الأسئلة

جامعة بنها
كلية الفنون التطبيقية
الفرقة الثانية
قسم الغزل والنسيج

امتحان دور يناير ٢٠١٧
مادة: طبيعة
كود المادة (٢٥٠٢)
الزمن: ساعتان

أجب عن الأسئلة الآتية

١. أثبتت التجارب المختلفة أن كمية الحرارة **Q** هي احدي صور الطاقة وبالتالي يمكن تحويلها طبقا لقانون حفظ الطاقة إلي أي صورة أخري من صور الطاقة. في إطار هذه العبارة وضح كيف يمكن للغاز أن يبذل شغلا ميكانيكيا ضد القوي الخارجية مع استنتاج قانون هذا الشغل.

---

٢. 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 الاديباتيكي للغاز المثالي.

---

٣. غازان أحدهما له الخواص (P_1, V_1, T_1) والآخر له الخواص (P_2, V_2, T_2) أستنتج معادلة للضغط **P** عندما نجمع كلا الغازين في حجم قدرة **V** عند درجة حرارة **T**.

د . صـــــــلاح حمـزة

نموذج إجابة

كلية الفنون التطبيقية

الفرقة الثانية (قسم الغزل والنسيج) (تخلف)

مادة: الديناميكا الحرارية

د./ صلاح عيد ابراهيم حمزة

تاريخ الامتحان الخميس ٢٠١٧/٠١/١٢

---

١. **أثبتت التجارب المختلفة أن كمية الحرارة Q هي احدي صور الطاقة وبالتالي يمكن تحويلها طبقا لقانون حفظ الطاقة إلي أي صورة أخري من صور الطاقة. في إطار هذه العبارة وضح كيف يمكن للغاز أن يبذل شغلا ميكانيكيا ضد القوي الخارجية مع استنتاج قانون هذا الشغل.**

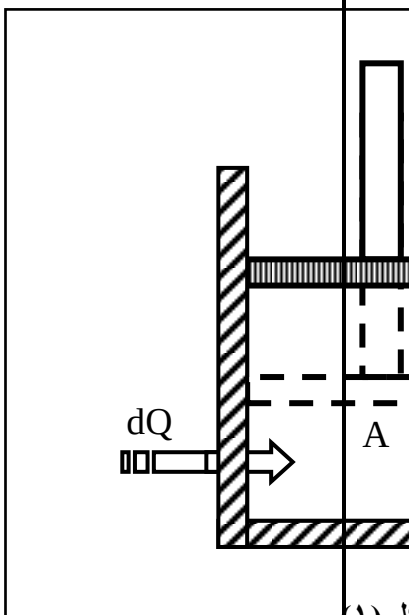
---------- **Solution** ----------

أثبتت التجارب المختلفة أن كمية الحرارة Q هي إحدى صور الطاقة وبالتالي يمكن تحويلها طبقا لقانون حفظ الطاقة إلي أي صورة أخرى من صور الطاقة. وتقاس كمية الحرارة Q **بالسعر (Calorie) وهو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة واحدة من** $14.5\ ^{o}C$ **إلي** $15.5\ ^{o}C$. ولما كانت وحدة قياس الطاقة بصفة عامة هي الجول أو الإرج كان لابد من إيجاد العلاقة بينها وبين وحدة قياس الطاقة الحرارية أي السعر. وقد توصل العالم جول إلى هذه العلاقة والتي تنص على أنه "إذا تحولت كمية من الحرارة إلي شغل أو تحولت كمية من الشغل إلي حرارة فإن النسبة بين الشغل المبذول إلي كمية الحرارة المقابلة هي نسبة ثابتة تعرف بالمكافئ الميكانيكي الحراري أو مكافئ جول J"

$$1\,\mathrm{Cal} = 4.18\ \ \mathrm{J} \qquad (7)$$

ومن الجدير بالذكر أن كمية الحرارة Q تحدد مقدار الطاقة التي يكتسبها أو يفقدها الغاز أثناء تغيره من حالة إلي أخرى.

