الأسئلة

جامعة بنها
كلية الفنون التطبيقية
الفرقة الثانية
قسم الملابس الجاهزة

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

أجب عن الأسئلة الآتية

1. تكلم في سطور عن عدد درجات الحرية للغاز المثالي ذات الجزيء أحادي وثنائي الذرة مع الاستعانة بالرسم. [15]

---

2. 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]

---

3. استنتج مع الرسم المعادلة المستخدمة لحساب الشغل المبذول عندما يتمدد غاز محبوس داخل مكبس. [15]

د. ضياء حمزة

نموذج إجابة

كلية الفنون التطبيقية

الفرقة الثانية (قسم الملابس الجاهزة)

مادة: الديناميكا الحرارية

د./ صلاح عيد ابراهيم حمزة

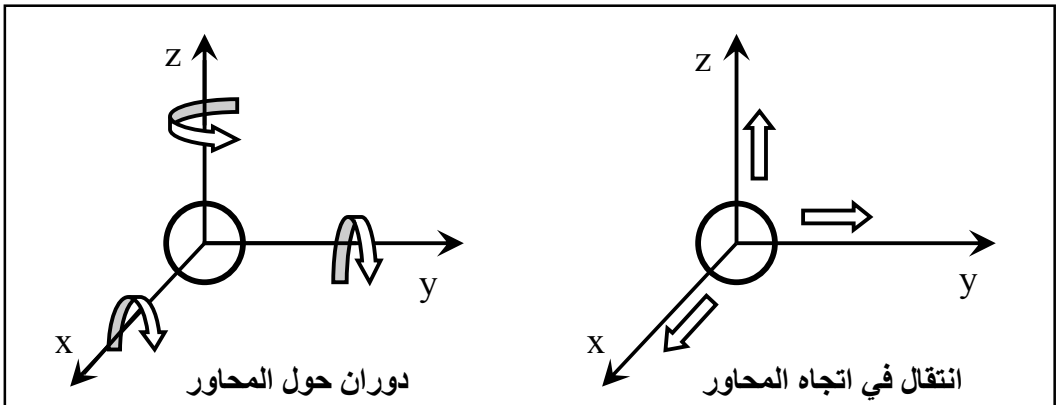
تاريخ الامتحان الأربعاء 2016/01/13

---

1. تكلم في سطور عن عدد درجات الحرية للغاز المثالي ذات الجزيء أحادي وثنائي الـــذرة مع الاستعانة بالرسم.

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

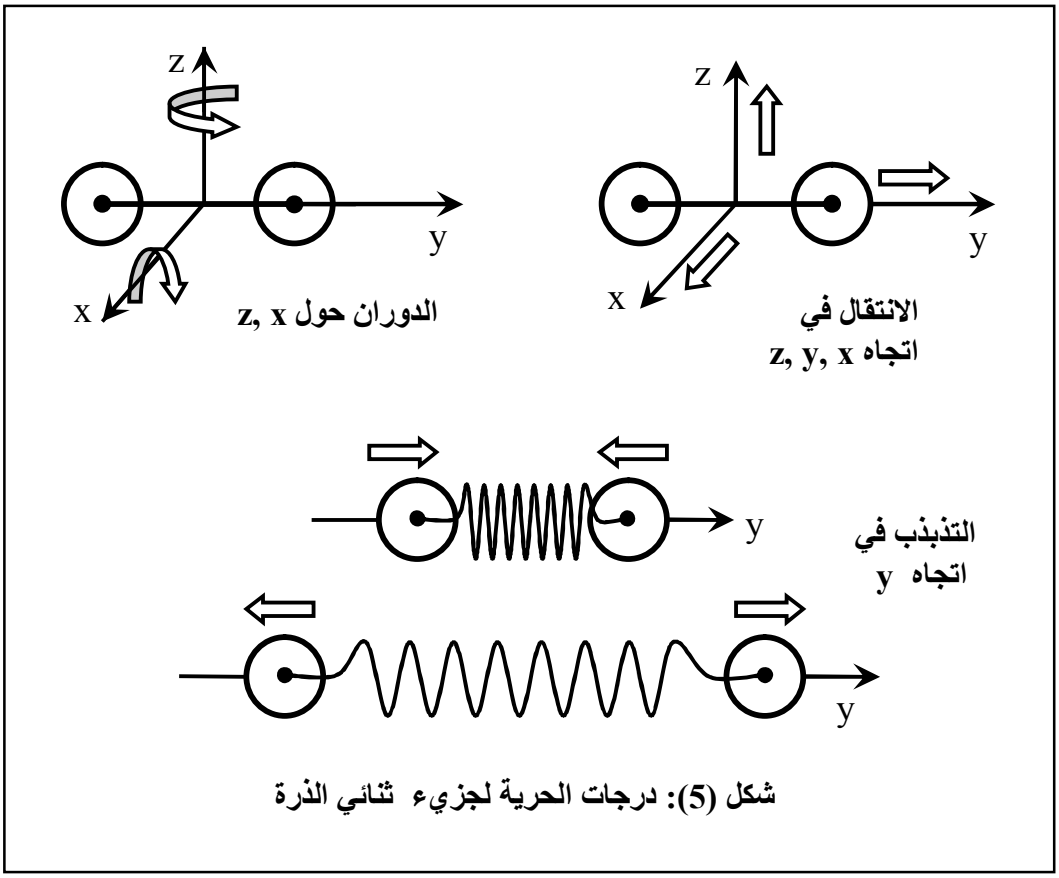
تعرف درجة الحرية للجسيم بأنها "**عدد متغيرات الحركة المستقلة التي يتمتـــع بهـــا الجسيم في الفراغ**" أو هي "**عدد الأبواب المفتوحة لتصريف الطاقة**". ويعتبر أقصى عدد مـــن درجات الحرية لجسيم حر تماما هو (6) درجات، إذ أن هذا الجسيم الحر يمتلك (3) حركـــات انتقالية في الاتجاهات x, y, z كما يمكنه أيضا البقاء في مكانه والدوران حول أحد محـــاوره الثلاثة في حركة مغزلية (مثل لعبة النحلة) كما هو مبين في شكل (4).



