السنة الجامعية 2013-2014
مقياس فيزياء-1 (LMD)

جامعة قسنطينة-1
قسم الفيزياء

الامتحان الأول في الفيزياء

- التمرين الأول : (08 نقاط)

1- أذكر قوانين نيوتن الثلاثة و التي تصف حركة الأجسام المادية 02

2- أكتب عبارة شعاع التسارع $\vec{\gamma}$ في الإحداثيات القطبية، و استنتج مركبات القوة $\vec{F}(F_\rho, F_\theta)$ المؤثرة في الجسم المتحرك. 02

3- في حالة ما إذا كان المقدار $\rho^2\left(\frac{\partial\theta}{\partial t}\right)$ ثابتا، بين أن واحدة من مركبتي القوة تصبح معدومة، ثم استنتج أن القوة تكون مركزية، حدد مركزها. 02

4- إذا اعتبرنا حركة الأرض حول الشمس دائرية، نصف قطرها R_0 و دورها $T_0 = 365.25$ (يوما)، أوجد علاقة بين كتلة الشمس M_S و ثابت الجاذبية العامة G و R_0 و T_0. 02

- التمرين الثاني : (12 نقطة)

في معلم ديكارتي (Ox, Oy) ، تتحرك عربة (نعتبرها نقطة مادية) كتلتها m على سكة موجهة تحت تأثير قوة محركة $\vec{F}_m$ مماسية للمسار.

المعادلة الزمنية للحركة تعطى من الشكل :

$$y(t) = b.(t - t_0)^2 \quad , \quad x(t) = a.t$$

حيث أن a , b و t_0 : ثوابت موجبة.

- الدراسة الحركية :

1- عين المواقع المتتالية للمتحرك: 02

M_1 , M_2 , M_3 من أجل الأزمنة : $t_1 = \frac{1}{2}t_0$, $t_2 = t_0$, $t_3 = 2t_0$

2- أوجد معادلة المسار $y = f(x)$ ، ثم مثله في المعلم بين M_1 و M_3. 02

3- أحسب عبارتي شعاعي السرعة $\vec{V}$ و التسارع $\vec{\gamma}$ ، ماذا تلاحظ ؟ 03

- الدراسة الديناميكية :

مجموعة القوى المؤثرة في العربة هي : القوة المحركة $\vec{F}_m$ ، قوة الثقل $\vec{P} = -mg.\vec{j}$ و قوة رد الفعل الناظمي للسكة $\vec{N}$.

4- أكتب عبارة محصلة القوى بدلالة القوى المؤثرة من جهة، و بدلالة m و b من جهة ثانية. 1,5

5- أوجد مركبات شعاع الواحدة المماسي $\vec{U}_T$ ، ثم استنتج مركبات شعاع الواحدة الناظمي $\vec{U}_N$. 02

6- أكتب مرة ثانية عبارة معادلة الحركة السابقة (السؤال 4) في المرجع $(\vec{U}_T, \vec{U}_N)$. 02

7- استنتج شدة القوى : $\|\vec{F}_m\|$ و $\|\vec{N}\|$ ، هل يمكن أن تنعدم هذه القوى ؟ حدد المواقع إن أمكن. 1,5

07.71.35.24.48

تصحيح الامتحان
الأول في الفيزياء

التمرين الأول

1) قوانين نيوتن (1م ن)

أ) مبدأ العطالة: يحافظ الجسم الحر (المعزول) على عطالته أي على حالته السكونية أو الحركية. بمعنى يبقى ساكنا إذا كان ساكنا في الأصل. أو يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمعلم (R) عطالي

0,25

ب) قانون الحركة: في معلم عطالي (R) يتناسب تغير الدفع الخطي لجسيم مع محصلة القوى التي يخضع لها

0,75

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

ج) مبدأ الفعلين المتبادلين

إذا أثرت جملة A على جملة أخرى B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تؤثر كذلك على A بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تساويها في الشدة وتعاكسها في الاتجاه

0,5

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

وهذا يبقى صالحا مهما كانت الحالة الحركية لـ A بالنسبة لـ B.

