جامعة دمشق –همك

سلم تصحيح مقرر الفيزياء العامة 1

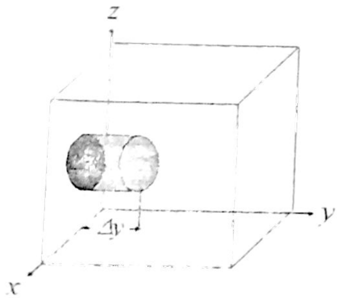
تصميم ميكانيكي

الفصل الثاني2015–2016

الدكتور عبدالله رستناوي

جواب السؤال الأول [15 درجة]

لنفرض أننا ندرس كمية من غاز مثالي كتلتها m مكونة من عدد كبير من الجزيئات N موجودة في وعاء، وليكن مثلاً على شكل مكعب حجمه V، الشكل (3.1). ولنفرض للتبسيط أن هذا الغاز أحادي النوع، وأن جزيئاته أحادية الذرة، وأن كتلة الذرة الواحدة منه هي m_a. ولنفرض أن التصادمات فيما بين الذرات ومع جدران الوعاء هي تامة المرونة. ولنهمل تأثير الجاذبية الأرضية على حركة جزيئات الغاز.



الشكل (3.1): وعاء مكعب يحتوي على غاز أحادي النوع جزيئاته أحادية الذرة. عندما يكون عدد الجزيئات في وعاء على شكل مكعب كبير فإنه عدد الجزيئات المتحركة نحو أياً من جدرانه يكون هو نفسه.

لنأخذ من أحد الجدران الداخلية للوعاء المكعب دائرة عنصرية مساحتها Δs، عندئذٍ من أجل كل تصادم عمودي لجزيئة ذات سرعة v بالدائرة العنصرية يتلقى الجدار دفعاً قدره:

$$\Delta P = m_a v - (-m_a v) = 2m_a v \qquad (3.1)$$

لنفرض بداية للتبسيط أن كافة الجزيئات لها نفس السرعة، وأنها تسقط بشكل عمودي على الجدار.

عندئذ إذا رمزنا لعدد التصادمات مع سطح الدائرة العنصرية Δs خلال فاصل زمني Δt بـ N_C، فإن مقدار الدفع الذي يتلقاه السطح الدائري العنصري خلال فاصل زمني Δt هو:

1

$$\Delta P = 2m_a v \cdot N_C \qquad (3.2)$$

الآن لنعين N_C؛ أي **لنعين عدد الجزيئات المتحركة نحو السطح الدائري العنصري Δs خلال فاصل زمني Δt:**

بالواقع تقطع الجزيئات المتحركة بسرعة v نحو عنصر السطح Δs خلال فاصل زمني Δt مسافةً قدرها $\Delta y = v\Delta t$، عندئذٍ يكون حجم الأسطوانة العنصرية التي مساحة قاعدتها $\Delta s = \Delta y \Delta y$ وارتفاعها Δy هو:

$$V_c = \Delta s v \Delta t$$

لنفرض أن $n = N_c / V_c$ هو تركيز الغاز؛ حيث N_c هو عدد الجزيئات في الأسطوانة العنصرية، فإن:

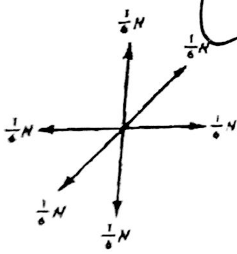
2

$$N_c = nV_c = n\Delta s v \Delta t$$

لكن بما أن جزيئات الغاز تتحرك بشكل عشوائي، فإنه في جملة إحداثيات متعامدة نظامية عندما نهمل تأثير حقل الجاذبية الأرضية، وعندما يكون عدد الجزيئات كبيراً بشكل كافٍ يكون عدد الجزيئات المتحرك نحو عنصر السطح Δs هو فقط$N_c/6$ جزيئة، انظر الشكل (3.2)؛ أي:

$$\frac{N_c}{6} = \frac{1}{6} n \Delta s v \Delta t$$

1



2

الشكل (3.2): التوزع المنتظم لعدد الجزيئات المتحركة على المناحي.

