الأسئلة

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

جامعة بنها
كلية الفنون التطبيقية
الفرقة الثانية
قسم الغزل والنسيج

<u>أجب عن الأسئلة الآتية</u>

1. أكتب فكرة مبسطة عن الطاقة الداخلية U للغاز المثالي وعلاقتها بدرجة الحرارة مع كتابة القانون المستخدم لحسابها. [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 الاديباتيكي للغاز المثالي. [15]

----

3. 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. [15]

د. صلاح حمزة

نموذج إجابة

كلية الفنون التطبيقية

الفرقة الثانية (قسم الغزل والنسيج)

مادة: الديناميكا الحرارية

د./ صلاح عيد ابراهيم حمزة

تاريخ الامتحان الأربعاء 2016/01/13

---

1. أكتب فكرة مبسطة عن الطاقة الداخلية U للغاز المثالي وعلاقتها بدرجة الحرارة مع كتابة القانون المستخدم لحسابها.

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

تناقش الديناميكا الحرارية سلوك مجموعة محددة من الجزيئات تسمى بالنظام الثرموديناميكى. ولوصف هذا النظام تستخدم كميات فيزيائية معينة لتعبر عن الخواص الماكروسكوبية للنظام وتسمى هذه الكميات ببارامترات الحالة. ويعتبر الضغط P والحجم V ودرجة الحرارة T بارامترات رئيسية لأي نظام ثرموديناميكى لأن معرفتها تعنى أن حالة النظام أصبحت محددة بالكامل. هناك أيضا بعض الكميات الفيزيائية الأخرى التي يمكن استخدامها لوصف النظام تسمى بالبارامترات المشتقة مثل الطاقة الداخلية U.

تعرف الطاقة الداخلية للغاز على أنها مجموع طاقة الحركة والوضع لجزيئات الغاز. لذلك فإن الطاقة الداخلية تعتمد فقط على بارامترات الحالة للغاز وبالتالي يمكن التعبير عنها بدلالة أي اثنين من البارامترات الأساسية (P, V, T) أي يمكن كتابتها في إحدى الصور الآتية:

$$
\begin{aligned}
U &= f(P,V) \\
U &= f(V,T) \qquad (1) \\
U &= f(P,T)
\end{aligned}
$$

لقد توصلنا من قبل إلى أن متوسط طاقة الحركة لجزيئات الغاز المثالي تعطى بالعلاقة

$$\frac{1}{2}m\,\overline{c^2} = \frac{3}{2}\,KT \qquad (2)$$

هذه العلاقة صحيحة فقط إذا كانت الجزيئات وحيدة الذرة وتقوم بحركة انتقالية فقط. لنفــرض أن الغاز أحادى الذرة ويحتوى على عدد N من الجزيئات إذن الطاقة الداخلية لجميع جزيئاتـــه تساوى

$$U = \frac{3}{2}N\,KT \qquad (3)$$

وإذا كانت كتلة الغاز تساوى واحد جرام جزئ فإن طاقته الداخلية تعطى بالعلاقة:

$$U = \frac{3}{2}N_o\;KT = \frac{3}{2}\,RT \qquad (4)$$

من المعادلة السابقة يمكن تعريف **درجة الحرارة على أنها مقياس للطاقة الداخلية للغــاز**. كما نلاحظ أيضا أن الطاقة الداخلية تعتمد فقط على درجة الحرارة ولا تعتمــد علـــى الحجــم أو الضغط. إذن لتغيير درجة حرارة الغاز يجب تغيير طاقته الداخلية. ويصاحب انتقال الغاز من حالة اتزان إلى حالة اتزان أخرى تغير في الطاقة الداخلية له يعطـــى بـــالفرق بـــين الطاقـــة الداخلية عند حالة الاتزان النهائية وحالة الاتزان الابتدائية أي أن:

$$\Delta U = U_2 - U_1 \qquad (5)$$

وفى حالة العمليات الدائرية فإن التغير الكلى لطاقة الغاز الداخلية يكون مساويا للصفر

$$\oint dU = 0 \qquad (6)$$

ولذلك فإن التغير في الطاقة الداخلية للغاز المثالي يتوقف على درجة حرارة الغـــاز الابتدائيـــة ودرجته النهائية ولا يعتمد على المسار الذي يتخذه الغاز أثناء إجراء العملية الحرارية. أي أن ***الطاقة الداخلية دالة في حالة الغاز*** بمعنى أنها لا تعتمد على الطريقة التي وصل بها الغاز إلى حالته الموجود بها.

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 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 (37):

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

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

ولكن $R = C_P - C_V$

$$C_V\left[P\,dV + V dP\right] + (C_P - C_V)\ P\,dV = 0$$

$$\therefore C_V\ V\,dP + C_P\ P\,dV = 0 \tag{39}$$

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

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

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

$$\therefore\ \frac{dP}{P} + \gamma\,\frac{dV}{V} = 0 \tag{40}$$

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

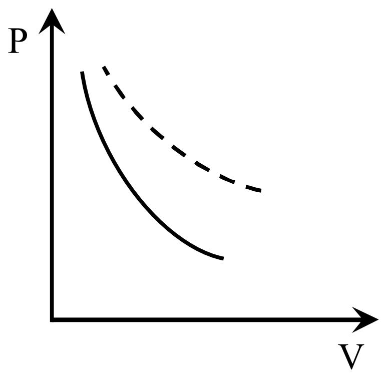
$$PV^{\gamma} = \text{const.} \tag{41}$$

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

$$TV^{\gamma-1} = \text{const.} \tag{42}$$

$$T^{\gamma}\ P^{1-\gamma} = \text{const.} \tag{43}$$

في الشكل المقابل المنحنى المتقطع يمثل التغيــر الأيزوثيرمى $(T = const.)$ والمنحنى المتصل يمثل التغير الأديباتيكى $(Q = const.)$. واضح أن ميل المنحنيات الأديباتيكية أكبر مـــن ميـــل المنحنيات الأيزوثيرمية.



شكل (7)

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

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

$$n = n_1 + n_2$$

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

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