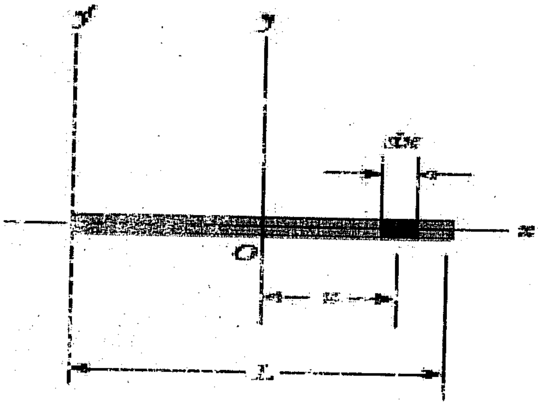
جامعة دمشق كلية العلوم قسم الفيزياء	**سلم تصحيح امتحان مقرر الميكانيك الفيزيائي II** **السنة الثانية فيزياء** **الفصل الثاني، العام الدراسي /2023- 2024/**	المدة: ساعتان 16.00 – 14.00 الدرجة:/100/ مئة

السؤال الأول: (15 درجة)

الإجابة:



(3)

عنصر الطول المظلل dx في الشكل له الكتلة dm والتي تساوي الكتلة في واحدة الطول λ مضروبة بـ dx:

$$dm = \lambda\, dx = \frac{M}{L} dx$$

(4)

بتعويض العبارة السابقة في المعادلة:

$$I = \lim_{\Delta m_i \to 0} \sum_i r_i^2 \Delta m_i = \int r^2\, dm$$

(3)

مع $r^2 = x^2$، فإننا نحصل:

(1)

$$I_y = \int r^2 dm = \int_0^L x^2 \frac{M}{L} dx = \frac{M}{L} \int_0^L x^2 dx$$

$$= \frac{M}{L} \left[\frac{x^3}{3} \right]_0^L = \frac{1}{3} ML^2$$

(4)

****

السؤال الثاني: (30 درجة)

الحل:

تملك جملة بكرة – دلو جزءين: الأول حركة انسحابية للدلو أما الجزء الثاني فهو البكرة والتي تتحرك بحركة دورانية حول محورها.

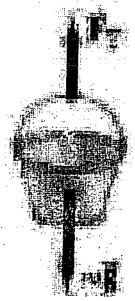
(a) لتكن F_T هي قوة التوتر المطبقة على الحبل. وبالتالي القوة F_T مطبقة على حافة البكرة، نطبق النسخة الدورانية من قانون نيوتن الثاني فنجد:

$$\sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha}$$

$$\sum \tau = I\alpha = R_0 F_T - \tau_{fr} \qquad (1)$$

(4)

أما بالنسبة للحركة الخطية للدلو، فيعطى مخطط الجسم الحر له بالشكل:



1

بتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد:

$$\sum \vec{\mathbf{F}} = m\vec{\mathbf{a}}$$

$$\sum \vec{\mathbf{w}} + \vec{\mathbf{F}}_T = m\vec{\mathbf{a}}$$

بالأسقاط على محور موجه للأسفل نجد: 5

$$mg - F_T = ma$$

$$\Rightarrow F_T = mg - ma \qquad (2)$$

الحصول على التسارع الزاوي α، نلاحظ أن التسارع المماسي لنقطة من حافة البكرة يساوي تسارع الدلو باعتبار الحبل عديم الامتطاط والانزلاق. وبالتالي نطبق: 2

$$a_{\tan} = a = R_o \alpha$$

بتعويض قيمة التسارع الانسحابي السابق في المعادلة (2) نجد: 2

$$F_T = mg - ma = mg - mR_o \alpha$$

بتعويض قيمة قوة التوتر في المعادلة (1) نجد:

$$I\alpha = \sum \tau = R_o F_T - \tau_{fr} = R_o (mg - mR_o \alpha) - \tau_{fr} = mgR_o - mR_o^2 \alpha - \tau_{fr}$$

$$I\alpha + mR_o^2 \alpha = mgR_o - \tau_{fr} \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{mgR_o - \tau_{fr}}{I + mR_o^2}$$ 4

بما أن وزن الدلو 15 N فإن كتلته: $w = mg \;\Rightarrow\; m = \dfrac{w}{g} = \dfrac{15}{9.80} = 1.53\ \text{kg}$ 2

بالتعويض نجد: 3

$$\alpha = \frac{(15\ \text{N})(0.330\ \text{m}) - 1.10\ \text{m.N}}{0.385\ \text{kg.m}^2 + (1.53\ \text{kg})(0.330\ \text{m})^2} = 6.98\ \text{rad/s}^2$$

أما التسارع الانسحابي للدلو فهو: 2

$$a = R_o \alpha = (0.330\ \text{m})(6.98\ \text{rad/s}^2) = 2.30\ \text{m/s}^2$$

