# الأسئلة

جامعة بنها
كلية الفنون التطبيقية
الفرقة الثانية
قسم المنتجات المعدنية والحلي

امتحان دور يناير 2016
مادة: طبيعة
كود المادة (2502)
الزمن: ساعتان

أجب عن الأسئلة الآتية

1. يجب أن يتوفر في الآلة الحرارية ثلاثة أجزاء أساسية: مصدر حراري – مبرد – مادة الشغل. وضح مع الرسم دور كل منهم في عملية تحويل الطاقة الحرارية إلـــي طاقـــة ميكانيكية. [15]

---

2. أثناء التغير الأديباتيكى يكون الغاز معزولا عن الوسط المحيط بحيث لا يأخذ ولا يعطى الوسط المحيط أي كمية حرارة. استعن بهذه العبارة واستنتج قانون التغير الاديبـــاتيكي للغاز المثالي. [15]

---

3. عرف العملية العاكسة والغير عاكسة (مع ذكر مثالاً واحداً لكل منهما). [15]

د. ضياء حمزة

**نموذج إجابة**

**كلية الفنون التطبيقية**

**الفرقة الثانية (قسم المنتجات المعدنية والحلي)**

**مادة: الديناميكا الحرارية**

**د./ صلاح عيد ابراهيم حمزة**

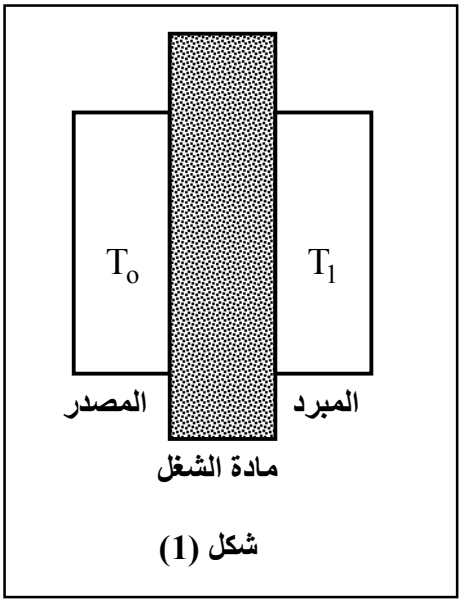
**تاريخ الامتحان الأربعاء 2016/01/13**

---

**1. يجب أن يتوفر في الآلة الحرارية ثلاثة أجزاء أساسية: مصدر حراري – مبـرد – مـادة الشغل. وضح مع الرسم دور كل منهم في عملية تحويـل الطاقـة الحراريـة إلـي طاقـة ميكانيكية.**

---------- **Solution** ----------

لتحويل الحرارة إلي شغل ميكانيكي يلزم نزع كمية حرارة من أي جسم ساخن. هذا يمكـن أن يتم إذا جعلنا هذا الجسم يلامس جسم آخر له درجة حرارة أقل. ونتيجة للتوصـيل الحـراري ستنتقل الحرارة من جسم لآخر وفى النهاية تتساوى درجة حرارتهما. ولكن عملية التوصـيل الحراري لن تكون مصحوبة بشغل ميكانيكي لأنه لن يحدث انتقال للأجسام أثناء العمليـة. أي أن انتقال الحرارة عن طريق التلامس بين جسمين لهما درجتي حرارة مختلفة لا ينـتج عنـه شغل ميكانيكي. إذن يلزم جسم ثالث يأخذ الحرارة من الجسم الساخن ويوصلها إلـي الجـسم البارد وأثناء ذلك يبذل شغلا ميكانيكيا كما في شكل (1). لقد أصطلح العلمـاء علـى تـسمية الجسم الساخن **بالمصدر** والجسم البارد **بالمبرد** والجسم الثالث **مادة الشغل**.

