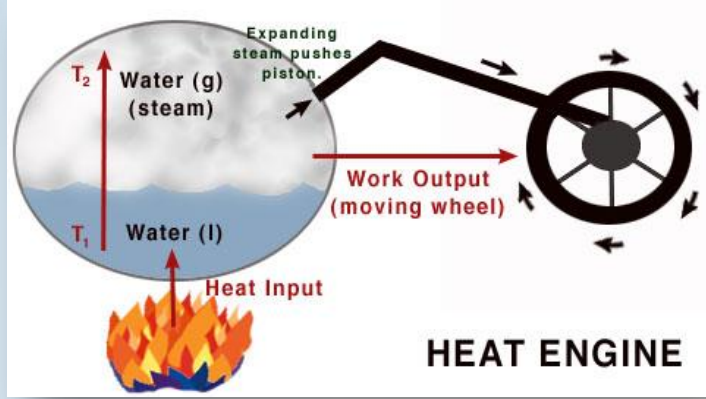
١. لأن الغاز في الطريق الامامي والخلفي سيمر بنفس الحالات الانتقالية بنفس الترتيب
٢. يحدث تغير في حالة الوسط المحيط

عملية استطالة زنبرك وعودته - تمدد غاز في الفراغ - التوصيل الحراري - الانتشار . . . كلها عمليات غير عاكسة

القانون الاول يمكننا من حساب كمية الحرارة المتولدة نتيجة لبذل شغل (تحول الشغل الى حرارة)

سندرس الآن تحول (الحرارة الى شغل ميكانيكي) من خلال القانون الثاني للديناميكا الحرارية

الآلات الحرارية والقانون الثاني للديناميكا الحرارية Heat Engine and Second Law of Thermodynamics



انتقال الحرارة عن طريق التلامس بين جسمين لهما
درجتى حرارة مختلفة لا ينتج عنه شغل ميكانيكي

* إذن يلزم **جسم ثالث** يأخذ الحرارة من الجسم الساخن ويوصلها
للجسم البارد وأثناء ذلك (في السكة) يبذل شغلا ميكانيكيا

* **آلة الحرارة**: جهاز يحول الطاقة الحرارية الى شغل

ميكانيكي وهي تتكون من: **مصدر للحرارة ومبرد ومادة شغل**

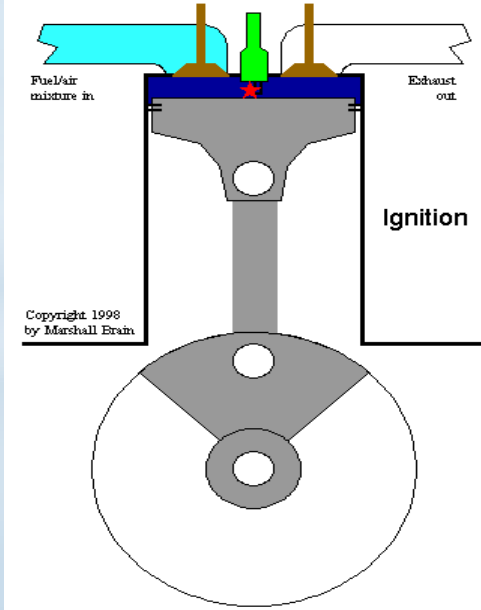
* **مادة الشغل** working substance في حالة الآلات البخارية

هي بخار الماء وفي آلات الاحتراق الداخلي هي خليط من البنزين والهواء

الطريقة الأمثل للحصول على شغل ميكانيكي أثناء انتقال الحرارة من

المصدر الى المستقبل هي ان يتم انتقال الحرارة من المصدر الى مادة الشغل

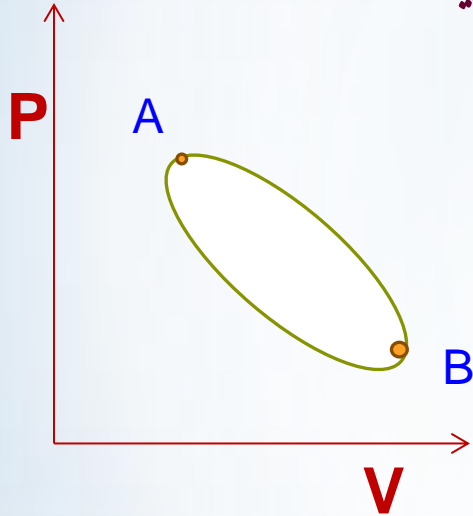
(وانتقال الحرارة من مادة الشغل الى المبرد) بدون فارق بين درجتى حرارتهما ؟



الانتقال مع وجود فارق في درجات الحرارة (مادة الشغل والمصدر او مادة الشغل والمبرد) يحدث توصيل حراري وسيؤدي ذلك الى فقد للطاقة وعدم الاستفادة بها كشغل ميكانيكي .