لكن بما أنه بعد مرور فاصل زمني Δt تكون كافة الجزيئات الموجودة في الأسطوانة العنصرية والمتحركة نحو عنصر السطح Δs تكون قد بلغت عنصر السطحΔs، فإن العدد $\frac{N_c}{6}$ سيمثل عدد تصادمات جزيئات الغاز بعنصر السطح Δs خلال فاصل زمني Δt؛ أي N_C، وبالتالي:

2

$$N_C = \frac{N_c}{6} = \frac{1}{6} n \Delta s v \Delta t \qquad (3.3)$$

وبالتالي بتعويض (3.3) في (3.2) يكون الدفع الذي يتلقاه عنصر السطح Δs خلال الزمن Δt مساوياً لـ:

$$\Delta P = 2m_a v \cdot \frac{1}{6} n \Delta s v \Delta t \qquad (3.4)$$

من ناحية ثانية، من قانون نيوتن الثاني في التحريك تكون القوة الفاعلة على عنصر السطح Δs خلال زمن Δt من جراء التصادم $F = \Delta P / \Delta t$، ويكون ضغط هذه القوة هو $P = F / \Delta s$، وبالتالي يكون:

$$P = \frac{\Delta P}{\Delta s \Delta t} \qquad (3.5)$$

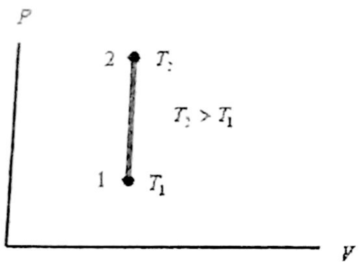
من هذه العلاقة نستنتج أن **ضغط الغاز هو الدفع الذي تتلقاه وحدة السطوح خلال وحدة الزمن من جراء تصادم الجزيئات مع الجدار.**

بتقسيم طرفي العلاقة (3.4) على $\Delta s \Delta t$، وبالاستفادة من (3.5) نجد أن ضغط الغاز:

$$P = \frac{2}{6} m_a v^2 n \qquad (3.6)$$

جواب السؤال الثاني [10 درجات]

نمثل التحول المتساوي الحجم في الرسم البياني PV بقطعة مستقيمة موازية لمحور الضغط وعمودية على محور الحجم، الشكل (4.10.ب)، حيث يدل التحول من 1 إلى 2 على عملية تسخين للغاز من درجة حرارة T_1 إلى درجة حرارة T_2 تحت حجم ثابت، أما التحول من 2 إلى 1 فيدل على عملية التبريد.



الشكل (4.10.ب): تحول متساوي الحجم.

بما أن الحجم في هذا التحول يكون ثابتاً؛ أي $V = const.$، فإن $dV = 0$، وبالتالي فإن $dW = PdV = 0$، أي أن القوى الخارجية والغاز لا يقومان بأي عمل على المكبس. وعندئذ، فإن كامل كمية الحرارة التي تقدم إلى الجملة الغازية تصرف فقط على زيادة طاقتها الداخلية أو أن النقص في الطاقة الداخلية يصرف فقط على شكل كمية حرارة إلى الوسط، أي أن:

5

$$\pm dQ = \pm dU$$

وبالتالي فإن:

$$\upsilon C_V \, dT = \upsilon \frac{i}{2} R dT \qquad (5.25)$$

بالتالي من أجل مول واحد من الغاز يكون:

5

$$C_V \, dT = \frac{i}{2} R dT$$

جواب السؤال الثالث [10 درجات]

مسألة: يوضع جسم أمام مرآة محدبة نصف قطرها 20 cm على بعد 30 cm. عين أين سيظهر الخيال وما طبيعته.

الحل: بما أن نصف قطر المرآة 20 cm (الذي هو بعد المرآة عن المركز)، وبما أن النقطة البؤرية (المحرقية) تقع في منتصف المسافة بين المرآة والمركز، وهي سالبة من أجل المرآة المحدبة، فإن $f = -10$ cm. نطبق معادلة المرايا للحصول على موقع الصورة:

5

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_o}$$

جامعة دمشق كلية الهـــمك قسم العلوم الأساسية	امتحان مقرر الفيزياء العامة / ١ / لطلاب السنة الأولى – هندسة التصميم الفصل الثاني 2016–1015	الزمن : / ٢ / ساعات اسم الطالب : الدرجة : / 70 / ستون .