في كثير من التطبيقات العملية للديناميكا الحرارية يبذل الغاز شغلا ميكانيكيا ضد بعض أنواع القوى الخارجية لذلك فإنه من الضروري معرفة العلاقة التي تربط مقدار الشغل المبذول بواسطة نظام ما بالتغير الناشئ في بارامترات الحالة الرئيسية. ولإيجاد هذه العلاقة نفترض وجود كمية من غاز معين في اسطوانة معزولة عزلا حراريا من السطح الجانبي لها وبها مكبس سهل الحركة بدون احتكاك كما في شكل (١). ونفرض أنه في حالة الاتزان الابتدائية كان حجم الغاز V وضغطه P، فإذا أعطى الغاز كمية من الحرارة Q فإنه سوف يتمدد ويدفع المكبس مسافة dx يعود بعدها الغاز إلي حالة الاتزان مرة أخري ويثبت المكبس



ل (١)

عند هذا الوضع. ويكون الشغل المبذول بواسطة الغاز dW في تحريك المكبس لأعلى مسافة dx مساويا:

$$\begin{aligned} dW &= F\,dx \\ &= PA\,dx \\ &= P\,dV \end{aligned} \qquad (٨)$$

حيث A مساحة مقطع المكبس. وفى حالة تحريك المكبس مسافة كبيرة فإن قيمة الشغل المبذول بواسطة الغاز W

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P\, dV \qquad (9)$$

حيث V_1, V_2 هما الحجم الابتدائي والنهائي للغاز على الترتيب. ولإجراء هذا التكامل لابد من معرفة كيفية تغير ضغط الغاز أثناء تغير حجمه من V_1 إلي V_2 أي معرفة الضغط كدالة في حجم الغاز $P = f(V)$

٢. 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 الاديباتيكي للغاز المثالي

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

أثناء التغير الأديباتيكى يكون الغاز معزولا عن الوسط المحيط بحيث لا يأخذ ولا يعطى الوسط المحيط أي كمية حرارة أي أن $dQ = 0$. ومن القانون الأول للديناميكا الحرارية $dQ = C_V dT + PdV$ نحصل على

$$-PdV = C_V dT \ (= dU) \qquad (36)$$

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

لنحاول إيجاد قانون التغير الأديباتيكى:

$$\because\ dQ = 0$$

$$\therefore\ C_V\, dT + PdV = 0 \qquad (37)$$

لنتخلص من dT بالتفاضل الكلى للقانون العام:

$$\because\ PV = RT$$

$$\therefore\ PdV + VdP = RdT$$

$$dT = \frac{PdV + VdP}{R} \qquad (38)$$

بالتعويض في العلاقة (٣٧):

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

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

ولكن $R = C_P - C_V$

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

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

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

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

$$\ln P + \gamma \ln V = const.$$

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

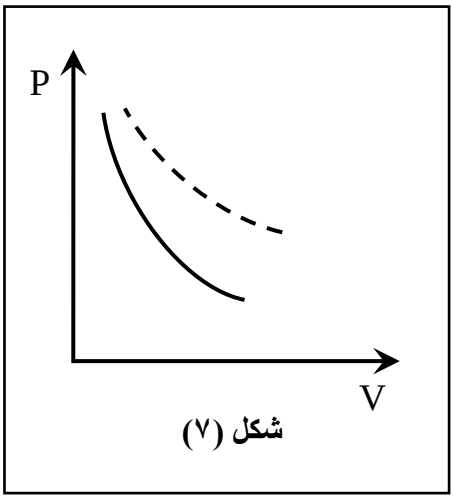
أي أن الحجم والضغط أثناء التغير الأديباتيكى يخضعان للعلاقة

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

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

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

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



شكل (٧)

في الشكل المقابل المنحنى المتقطع يمثل التغير الأيزوثيرمى $(T = \text{const.})$ والمنحنى المتصل يمثل التغير الأديباتيكى $(Q = \text{const.})$. واضح أن ميل المنحنيات الأديباتيكية أكبر من ميل المنحنيات الأيزوثيرمية.

٣. غازان أحدهما له الخواص (P_1, V_1, T_1) والآخر له الخواص (P_2, V_2, T_2) أستنتج معادلة للضغط P عندما نجمع كلا الغازين في حجم قدرة V عند درجة حرارة T.

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

$$n = n_1 + n_2$$

$$\frac{PV}{RT} = \frac{P_1V_1}{RT_1} + \frac{P_2V_2}{RT_2}$$

$$P = \frac{T}{V}\left[\frac{P_1V_1}{T_1} + \frac{P_2V_2}{T_2}\right]$$