قسم الفيزياء
كلية العلوم
جامعة دمشق

الميكانيك الفيزيائي (1)

السنة الأولى - فيزياء
سلم تصحيح امتحان الفصل الأول 2025.02.03

المدة: 14-16

العلامة: 100

يُسمح باستخدام الآلة الح

أجب عن الأسئلة الآتية مع الرسم الدقيق والواضح (عند الضرورة) على ورقة الإجابة ($g = 9.80\,\mathrm{m/s^2}$) (QI=35, QII=35, QIII=30)

IQ- **Dimensional analysis and Kinematics** (35 pts)

1- (12 علامة)

$$\underbrace{[F_G] = [G][m_s]^\alpha[m_p]^\alpha[d]^\beta \Rightarrow MLT^{-2} = MLT^{-2}L^2M^{-2}M^\alpha M^\alpha L^\beta = M^{2\alpha-1}L^{\beta+3}T^{-2}}_{10}$$

وبمطابقة الطرفين ينتج أن

$$2\alpha - 1 = 1 \;\&\; \beta + 3 = 1 \Rightarrow \underbrace{\alpha = 1 \;\&\; \beta = -2}_{2}$$

2- (10 علامات)

$$\underbrace{a(t) = \frac{\mathrm{d}v(t)}{\mathrm{d}t} \Rightarrow \int_{v_0}^{v} \mathrm{d}v = \int_0^t a(t)\mathrm{d}t = \int_0^t (e^t + 4)\mathrm{d}t \Rightarrow v(t) - v_0 = e^t + 4t}_{3}$$

ومن شروط البدء

$$v(t=0) - v_0 = e^0 + 4(0) \Rightarrow 2 - v_0 = 1 \Rightarrow v_0 = 1\,\mathrm{ms^{-1}} \Rightarrow \underbrace{\boxed{v(t) = e^t + 4t + 1}}_{2}$$

$$\underbrace{v(t) = \frac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t} \Rightarrow \int_{x_0}^{x} \mathrm{d}x(t) = \int_0^t v(t)\mathrm{d}t = \int_0^t (e^t + 4t + 1)\mathrm{d}t \Rightarrow x(t) - x_0 = e^t + 2t^2 + t}_{3}$$

ومن شروط البدء

$$x(t=0) - x_0 = e^0 + 2(0)^2 + 0 \Rightarrow 1 - x_0 = 1 \Rightarrow x_0 = 0\,\mathrm{ms^{-1}} \Rightarrow \underbrace{\boxed{x(t) = e^t + 2t^2 + t}}_{2}$$

3- (13 علامة)

i- (4 علامات) المعادلة الديكارتية للمسار هي

$$\underbrace{x + y = \beta}_{1}$$

ولايجاد السرعة العددية

$$\underbrace{\dot{x}(t) = -2\omega\beta\cos(\omega t)\sin(\omega t)}_{1} = -\omega\beta\sin(2\omega t) \quad \underbrace{\dot{y}(t) = 2\omega\beta\cos(\omega t)\sin(\omega t)}_{1} = \omega\beta\sin(2\omega t) \Rightarrow \underbrace{v = \sqrt{\dot{x}(t)^2 + \dot{y}(t)^2} =}_{1} \omega\beta\sqrt{2}\sin(2$$

ii- (3 علامات)

$$\underbrace{v = \frac{\mathrm{d}s(t)}{\mathrm{d}t}}_{1} \Rightarrow \underbrace{\int_{s_0}^{s} \mathrm{d}s(t) = \int_0^t v\mathrm{d}t \Rightarrow \boxed{s(t) = \frac{\sqrt{2}}{2}}}_{2} \beta[1 - \cos(2\omega t)]$$

iii- (6 علامات)