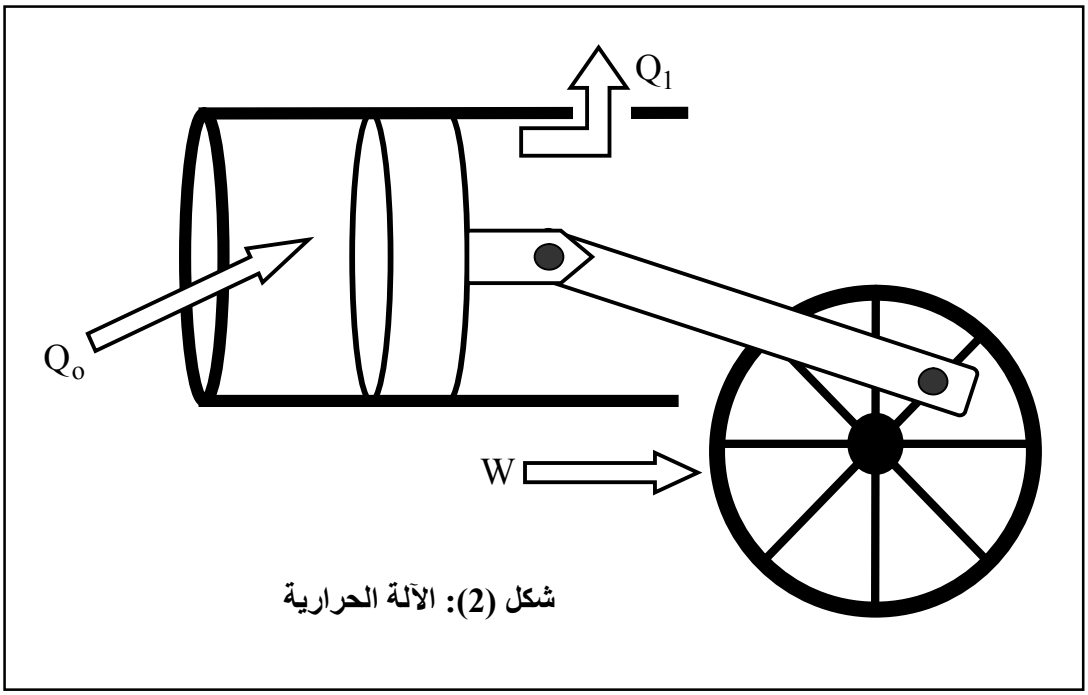


شكل (1)

ولما كانت عملية نزع الحرارة من جسم عن طريق ملامسته لجسم آخر درجة حرارته أقل لا ينتج عنها شغل ميكانيكي إذن أفضل طريقة للحصول على شغل ميكانيكي أثناء انتقال الحرارة من المصدر إلى المبرد هي أن يتم انتقال الحرارة من المصدر إلي مادة الشغل ثم انتقال الحرارة من مادة الشغل إلي المبرد بدون فارق بين درجتي حرارتهما. معنى ذلك أنه عندما تأخذ مادة الشغل الحرارة من المصدر يجب أن تكون درجتا حرارتهما متساوية وكذلك عندما تنقل مادة الشغل الحرارة إلى المبرد يجب أن تكون درجتا حرارتهما متساوية. إذا لم يتحقق ذلك فإن التوصيل الحراري سيؤدى الى فقد للطاقة وعدم الاستفادة بها كشغل ميكانيكي.

والآلة الحرارية هي آلة تعمل على تحويل الحرارة إلى شغل ميكانيكي وتتكون من اسطوانة معزولة الجوانب (ما عدا قاعدتها) ولها مكبس حر الحركة كما في شكل (2). ويوجد بداخل الاسطوانة مادة الشغل والتي يمكنها أن تمتص أو تطرد حرارة. وتقوم مادة الشغل بعمل شغل وذلك بتمددها وتغير حجمها. فإذا فرضنا أن الآلة بدأت عملها عند درجة الحرارة العظمى فإن درجة الحرارة تنخفض بالتدريج نتيجة لتمدد مادة الشغل حتى تصل إلى درجة الحرارة الصغرى، ثم ترتفع ثانية نتيجة لانكماش مادة الشغل حتى تصل إلى درجة الحرارة العظمى وتعود مادة الشغل إلى حالتها الابتدائية. وعندئذ يقال أن الغاز قد أتم دورة كاملة، وخلال تلك الدورة، يكون الغاز قد حصل على كمية من الحرارة $Q_o$ من المصدر وأعطى كمية حرارة $Q_1$ إلي المبرد.ونتيجة لامتصاص كمية الحرارة فإن الغاز يتمدد ويتحرك

بالتبعية المكبس ويكون متصلا بذراع توصيل فيتحرك بالتبعية ذراع التوصيل نـــاقلا الحركـــة إلى الأجزاء المراد حركتها.




**شكل (2): الآلة الحرارية**

**2. أثناء التغير الأديباتيكى يكون الغاز معزولا عن الوسط المحيط بحيث لا يأخـذ ولا يعطـى الوسط المحيط أي كمية حرارة. استعن بهذه العبارة واستنتج قانون التغير الاديباتيكي للغـاز المثالي..**

**---------- Solution ----------**

أثناء التغير الأديباتيكى يكون الغاز معزولا عن الوسط المحيط بحيـث لا يأخـذ ولا يعطـى الوسط المحيط أي كمية حرارة أي أن $dQ = 0$. ومن القـانون الأول للـديناميكا الحراريـة نحصل على $dQ = C_V dT + PdV$

$$-PdV = C_V dT \quad (= dU) \tag{36}$$

أي أن الشغل المبذول يقابلة تغير في الطاقة الداخلية للغاز. الإشارة السالبة تعنى أنـه بزيـادة الحجم (تمدد) تنخفض درجة حرارة الغاز وبتقليل الحجم (انكماش) ترتفع درجة الحرارة.