2) في الاحداثيات القطبية (ρ,θ) (2pts)

$$\gamma_\rho = \ddot{\rho} - \rho\dot{\theta}^2 \quad 0,5$$

$$\gamma_\theta = 2\dot{\rho}\dot{\theta} + \rho\ddot{\theta} \quad 0,5$$

مع $\dot{\rho} = \frac{d\rho}{dt}$ ، $\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}$ ، $\ddot{\rho} = \frac{d^2\rho}{dt^2}$ و $\ddot{\theta} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$

انطلاقا من قانون الحركة $\sum \vec{F} = m\vec{\gamma}$

نحصل على

$$F_\rho = m(\ddot{\rho} - \rho\dot{\theta}^2) \quad 0,5$$

$$F_\theta = m(2\dot{\rho}\dot{\theta} + \rho\ddot{\theta}) \quad 0,5$$

3) حساب $\frac{d}{dt}(\rho^2\dot{\theta})$ (2pts)

$$\frac{d}{dt}(\rho^2\dot{\theta}) = 2\rho\dot{\rho}\dot{\theta} + \rho^2\ddot{\theta} = \rho(2\dot{\rho}\dot{\theta} + \rho\ddot{\theta}) \quad 0,75$$

$$= \rho\gamma_\theta$$

اذا كان المقدار $\rho^2\dot{\theta}$ ثابتا فان $\gamma_\theta = 0$ اذا كان $\rho \neq 0$ مهما كان الزمن $\quad 0,25$

$\gamma_\theta = 0 \Leftarrow F_\theta = 0$ وهذا يعني ان $\vec{F} = m\gamma_\rho\vec{u_\rho}$

$\vec{F} = F_\rho\vec{u_\rho} = F_\rho\frac{\vec{OM}}{\rho} \quad 0,5$ / $\|\vec{OM}\| = \rho$ ليكن

بمعنى ان حاملة F تحتوي النقطة "O"

وبالتالي فالقوة مركزية مركزها "O" $\quad 0,5$

٤) تخضع الارض إلى قوة تجاذبية من طرف الشمس :

شدتها $F = \frac{G m_m m_s}{R_0^2}$

وحسب قانون الحركة $\sum \vec{F} = m\vec{\gamma}$

⇐ $G\frac{m_m m_s}{R_0^2} = m\gamma = m_m \frac{v^2}{R_0}$ (1)

حركة دائرية $R_0 \omega^2 = \gamma = \frac{v^2}{R_0}$

$$\frac{G m_m m_s}{R_0^2} = m_m R_0 \omega^2$$

وبما أن الارض تكمل دورة في $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (0,5)

⇐ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ⇐

$$\frac{G m_s}{R_0^2} = R_0 \frac{4\pi^2}{T^2}$$

⇐ $$\boxed{T^2 = \frac{4\pi^2 R_0^3}{G m_s}}$$ (0,5)

التمرين الثاني

$x(t) = at \; ; \; y(t) = b(t-t_0)^2$

الدراسة الحركية

$M_1\left(\frac{t_0}{2}\right) \rightarrow \left(\frac{a t_0}{2}, \frac{b t_0^2}{4}\right) \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{a t_0}{2} \Rightarrow \frac{x_1}{a t_0} = 1/2 \\ y_1 = \frac{b t_0^2}{4} \Rightarrow \frac{y_1}{b t_0^2} = 1/4 \end{cases}$