شكل (4): درجات الحرية لجسيم حر الحركة

أما الذرة أو الجزئ المتماثل فيمكن أن تتمتع بثلاث درجات حرية انتقالية، ولكــن لأن الإلكترونات تشكل سحابة فراغية حول النواة ولأن هذه السحابة متجانــسة ومنتظمــة بحيــث يصبح من المستحيل تحديد مكان أي إلكترون في أي لحظة معينة على هذا السطح. هذا يجعل من المستحيل تصور أي نوع من الدوران المغزلي للذرة كما هو الحال للجسم الصلب. لــذلك يتبقى لها فقط (3) درجات حرية انتقالية. وعلى هذا الأساس **فإن عدد درجات الحرية للجــزئ أحادي الذرة ثلاث درجات حرية.**

أما بالنسبة للجزيئات ثنائية الذرة مثل الأوكسجين ومعظم الغازات فــإن عــدد درجات الحرية بصفة عامة يساوى ستة. لأن الجزئ يمكنه القيام بثلاثة حركات انتقالية وثلاثة دورا نية. ويلاحظ أن حرية دوران الذرتين حول x, z متاحة ولكنهما لا تستطيعان الــدوران حول y لأن ذلك سوف يصبح حركة مغزلية للذرات نفسها وهذا ما لا تمتلكه. ويجب ملاحظة أننا اعتبرنا أن الرابطة بين الذرتين ثابتة الطول ولكن في بعض الجزيئات الثنائية الذرة تكــون الرابطة مرنه مما يسمح باقتراب وابتعاد الذرتين عن بعضهما البعض في حركة تذبذبية كمــا في شكل (5). وهذا يزيد درجات الحرية بمقدار الوحدة أي أن **عدد درجات الحريــة للجــزئ ثنائي الذرة ستة درجات حرية** وهى (3) انتقالية + (2) دورا نية + (1) تذبذبية



شكل (5): درجات الحرية لجزيء ثنائي الذرة

وبصفة عامة إذا كان الجزئ يتكون من عدد n من الذرات والمسافة بينها غير ثابتة (أي أن الذرة تستطيع التذبذب) فإن عدد درجات الحرية (f) يحسب من المعادلة $f = 3n$ (لكل ذرة 3 درجات حرية). والعدد (f) يشمل على (3) درجة انتقالية وعدد (3) درجة دورانية والباقي $(f - 6)$ هو عدد الدرجات التذبذبية.

2. 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 ----------

$$n = n_1 + n_2$$

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

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

3 استنتج مع الرسم المعادلة المستخدمة لحساب الشغل المبذول عندما يتمدد غاز محبوس داخل مكبس.

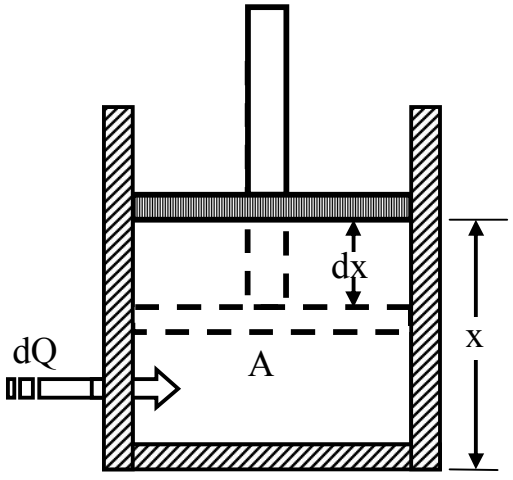
---------- Solution ----------

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** $14.5\ ^oC$ **إلي** $15.5\ ^oC$. 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"

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

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 (1). 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



شكل (1)

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

$$\begin{aligned} dW &= F\,dx \\ &= PA\,dx \\ &= P\,dV \end{aligned} \qquad (8)$$

حيث A مساحة مقطع المكبس. وفى حالة تحريك المكبس مسافة كبيـــرة فـــإن قيمـــة الـــشغل المبذول بواسطة الغاز W

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

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