* أبسط طريقة لدراسة التغيرات التي تحدث لمادة الشغل (لعمل الآلة الحرارية)

هي طريقة التمثيل البياني على منحنى الضغط والحجم (الشكل المقابل)



* كل نقطة على هذا المنحنى تمثل حالة من حالات مادة الشغل . إذا اتمت مادة الشغل دورة كاملة فان التغير في حالتها يمكن تمثيله بمنحنى مغلق **ABA**

المساحة داخل المنحنى تمثل ناتج الشغل **W** وهو في نفس الوقت يعادل كمية الحرارة **Q=W** لأن

التغير في الطاقة الداخلية بعد اتمام دورة = صفر

مبدأ تومسون: "من المستحيل تحقيق عملية دورانية تتحول فيها الحرارة المأخوذة من جسم ساخن

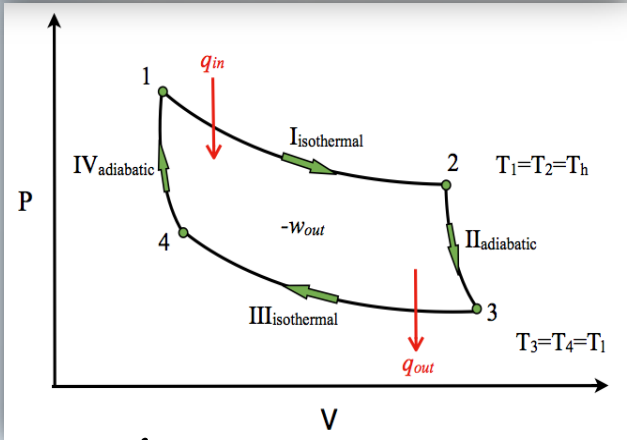
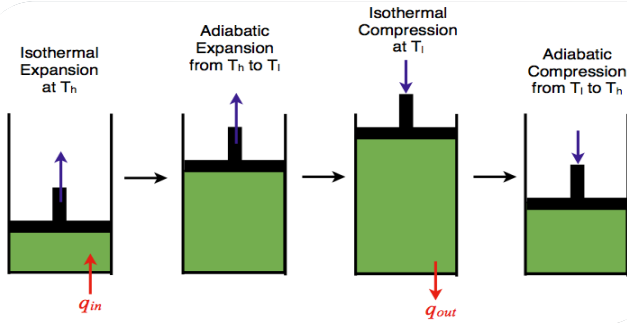
الى شغل ميكانيكي بدون تغير في حالة أي جسم آخر"

الجسم الآخر هو المبرد الذي يستقبل الحرارة من مادة الشغل .

علل: جسم الشغل لا يعاني أي تغير في حالته اثناء عملية تحويل الحرارة الى شغل .

لأنه يعود بعد الدورة الى حالته الاولى

دورة (آلة) كارنوت:



(دورة يتم عن طريقها تحويل الطاقة الحرارية الى شغل ميكانيكي بأفضل طريقة ممكنة بمعنى أن الشغل الناتج أكبر ما يمكن).

سنفرض ان المصدر والمبرد لهما **سعة حرارية كبيرة** بحيث أن درجتي حرارتهما لا تتأثران بأخذ او اعطاء كمية حرارة.