**لنحاول إيجاد قانون التغير الأديباتيكى:**

$$\because\ dQ = 0$$

$$\therefore\ C_V\, dT + PdV = 0 \tag{37}$$

لنتخلص من $dT$ بالتفاضل الكلى للقانون العام:

$$\because\ PV = RT$$

$$\therefore\ P\,dV + V\,dP = R\,dT$$

$$dT = \frac{PdV + VdP}{R} \tag{38}$$

بالتعويض في العلاقة (37):

$$C_V\left[\frac{PdV + VdP}{R}\right] + PdV = 0$$

$$C_V[PdV + VdP] + R\,PdV = 0$$

ولكن $R = C_P - C_V$

$$C_V[PdV + VdP] + (C_P - C_V)\,PdV = 0$$

$$\therefore C_V\,VdP + C_P\,PdV = 0 \qquad (39)$$

بقسمة طرفي المعادلة السابقة على $C_V\,VP$ نحصل على:

$$\frac{dP}{P} + \frac{C_P}{C_V}\frac{dV}{V} = 0$$

$$\because \gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

$$\therefore \frac{dP}{P} + \gamma\frac{dV}{V} = 0 \qquad (40)$$

بتكامل طرفي العلاقة العليا نحصل على

$$\int\frac{dP}{P} + \gamma\int\frac{dV}{V} = 0$$

$$\ln P + \gamma \ln V = \text{const.}$$

$$\ln PV^{\gamma} = \text{const.}$$

أي أن الحجم والضغط أثناء التغير الأديباتيكى يخضعان للعلاقة

$$PV^{\gamma} = \text{const.} \qquad (41)$$

بالأخذ في الاعتبار القانون العام $PV = RT$ فإنه ليس من الصعب استنتاج العلاقـــات التـــي تربط المتغيرات الأخرى أثناء التغير الأديباتيكى وهى:

$$TV^{\gamma-1} = \text{const.} \qquad (42)$$

$$T^{\gamma}\,P^{1-\gamma} = \text{const.} \qquad (43)$$

**3 عرف العملية العاكسة والغير عاكسة (مع ذكر مثالاً واحداً لكل منهما)..**

---------- Solution ----------

جميع العمليات التي تحدث لأي مجموعة يمكن تقسيمها إلي نوعين الأول يعرف بالعمليات العاكسة والثاني يعرف بالعمليات الغير عاكسة. لتوضيح ذلك سندرس أولا العمليات التي توصل المجموعة إلي حالة الاتزان وهى كما سنرى عمليات غير عاكسة.

**العملية الغير عاكسة:** إذا وجدت مجموعة عند حالة اتزان حراري ثم أبعدت عنها وتركت لذاتها فإن التجربة تبين أن المجموعة ستعود تلقائيا لحالة الاتزان الحراري. ولكن إذا ما وصلت المجموعة لحالة الاتزان فإنها ستبقى فيها محافظة عليها طالما لم تؤثر عليها أي قوى خارجية. أي أن عملية رجوع المجموعة من حالة الاتزان إلي حالة عدم الاتزان لا تتم تلقائيا. لنوضح العملية الغير عاكسة بالأمثلة الآتية:

- عند تلامس جسمين لهما درجتي حرارة مختلفة (حالة عدم اتزان) نجد أن درجتي حرارتهما تتساوى بمرور الوقت تلقائيا (أي يصلان لحالة الاتزان). ولكن العملية العكسية لا تتم إلا إذا تدخلت قوى خارجية.
- الغاز تلقائيا يتوزع توزيعا منتظما داخل الوعاء المحتوى عليه وهذه هي حالة الاتزان. ولكن يستحيل على الغاز من تلقاء نفسه أن يتجمع في جزء من الوعاء أكثر من الأجزاء الأخرى.

**العملية العاكسة** هي ذلك التغير في حالة المجموعة الذي إذا تم في الاتجاه العكسي فإنه يعود بالمجموعة إلى حالتها الأولى مار بنفس الحالات التي مرت بها المجموعة أثناء التغير في الاتجاه الأمامي ولكن بترتيب عكسي وأثناء ذلك لا يحدث أي تغير في حالة الوسط المحيط بالمجموعة. مثل العمليات الميكانيكية التي لا يشارك فيها الاحتكاك