(b) بما أن التسارع الزّاوي ثابت ، فعند الزمن 3.00 s تكون السرعة الزّاوية: 3

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t = 0 + (6.98\ \text{rad/s}^2)(3.00\ \text{s}) = 20.9\ \text{rad/s}.$$

أما السرعة الانسحابية للدلو: 2

$$v = R_o \omega = (0.330\ \text{m})(20.9\ \text{rad/s}) = 6.91\ \text{m/s}$$

يمكن الحصول على نفس النتيجة باستخدام:

$$v = v_o + at = 0 + (2.30\ \text{m/s}^2)(3.00\ \text{s}) = 6.91\ \text{m/s}$$

****

السؤال الثالث: (25 درجة)

الحل:

2 بما أن مجموع العزوم الخارجية المطبقة على جملة قضيب – حشرة معدومة فإن الإندفاع الزاوّي محفوظ.

2 بما أن الحشرة تتحرك نحو النهاية الثانية للقضيب مبتعدةً عن محور الدوران فإن عزم العطالة لجملة قضيب – حشرة يزداد. لنرمز للقضيب بـ R وللحشرة بـ B.

4 لحساب كتلة القضيب نستخدم علاقة عزم العطالة للقضيب:

$$I = \frac{1}{3}ML^2 \Rightarrow M = \frac{3I}{L^2} = \frac{3(3.00\times10^{-3}\,\text{kg.m}^2)}{(0.500\text{ m})^2} = 0.036\text{ kg}$$

3 نقوم بحساب السرعة الزاوّية للحشرة بعد الوصول إلى النهاية الثانية للقضيب وهي نفسها السرعة النهائية للجملة:

$$\omega_f = \frac{v}{r} = \frac{0.160\text{ m/s}}{0.500\text{ m}} = 0.320\text{ rad/s}$$

أما لحساب كتلة الحشرة، فنستخدم مبدأ انحفاظ الإندفاع الزاوّي:

$$\left.\begin{aligned} \sum\tau_{\text{ext}} &= 0 \Rightarrow L = \text{const} \\ L_i &= L_f \\ I_i\omega_i &= I_f\omega_f \end{aligned}\right\} 3$$

$$\left.\begin{aligned} I_R\omega_i &= (I_R + I_B)\omega_f \\ I_R\omega_i &= (I_R + m_B r^2)\omega_f \end{aligned}\right\} 5$$

$$\left.\begin{aligned} &(3.00\times10^{-3}\,\text{kg.m}^2)(0.400\text{ rad/s}) = \left(3.00\times10^{-3}\,\text{kg.m}^2 + m_b(0.500\text{ m})^2\right)(0.320\text{ rad/s}) \\ &m_B = \frac{(3.00\times10^{-3}\,\text{kg.m}^2)(0.400\text{ rad/s} - 0.320\text{ rad/s})}{(0.320\text{ rad/s})(0.500\text{ m})^2} = 3.00\times10^{-3}\,\text{kg} \end{aligned}\right\} 6$$

:***

السؤال الرابع: (30 درجة)

الحل:

(a) لدينا في الجملة S:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = -720\text{ m.} \quad 3$$

أما بالنسبة للجملة S' فلدينا:

$$\Delta x' = 0 \quad 2$$

باستخدام تحويلات لورنز نجد:

$$\left.\begin{aligned} \Delta x' &= \gamma(\Delta x - v\Delta t) \\ 0 = \gamma(\Delta x - v\Delta t) &= \gamma[-720\text{ m} - v(5.00\times10^{-6}\text{s})] \end{aligned}\right\} 4$$

2 بما أن $\gamma \neq 0$ وبالتالي:

③ $v = -1.44 \times 10^8 \text{ m/s}$

(b) بسبب الأشارة السالبة للسرعة النسبية للجملة $\grave{S}$ في الطلب **(a)** فذلك يشير إلى أن الجملة $\grave{S}$ تتحرك بالاتجاه السالب للمحور x. ③

(c) أولاً نقوم بحساب γ:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(-1.44 \times 10^8 \text{m/s})^2}{(3.00 \times 10^8 \text{m/s})^2}}} = 1.13$$

④

$$\Delta t' = \gamma \left(\Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta x\right)$$

فالفاصل الزمني:

$$\Delta t' = \frac{5.00\times10^{-6}\,\text{s} - (-1.44\times10^{8}\,\text{m/s})(-720\,\text{m})/(2.998\times10^{8}\,\text{m/s})^2}{\sqrt{1-0.480^2}} = 4.39\times10^{-6}\,\text{s} .$$

⑥

(d) بما أن الفاصل الزمني موجب. وبالتالي، فإن ترتيب الومضات هو نفسه في الجملة S' كما هو الحال في الجملة S (حيث تكون Δt موجبة أيضًا). وبالتالي، تحدث الومضة الكبيرة أولاً ومن ثم تحدث الومضة الصغيرة لاحقًا. ③

****

2024/7/16

مدرس المقرر
د. يوسف أبوعلي

(1) سلم تصحيح مع حلول

(1) أوجد الاستقطابية الأيونية وذلك باستخدام تقريب (أقرب الجارات) وذلك ابتداءً من معادلة الحركة لكل ايون نتيجة تطبيق مجال خارجي.

$$m_- \frac{d^2r}{dt^2} = -\gamma (r_- - r_+) - q E_{Loc}$$
$$m_+ \frac{d^2r}{dt^2} = -\gamma (r_+ - r_-) + q E_{Loc}$$ 5

γ ـ القوة المرجعة.