١. نبدأ بمادة الشغل وهي مضغوطة بضغط معين وملامسة للمصدر وبالتالي تتساوي درجتي حرارتهما (النقطة "١" بالشكل)

٢. نسمح لمادة الشغل بالتمدد وهي ملامسة للمصدر

(وتسبب انراحة جسم ما) أي ان **التمدد ايزوثيرمي** (المنحني 1-2) **ويبدل شغلا ميكانيكيا** بأخذ

طاقة من المصدر الذي لن يعاني من أي تغير في درجة حرارته (لسعته الكبيرة)

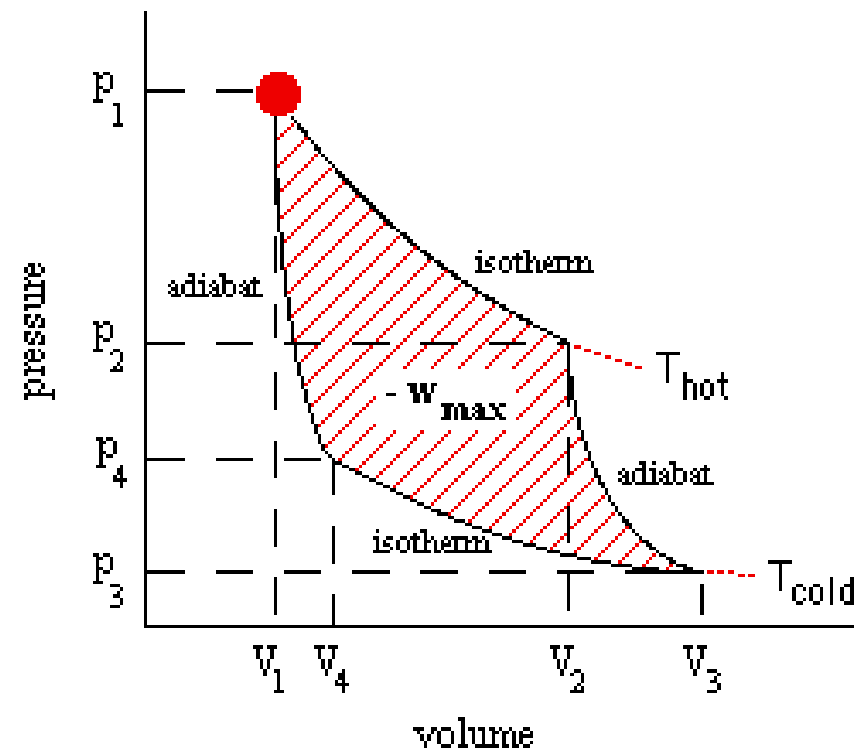
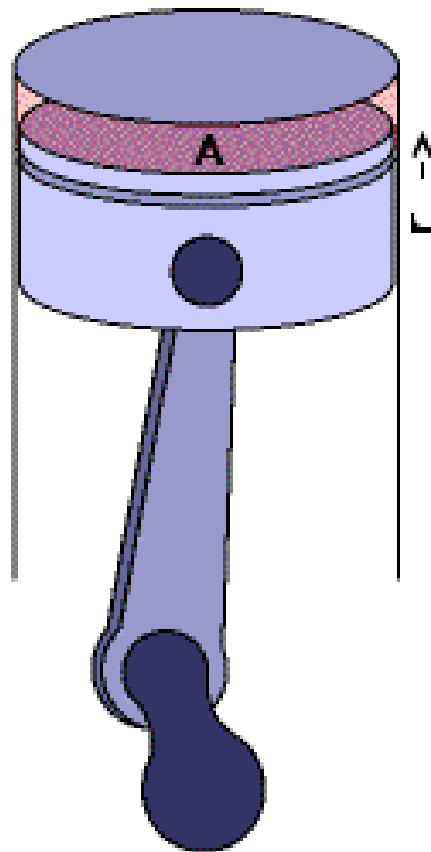
٣. لتبريد مادة الشغل تغزل عن المصدر **وتتمدد ادياباتيكيًا** على حساب طاقتها الداخلية **وتبدل شغلا** حتي

تتساوي مع درجة حرارة المبرد (المنحني 2-3)

٤. نضغط مادة الشغل **ضغطًا ايزوثيرميا** مع ملاستها للمبرد (المنحني 3-4) ثم تغزل مادة الشغل عن المبرد

وتضغط ادياباتيكيًا فترفع درجة حرارتهما (المنحني 4-1)

٥. نكرر ما سبق.