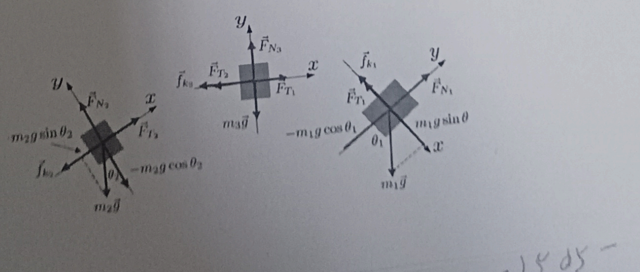
$$\underbrace{a_\tau = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} =}_{1} 2\omega^2\beta\sqrt{2}\cos(2\omega t)$$

$$\underbrace{\ddot{x}(t) = -2\omega^2\beta\cos(2\omega t)}_{1} \quad \underbrace{\ddot{y}(t) = 2\omega^2\beta\cos(2\omega t)}_{1} \Rightarrow \underbrace{a = \sqrt{\ddot{x}(t)^2 + \ddot{y}(t)} =}_{1} 8\omega^4\beta^2\cos^2(2\omega t)$$

$$a^2 = a_\tau^2 + a_n^2 \Rightarrow \underbrace{a_n = 0}_{1} \Rightarrow \underbrace{\rho = \frac{v^2}{a_n} = \infty}_{1}$$

Dynamics: Newton's law (35 pts)

1- 6 علامات للرسم +22 علامة لاستنتاج عبارة التسارع



$= \frac{2\pi I}{2c^2}\int_0 \delta(\rho - a)\,\rho\, d\rho -$

ميكانيك فيزيائي ١

2

بتطبيق قانون نيوتن على كل كتلة $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$ [2]

$$\vec{f}_{k_2} + m_2\vec{g} + \vec{F}_{N_2} + \vec{F}_{T_2} = m_2\vec{a}_2 \; [2] \Rightarrow \begin{cases} \text{proj. on } ox: & -f_{k_2} - m_2 g\sin\theta_2 + F_{T_2} = m_2 a_2 \; [2] \\ \text{proj. on } oy: & -m_2 g\cos\theta_2 + F_{N_2} = 0 \; [1] \end{cases} \quad (1)$$

$$\Rightarrow -\mu_k m_2 g\cos\theta_2 - m_2 g\sin\theta_2 + F_{T_2} = m_2 a_2 \; [2]$$

$$\vec{F}_{T_2} + \vec{f}_{k_3} + \vec{F}_{N_3} + m_3\vec{g} + \vec{F}_{T_1} = m_3\vec{a}_3 \; [2] \quad (2)$$

$$\Rightarrow -F_{T_2} - \mu_k m_3 g + F_{T_3} = m_3 a_3 \; [2]$$

$$\vec{f}_{k_1} + m_1\vec{g} + \vec{F}_{N_1} + \vec{F}_{T_1} = m_1\vec{a}_1 \; [2] \Rightarrow \begin{cases} \text{proj. on } ox: & -f_{k_1} + m_1 g\sin\theta_1 - F_{T_1} = m_1 a_1 \; [2] \\ \text{proj. on } oy: & -m_1 g\cos\theta_1 + F_{N_1} = 0 \; [1] \end{cases} \quad (3)$$

$$\Rightarrow -\mu_k m_1 g\cos\theta_1 + m_1 g\sin\theta_1 - F_{T_1} = m_1 a_1 \; [2]$$

$$a_1 = a_2 = a_3 = a \,\&\, (1) + (2) + (3) \Rightarrow \boxed{a = \frac{g}{m_1 + m_2 + m_3}[m_1(\sin\theta_1 - \mu_k\cos\theta_1) - m_2(\mu_k\cos\theta_2 + \sin\theta_2) - \mu_k m_3]} \; [2]$$

-2 7 علامات

$$a = \frac{gM}{4M}[2(\sin 60 - 0.2\cos 60) - (0.2\cos 30 + \sin 30) - 0.2] = 2.5\,\mathrm{ms}^{-2} \; [2]$$