الاستقطابية $P(t) = \frac{\gamma}{M} P - \frac{q^2}{M} E_{Loc}$ 3

$$M = \frac{m_+ m_-}{m_+ + m_-}$$ 2

نفترض حلاً من الشكل $P = P_0 e^{-\omega t}$ 3

معتمداً على: $P = \alpha E_{Loc}$ ، $E_{Loc} = E_0 e^{-\omega t}$ 3 3

$$\alpha = \frac{q^2/M}{\omega_0^2 - \omega^2} , \quad \gamma = M\omega_0^2$$
3 2

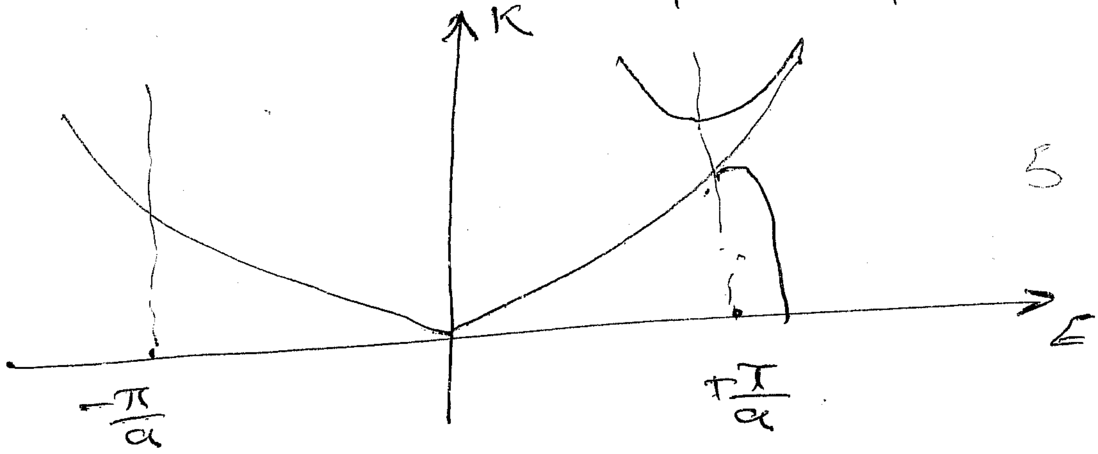
(2) أثبت أنه في المناطق المجهرية عزم ثنائي القطب المتشكل نتيجة تطبيق مجال خارجي من الذرات ليس علاقة بدرجة الحرارة في منطقة التطبيق للالكترون المتحول من ثنائي القطب المغناطيسي. (المعالجة التقليدية)

الدالة الموجية $\psi = \alpha \exp i(kz) + \beta \exp i(k - \frac{2\pi}{a}) z$ 5

ومعادلة شرودنجر

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dz^2} + V(z+na) \right] \psi_z = E \psi_z$$ 5

بحل هاتين المعادلتين بتقنية نحصل



5

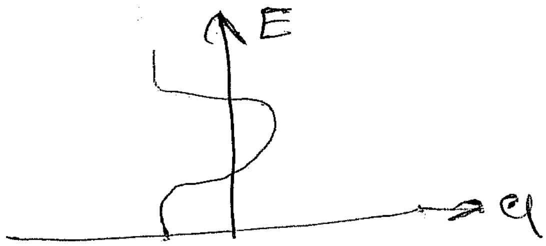
تظهر التشوه والانقطاع قرب منطقة بريلوين وتكوين عصابات الطاقة المحظورة كما في الشكل

الفجوة في حالة الطاقة 5

$$E = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\pi}{a} + \varepsilon \right)^2 + V \left(-\gamma \pm \sqrt{\gamma^2 + 1} \right)$$

$$\psi = b \left[e^{\frac{-i\pi}{a}} + \frac{V}{D} \left(-\gamma \pm \sqrt{\gamma^2 + 1} \right) e^{i\varepsilon z} \right]$$

يؤدي ذلك الى تقدير شكل عصابات الطاقة كما في الشكل



5

اي ظهور حالات الكترونية متموضعة سطحية ضمن فجوة الطاقة وبالقرب من السطح في بعد واحد