في كل أجزاء الدورة لا يسمح بتلامس جسمين درجتي حرارتهما مختلفة وذلك لاستبعاد حدوث عملية التوصيل الحراري اذن الدورة كلها تعتبر دورة عاكسة تخلو من الاحتكاك

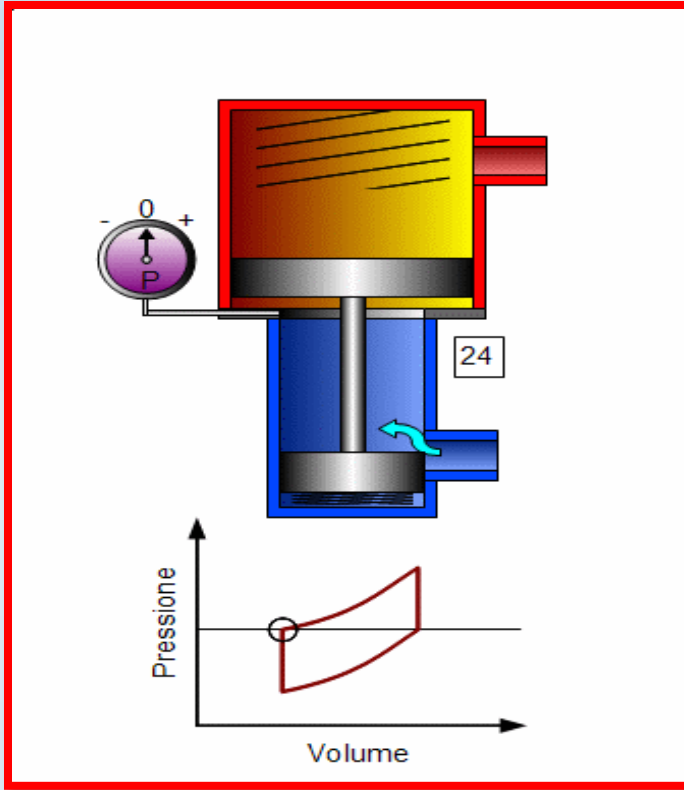
وعلى ذلك فالشغل اثناء الدورة سيكون اكبر ما يمكن بالنسبة لأي دورة أخرى غير عاكسة.

(س) الشغل الذي بذلته مادة الشغل اثناء التمدد (يساوي - أكبر من - اقل من) الشغل الذي بذلته القوى الخارجية عليها اثناء الانضغاط

التساوي يعني أن محصلة الشغل = صفر أي لا يمكن تحويل الحرارة لشغل ميكانيكي تحرك الآلة يدل على أن: مادة الشغل انتجت شغلا أكبر من الشغل الذي بذلناه عليها

(س) الشغل الميكانيكي (يمكن - يستحيل) أن يتحول كلية الى حرارة

الحرارة (يمكن - يستحيل) تحويلها كلية الى شغل



* من معلوماتنا السابقة أن المكافئ الميكانيكي الحراري يربط الطاقة الميكانيكية (الشغل) بالحرارة - لمجرد - مساواة أبعاد (وحدات) الطرفين ، وحدات الشغل "جول" ووحدات كمية الحرارة "السعر"

* حيث ان جزءاً من الحرارة التي أخذتها مادة الشغل ذهب الى المبرد فيستحيل تحويل الحرارة كلية الى شغل .

كفاءة الآلة الحرارية

تعرف كفاءة الآلة الحرارية بأنها :

كمية الشغل الناتج خلال دورة كاملة / كمية الحرارة المأخوذة من المصدر .

$$W_{net\ out} = Q_0 - Q_1$$

$$\eta = \frac{W_{net-out}}{Q_0} = \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} = 1 - \frac{Q_1}{Q_0} = 1 - \frac{T_1}{T_0}$$

حيث Q_0 هي كمية الحرارة التي تأخذها مادة الشغل من المصدر & T_0 درجة حرارة المصدر & Q_1 كمية الحرارة التي توصلها مادة الشغل للمبرد & T_1 درجة حرارة المبرد

* (س) كفاءة آلة حرارية يتم إمدادها بكمية حرارة 2000J فتفقد منهم 500J أثناء الاحتراق

$$= 1 - \frac{5}{20} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} = 0.75$$

علق على القانون التالي:

$$\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_0} = 1 - \frac{T_1}{T_0}$$

لرفع كفاءة أي آلة حرارية يلزم:

١. رفع درجة حرارة المصدر وخفض درجة حرارة المبرد

٢. استبعاد العمليات غير العاكسة لأنها تقلل من الكفاءة

٣. اختيار مادة الشغل لا يؤثر على الكفاءة بل تحدده العوامل الاقتصادية

الدورة الغير عاكسة

إذا كانت الآلة لا تتبع دورة كامرنوت العاكسة ولكن تعمل تبعاً لأي دورة غير عاكسة فإن كفاءتها تكون أقل من كفاءة الآلة التي تعمل تبعاً لدورة كامرنوت العاكسة:

$$\eta < \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

لكن η حسب التعريف تساوي $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$. . . إذن بالنسبة للآلة الغير عاكسة

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

حيث Q_1 كمية الحرارة التي تأخذها مادة الشغل من المصدر (سنعتبرها بإشارة موجبة)، Q_2 كمية الحرارة التي تعطىها مادة الشغل للمبرد (سنعتبرها بإشارة سالبة) إذن:

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} < \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} < 0$$

أو:

هذه العلاقة تميز أي دورة غير عاكسة . . بالتالي العلاقة: $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$ تميز الدورة العاكسة

منطوق القانون الثاني للديناميكا الحرارية

١- تنتقل الحرارة تلقائياً من الجسم الأكثر سخونة إلى الجسم الأقل سخونة وليس بالعكس .

٢- من المستحيل أن نبني آلة حرارية تمتص طاقة حرارية من مستودع حراري وتحولها كلياً إلى شغل ميكانيكي ، وهذا النص يعرف بنص: كلفن بلانك .

٣- من المستحيل بناء مضخة حرارية تعمل بحيث تمتص الحرارة من مستودع حراري ذي درجة حرارة منخفضة وتطردها إلى مستودع ذي درجة حرارة أعلى دون الحاجة إلى بذل شغل ميكانيكي ، وهذا النص يعرف بنص كلاوزيوس .

الكفاءة المثالية معناها أن الطاقة المفقودة إلى المبرد تساوي صفراً $Q_1 = 0$ وبالنسبة $\eta = 100\%$ وهذا مستحيل عملياً.

مثال: الت حرارية، ثم نص 2000 J من الطاقة من المبرد الساخن وتفق 1500 J في المبرد البارد

١. احسب كفاءتها

$$\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_0} = 1 - \frac{1500}{2000} = 0.25, \text{ or } 25\%$$

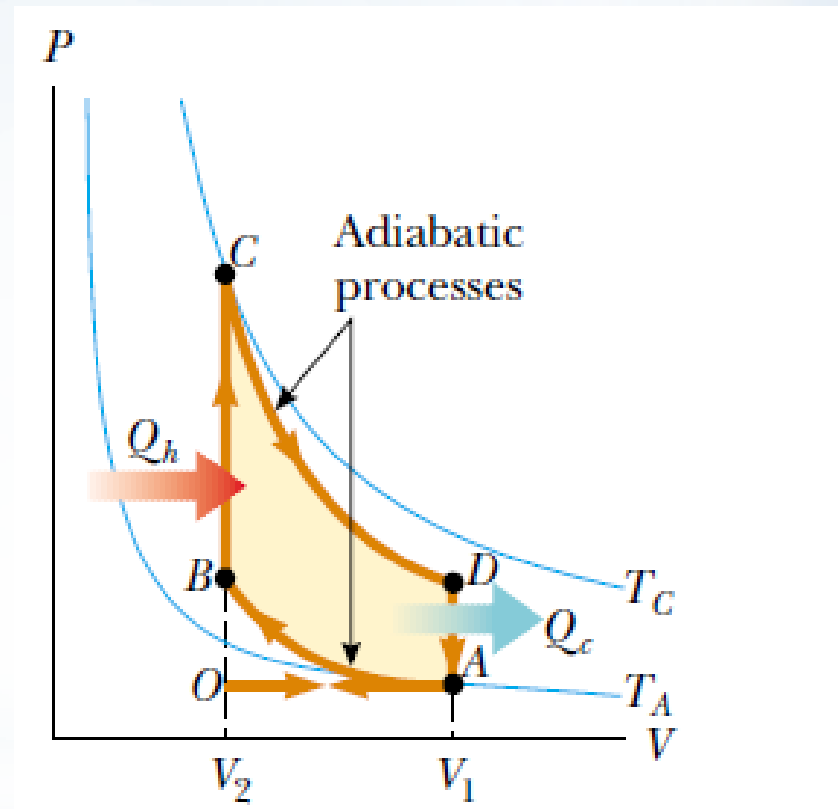
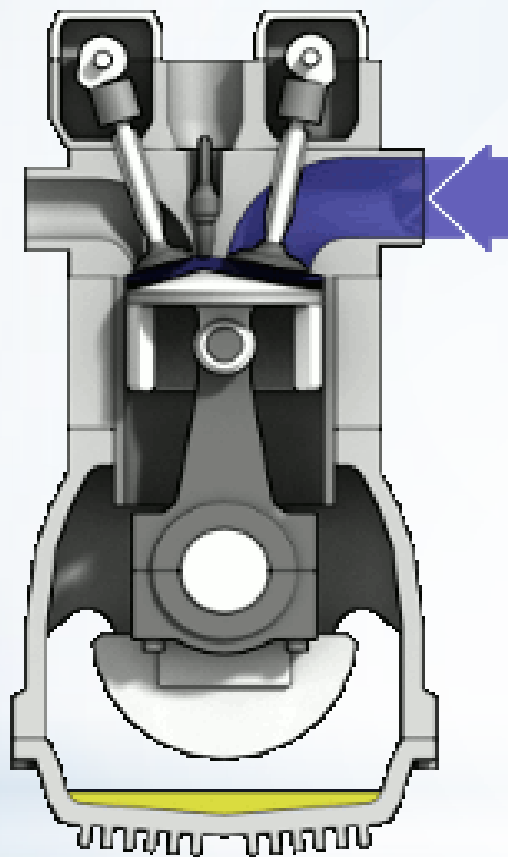
٢. احسب الشغل الذي تبذله هذه الآلة في الدورة الواحدة