بإعتبار التسارع الكلي ثابت فإن حركة الجملة هي حركة انسحابية بتسارع ثابت وبدأت الجملة حركتها من السكون أي $v_0 = 0$ وبالتالي قيمة السرعة العددية بعد مرور زمن $t = 2\,\mathrm{s}$ تحسب من العلاقة $v(t) = v_0 + at \Rightarrow v(t = 2) = 5\,\mathrm{ms}^{-1}$ [2] بإعتبار لحظة قطع الحبل عن الكتلة m_1 مبدأ الزمن فإن السرعة الإبتدائية للجملة لحظة قطع الحبل هي $v_0 = 5\,\mathrm{ms}^{-1}$ وبحساب قيمة تسارع الجملة بعد قطع الحبل من عبارة التسارع في الطلب الأول ينتج أن [1] $a = -1.15\,\mathrm{ms}^{-2}$ وبالتالي حركة الجملة متباطئة وحتى تقف $v_f = 0$ بالتالي الزمن t_s اللازم لتوقف الجملة من لحظة قطع الحبل

$$v_f = v_i + at_s \Rightarrow 0 = 5 - 1.15t_s \Rightarrow \boxed{t_s = 4.347\,\mathrm{s}} \; [2]$$

- **Conservation laws** (30 = 14+16 pts)

-1 بتطبيق مبرهنة انحفاظ الطاقة الميكانيكية بين الموضع البدائي (النابض مضغوط) والموضع النهائي عند مغادرته المسار الجليدي

$$\underbrace{E_i = E_f \Rightarrow \mathcal{K}_i + \mathcal{U}_{G_i} + \mathcal{U}_{s_i} = \mathcal{K}_f + \mathcal{U}_{G_f} + \mathcal{U}_{s_f}}_{6}$$

$$\underbrace{0 + Mgh - \frac{1}{2}kL^2 = \frac{1}{2}Mv_2 + MgD + 0}_{6} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{2g(h - D) + \frac{k}{M}L^2}} \; [2]$$

-2 يخضع القافز لقوة ثقله فقط في مكان محدود الأبعاد بالقرب من سطح الأرض بإهمال مقاومة الهواء وبالتالي حركته هي حركة قذف مائل حيث أن شعاع السرعة الإبتدائية

$$\vec{v} = v_{0_x}\widehat{\mathbf{e}}_x + v_{0_y}\widehat{\mathbf{e}}_y = (v\cos\theta)\widehat{\mathbf{e}}_x + (v\sin\theta)\widehat{\mathbf{e}}_y \; [2]$$

$$M\vec{g} = M\vec{a} \Rightarrow \vec{g} = \vec{a} = \begin{cases} \text{proj. on} ox: & 0 = a_x \\ \text{proj. on} oz: & -g = a_y \end{cases} \; [2]$$

وبالتالي حركة المسقط على المحور ox مستقيمة منتظمة معادلتها

$$x(t) = D + (v\cos\theta)t \; [1]$$

وحركة المسقط على المحور الشاقولي حركة مستقيمة بتسارع ثابت ومعادلاتها

$$\begin{cases} v_z(t) = (v\sin\theta) - gt \\ z(t) = D + (v\sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \; [2]$$

ولايجاد الإرتفاع الأعظمي z_{max} نحسب الزمن اللازم لبلوغ الأرتفاع الأعظمي وليكن t_{max}.

$$\underbrace{v_z(t = t_{max}) = 0 \Rightarrow t_{max} = \frac{v\sin\theta}{g}}_{1} \Rightarrow$$

$$z_{max} = D + (v\sin\theta)(\frac{v\sin\theta}{g}) - \frac{1}{2}g(\frac{v\sin\theta}{g})^2 = \underbrace{D + \frac{\sin^2\theta}{2g}v^2}_{2} = \underbrace{D + \frac{\sin^2\theta}{2g}[2g(H - D) + \frac{k}{M}L^2]}_{2}$$

$$x = x_R \Rightarrow z_R = 0 \Rightarrow \underbrace{t_R = \frac{2\sin\theta}{g}v}_{1} \Rightarrow$$

$$x_R = \frac{2\sin\theta\cos\theta}{g}v^2 = \underbrace{\frac{\sin(2\theta)}{g}v^2}_{1} = \underbrace{\frac{\sin(2\theta)}{g}[2g(H - D) + \frac{k}{M}L^2]}_{2}$$

G

The End