السؤال الرابع [21 درجات] 21

١ - اكتب المعادلة الرياضية التي تعبر عن المفاهيم الفيزيائية التالية :

قانون هوك – الطاقة الكلية الميكانيكية لهزاز توافقي – عامل الجودة Q للظواهر الاهتزازية المتخامدة – سرعة الموجة الطولية – التواتر الاساسي في الآلات الوترية . (15)

- قانون هوك = $F = -k.x$ حيث F قوة ارجاع تقاس بالنيوتن N.
x ، الانزياح ، إشارة السالب تعني قوة ارجاع
$k = \frac{N}{m}$ ثابت مرونة النابض . (ثابت هوك) (2)

- الطاقة الميكانيكية لهزاز توافقي ، $E_q = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k.x^2$

حيث
الطاقة الحركية = $\frac{1}{2} m v^2$
الطاقة الكامنة = $\frac{1}{2} k.x^2$ (2)
مقدار ثابت $E_q = const$

- عامل الجودة Q ،

$$Q = \frac{w_b}{2\beta}$$

حيث $\beta = \frac{b}{2m}$ ، $w_b = \sqrt{w_0^2 - \beta^2}$ تواتر التخامد . (2)
b عامل التخامد .

- سرعة الموجة الطولية = $U = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$ وتقاس بـ $(m.s^{-1})$

حيث β معامل الحجم للغاز او السائل . (2)
ρ الكتلة الحجمية للسائل او الغاز

- التواتر الاساسي في الآلات الوترية ،

$$f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$ (هرتز) Hz . (2)

حيث ، F قوة الشدة وتقدر بـ N
μ الكتلة الخطية للوتر وتقدر $\left(\frac{Kg}{m}\right)$ (1)

Scanned by CamScanner

5

٢- اشتق المعادلة البعدية لكلاً من : الاستطاعة – الضغط – العمل – التسارع الزاوي – ثابت مرونة نابض k .

- الاستطاعة =

1 الاستطاعة $P = \frac{\text{العمل}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{Joul}}{\text{sec}} = [M]\cdot[L]^2[T]^{-3}$

- الضغط =

1 الضغط $P = \frac{F}{S} = \frac{N}{m^2} = [M][L]^{-1}\cdot[T]^{-2}$

- العمل =

1 العمل $W = \text{Joul} = N\cdot m = [M][L]^2[T]^{-2}$

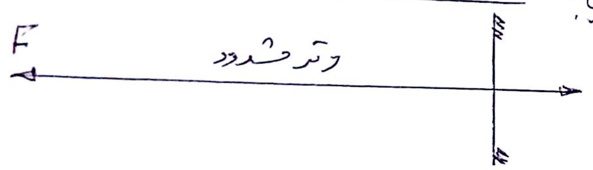
- التسارع الزاوي :

التسارع الزاوي $\alpha = \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2} = [T]^{-2}$ 1

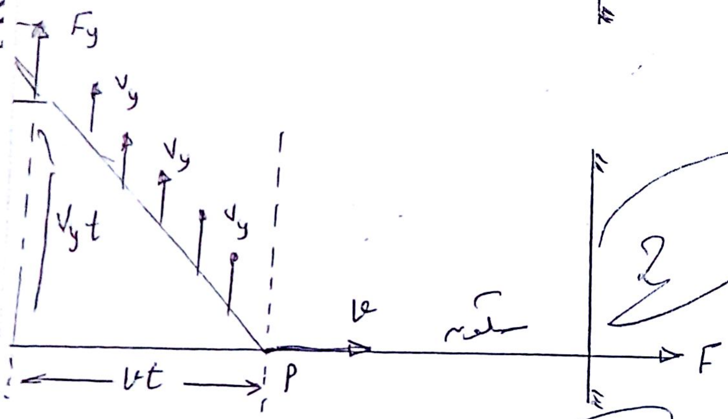
- ثابت مرونة النابض $= k$

$k = \frac{N}{m} = \frac{[M]\cancel{[L]}[T^{-2}]}{\cancel{[L]}} = [M]\cdot[T]^{-2}$ 1

وهو المطلوب



6 ٣- استنتج معادلة سرعة الموجة العرضية موضح اجابتك :



نستطيع حساب سرعة الانتشار كما يوضح الوضع العرضاني (وهو صبار القوة العرضية بالزمن) . مساوياً إلى تغير كمية الحركة العرضية للجزء المتحرك حيث :