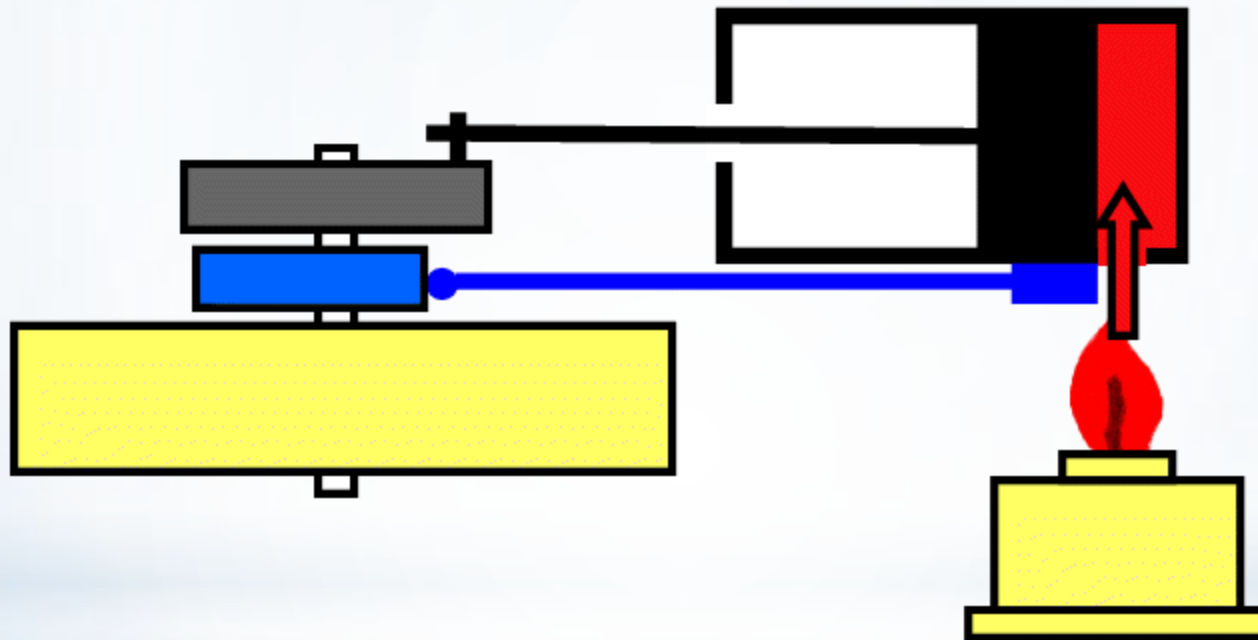
$$W_{\text{net out}} = Q_0 - Q_1 = 2000 - 1500 = 500 \text{ J}$$