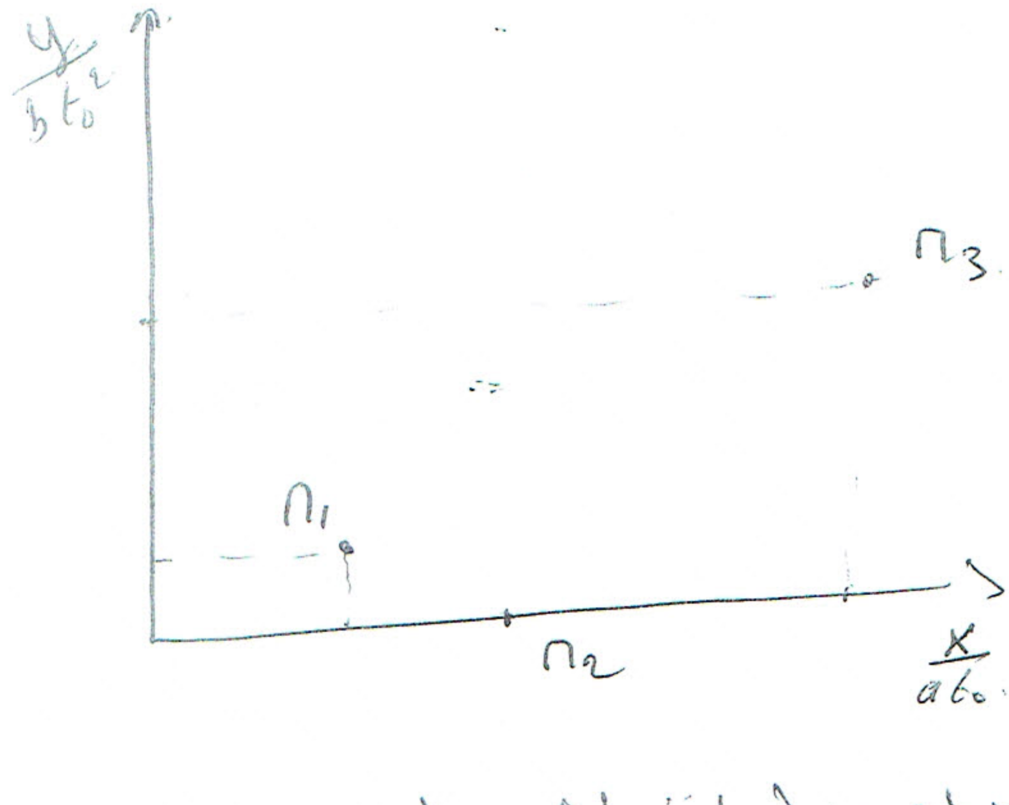
0,5

$M_2(t_0) \rightarrow (a t_0, 0) \Rightarrow \begin{cases} x_2 = a t_0 \Rightarrow \frac{x_2}{a t_0} = 1 \\ y_2 = 0 \Rightarrow \frac{y_2}{b t_0^2} = 0 \end{cases}$

0,5

$M_3(2t_0) \rightarrow (2a t_0, b t_0^2) \Rightarrow \begin{cases} x_3 = 2a t_0 \quad \frac{x_3}{a t_0} = 2 \\ y_3 = b t_0^2 \quad \frac{y_3}{b t_0^2} = 1 \end{cases}$