$F_y \cdot t = m \cdot v_y$ --- ①

ومن تشابه المثلثين وفق الشكل المجاور نكتب :

$\frac{F_y}{v_y \cdot t} = \frac{F}{v \cdot t} \Rightarrow F_y = F \cdot \frac{v_y}{v}$ --- ② $\Rightarrow F_y \cdot t = F \cdot \frac{v_y}{v} \cdot t$ --- ③ 2

لكن الكتلة الخطية $\mu = \frac{m}{x} \Rightarrow \mu = \frac{m}{v \cdot t}$ وعندها ← طول الخط

$m = v \cdot t \cdot \mu \Rightarrow$ 2

$m \cdot v_y = \mu \cdot v \cdot t \cdot v_y$ نعوض في (3) $\Rightarrow$

$F \cdot \frac{v_y}{v} \cdot \cancel{t} = \mu \cdot v \cdot \cancel{t} \cdot v_y$

$\Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}}$ وهو المطلوب

Scanned by CamScanner

السؤال الخامس [14 درجة]: حل المسألتين التاليتين :

14

مسألة (١) :

جسم يهتز بحركة توافقية بسيطة على المحور x . وفق المعادلة التالية : $x = 4\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

حيث : t الزمن يقدر بالثواني والزاوية بين القوسين مقدرة بوحدة rad أما x تقدر بالأمتار .والمطلوب :

- حدد مقدار السعة ، والتردد ، والزمن الدوري للحركة .
- قم بحساب موقع الجسم وسرعته وتسارعه عند الزمن $t = 1\sec$. ما قيمة a_{max} ، V_{max}.

1) - بمقارنة هذه المعادلة مع : $x(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$ نجد :

السعة = $A = 4(m)$ متر

التردد الزاوي $\omega = \pi \ \frac{rad}{sec} \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0{,}5\ Hz$

التردد $T = 1/f = 2\,sec$.

2) - الانزياح $x = 4\cos\left[\pi t + \frac{\pi}{4}\right] \Rightarrow x_{t=1sec} = 4\cos\left[\pi + \frac{\pi}{4}\right]$

$\Rightarrow x_{t=1sec} = -2{,}83\,(m)$ متر

السرعة $v = \frac{dx}{dt} = -(4 \times \pi)\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

$\Rightarrow v_{t=1} = 8{,}89\ m/sec$

التسارع $a = \frac{dv}{dt} = -(4 \times \pi^2)\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

$\Rightarrow a_{t=1} = 27{,}9\ m/sec$

3) - السرعة العظمى والتسارع الأعظمي :

$|V_{max}| = A.\omega = 4 \times \pi = 12{,}6\ m/sec$

$|a_{max}| = A.\omega^2 = 4 \times \pi^2 = 39{,}47\ m/sec^2$

وصد الطلب

1 1 1 1 1 1 2 8

مسألة (٢) : (6) ممتاز

يقترب قطار من جبل بسرعة $(20\,m/sec)$ ، ويطلق سائقه صوتا من صفارته وبتواتر قدره $(500\,Hz)$ ، والمطلوب : احسب تواتر الصدى الذي يسمعه السائق بعد انعكاس الصوت على الجبل ، علماً أن سرعة الصوت $(v=340\,m/s)$ للهواء الساكن .

نفترض مراقباً جالساً على الجبل ولنحسب أولاً تواتر الصوت الذي يسمعه هذا المراقب حيث يقترب القطار نحو الجبل :

f' القطار يقترب من الجبل 3

$$f' = f_s\left(\frac{v}{v-v_s}\right) = 500\left(\frac{340}{340-20}\right) = 531,25\ Hz$$

الآن : نفترض أن المراقب الذي يجلس على الجبل هو الذي يصدر الصوت الصدى وتواتره $f' = 531,25\ Hz$ وهنا أصبح لدينا الحالة : المنبع الصوتي ساكن والمراقب (سائق القطار) متحرك أي : 3

$$f'' = f'\left(1+\frac{v_L}{v}\right) = f'\left(\frac{v+v_L}{v}\right) = 531,25\left(\frac{340+20}{340}\right)$$

$$f'' = 562,5\ Hz$$

وهو تواتر الصوت الذي يسمعه سائق القطار عندما يقترب القطار من الجبل

وهو المطلوب

د. شاكر الشاطر

٢٠/٦/٢٠١٦م.