مثال: أعلى كفاءة نظرية لآلة ما هي 30% إذا كانت تلك الآلة تستخدم المبرد البارد عند درجة حرارة 300 K فكم تكون درجة حرارة المبرد الساخن؟

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_0} \rightarrow 0.3 = 1 - \frac{300}{T_0} \rightarrow T_0 = \frac{300}{1 - 0.3} = 428.6 \text{ K}$$

1





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

- بين القانون الثاني للديناميكا الحرارية أن هناك انتقال حراري مستمر من الأجسام الساخنة إلى الأجسام الباردة ومن المستحيل أن يحدث العكس (عملية التوصيل الحراري «عملية غير عاكسة»).

- وعلى ذلك فإن الكون يتجه إلى حالة تتساوى فيها حرارة جميع الأجسام وينضب معين الطاقة وتكدر النجوم وتطمس وتنتهي الحياة في الكون وبما أن للكون نهاية فله بداية وليس أنزليا .

سنستكمل الرد من خلال ابواب قادمة

اختار الله سبحانه وتعالى للاسماء الحسنى

(أ) لتعود لحالتها الاصلية تماماً (ب) يتبعه تغير في حالة الوسط (ج) في صورة عملية دورية

(أ) عَاكِسَة (ب) غَيْر عَاكِسَة (ج) شُرُوط مَعِينَة

(أ) عاكسة (ب) غير عاكسة

٥. الآلة الحرارية جهازيحول: (أ) الطاقة الحرارية لشغل (ب) الشغل لحرارة (ج) أ & ب

٦. مادة الشغل في الآلة الحرارية اما ان تكون: (أ) بخار ماء (ب) بنزين وهواء (ج) سولامر

٧. عندما تكمل مادة الشغل دورة كاملة ممثلة بمنحنى مغلق فان :

$$U = -W_{(ج)} \quad Q = W_{(ب)} \quad Q = U + W_{(أ)}$$

٨. يتم ضغط مادة الشغل في البداية لقيمة معينة وذلك للحصول على :
(أ) ضغط (ب) درجة حرارة (ج) حجم معينة

٩. تتمدد مادة الشغل . . وهي ملاصقة للمصدر الساخن: (أ) ايزوثيرميا (ب) ادياباتيكيا (ج) ايزوكوريا

١٠. عند ملاصقة مادة الشغل للمبرد تضغط: (أ) ايزوثيرميا (ب) ادياباتيكيا (ج) ايزوكوريا
ثم تغزل عن المبرد وتضغط: (أ) ايزوثيرميا (ب) ادياباتيكيا (ج) ايزوكوريا

١١. الشغل الذي بذلته مادة الشغل أثناء التمدد: (أ) أقل من (ب) اكبر من (ج) يساوي
. الشغل الذي بذلته القوى الخارجية عليها أثناء الانضغاط

١٢. الشغل الميكانيكي: (أ) يمكن (ب) يستحيل . . . ان يتحول كلية الى حرارة

١٣. الحرارة: (أ) يمكن (ب) يستحيل . . . تحويلها كلية الى شغل

١٤. دورة كارنوت تمثل دورة حرارية: (أ) نظرية (ب) عملية (ج) مثالية

حلل:

١. التمدد والانكماش السريع للغاز ايزوثيرميا يعتبر عملية غير عاكسة
٢. التمدد والانكماش السريع للغاز ادياباتيكا يعتبر عملية غير عاكسة
٣. حالة الاثران النابجة عن عدم الاثران عملية غير عاكسة
٤. انتقال الحرارة عن طريق التلامس بين جسمين مختلفي درجة الحرارة لا ينتج عنه شغل ميكانيكي
٥. تنتقل الحرارة من المصدر لمادة الشغل بدون فارق بين درجتي حرارتهما
٦. مادة الشغل لا تعاني اي تغير في حالتها بعد تحول الحرارة لشغل
٧. المصدر في آلة كارنوت لن يعاني من اي تغير في درجة حرارته علي الرغم من سحب حرارة منه
٨. مادة الشغل تعزل عن المصدر وتتمدد ادياباتيكا

حلل: الحل الثاني:

$$(1) \eta = \frac{W_{net-out}}{Q_0}$$

$$(2) \eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_0} = 1 - \frac{T_1}{T_0}$$