0,5



0,5

2) ايجاد معادلة المسار

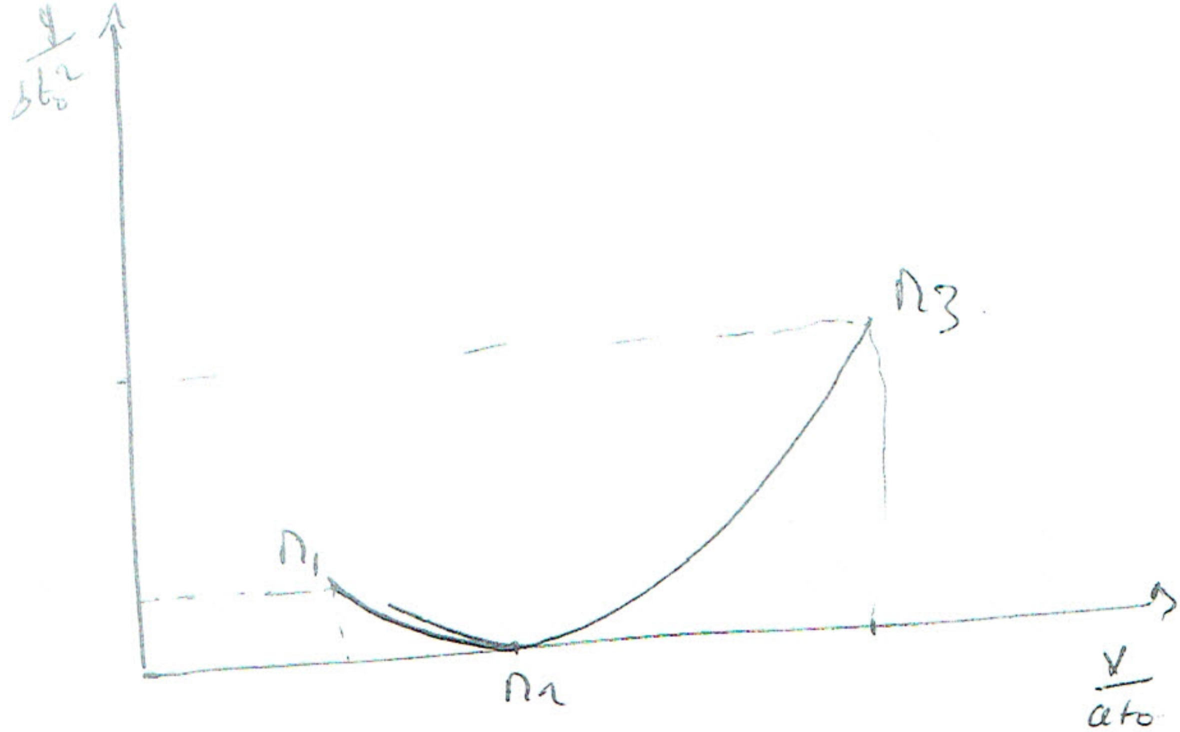
$(1) \quad x = at \Rightarrow t = \frac{x}{a}$

وبالتعويض في y نحصل على

(2) $y = b\left(\frac{x}{a} - t_0\right)^2 = bt_0^2\left(\frac{x}{at_0} - 1\right)^2$

وهي معادلة قطع مكافئ

(1)



3) حساب شعاع السرعة:

$$\vec{v} \begin{cases} \frac{dx}{dt} = a \quad (0{,}5) \\ \frac{dy}{dt} = 2b(t - t_0) \quad (0{,}5) \end{cases}$$

$$\vec{v} = a\vec{i} + 2b(t - t_0)\vec{j}$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{a^2 + 4b^2(t - t_0)^2} = a\sqrt{1 + 4\frac{b^2}{a^2}(t - t_0)^2} \quad (0{,}5)$$

$$\vec{\gamma} \begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \quad (0{,}5) \\ \frac{d^2y}{dt^2} = 2b > 0 \quad (0{,}5) \end{cases}$$

الحركة منتظمة وفق المحور x ومتسارعة وفق المحور y وهذا يعني أن المسار قطع مكافئ. (0,5)

الدراسة الديناميكية

4) $\vec{R} = \vec{F}_m + \vec{N} + \vec{P}$ (0,75)

وحسب قانون الحركة فإن $\vec{R} = m\vec{\gamma}$

من السؤال 3 فإن $\vec{\gamma} = 2b\vec{j} \Leftarrow \vec{R} = 2bm\vec{j}$ (0,75)

وهذا يعني أن $\vec{R}$ موجهة نحو الأعلى

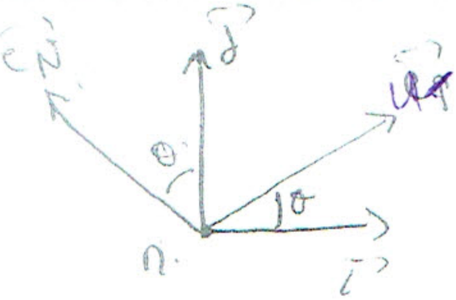
5) في المعلم الذاتي عبارة شعاع السرعة يكتب

$\vec{v} = \|v\| \vec{u}_T \Leftarrow$

$\vec{u}_T = \frac{\vec{v}}{\|v\|}$ (0,5)

$$\vec{u}_T = \frac{a\vec{i} + 2b(t-t_0)\vec{j}}{a\sqrt{1 + 4\frac{b^2}{a^2}(t-t_0)^2}}$$

$$\vec{u}_T = \begin{cases} \frac{a}{\|\vec{v}\|} \\ \frac{2b(t-t_0)}{\|\vec{v}\|} \end{cases}$$ (0,75)



$\vec{u_T} = \cos\theta\,\vec{i} + \sin\theta\,\vec{j}$

$\vec{u_N} = -\sin\theta\,\vec{i} + \cos\theta\,\vec{j}$

$\cos\theta = \frac{a}{\|\vec{v}\|}$, $\sin\theta = \frac{2b(t-t_0)}{\|\vec{v}\|}$

$\vec{e_N} \begin{pmatrix} -\frac{2b(t-t_0)}{\|\vec{v}\|} \\ \frac{a}{\|\vec{v}\|} \end{pmatrix}$ 0,75

6)

$\vec{N} = N\vec{e_N}$ $\quad \vec{F_m} = F_m\,\vec{e_T}$

$\vec{P} = -mg\,\vec{j}$ $\quad \vec{j} = 2b\,\vec{j}$

حساب $\vec{j}$ بدلالة $\vec{e_T}$ و $\vec{e_N}$

$v = \|\vec{v}\|$

$\vec{e_T} = \frac{a}{v}\vec{i} + \frac{2b(t-t_0)}{v}\vec{j}$

$v\vec{e_T} = a\vec{i} + 2b(t-t_0)\vec{j}$ (1)

$v\vec{e_N} = -2b(t-t_0)\vec{i} + a\vec{j}$ (2)

$2b\,v(t-t_0)\vec{e_T} = 2ab(t-t_0)\vec{i} + 4b^2(t-t_0)^2\vec{j} \Leftarrow 2b(t-t_0)\times(1)$

$a\,v\,\vec{e_N} = -2ab(t-t_0)\vec{i} + a^2\vec{j} \Leftarrow a\times(2)$

$$\begin{cases} 2b\,v(t-t_0)\,\vec{e_T} = 2ab(t-t_0)\vec{i} + 4b^2(t-t_0)^2\vec{j} \\ a\,v\,\vec{e_N} = -2ab(t-t_0)\vec{i} + a^2\vec{j} \end{cases}$$

$$v\left\{2b(t-t_0)\vec{e_T} + a\vec{e_N}\right\} = \left\{a^2 + 4b^2(t-t_0)^2\right\}\vec{j}$$

$$v\left\{2b(t-t_0)\vec{e_T} + a\vec{e_N}\right\} = \|v\|^2\vec{j}.$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{j} = \frac{2b(t-t_0)}{\|v\|}\vec{e_T} + \frac{a}{\|v\|}\vec{e_N}}$$ 1

$$\vec{N} + \vec{F_m} + \vec{P} = 2mb\vec{j}.$$

$$N\vec{e_N} + F_m\vec{e_T} - mg\frac{2b(t-t_0)}{\|v\|}\vec{e_T} - \frac{mga}{\|v\|}\cdot\vec{e_N} = 2mb\left\{\frac{2b(t-t_0)}{\|v\|}\vec{e_T} + \frac{a}{\|v\|}\vec{e_N}\right\}$$ 1

7

وفق $\vec{e_N}$

$$N - \frac{mga}{v} = 2mb\frac{a}{\|v\|}$$

$$\Rightarrow \boxed{N = \frac{am}{\|v\|}(g + 2b).}$$ 0,75

وفق $\vec{e_T}$

$$F_m - \frac{2b\,mg}{\|v\|}(t-t_0) = \frac{4mb^2(t-t_0)}{\|v\|}.$$

$$\boxed{F_m = \frac{2mb(t-t_0)}{\|v\|}(g + 2b).}$$ 0,75

بما أن $a \neq 0$ و $b \neq 0$ فلا يمكن لـ N أن تنعدم

1 بينما F تنعدم عند $t = t_0$