السلسلة الرقم 1 الفيزياء 2007ـ2008
حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت

تمرين 1

1 ــ أحسب السرعة الزاوية لقرص في حركة دوران منتظم علما أنه يدور بزاوية $\theta=0{,}3rad$ خلال المدة الزمنية $\Delta t=0{,}1s$. واستنتج دور وتردد حركة هذا القرص .

2 ــ قيمة سرعة نقطة من حوق عجلة سيارة ، قطرها 60cm هي $V=90km/h$. أحسب السرعة الزاوية للعجلة بالوحدة tr/s ثم بالوحدة tr/min ، واستنتج قيمة تردد دوران العجلة .

تمرين 2

قطر دوّار منوب محطة نووية هو 2,2m . عند تشغيله ينجز الدوار حركة دوران حول محور ثابت بسرعة زاوية قيمتها 25,0 دورة في الثانية .

1 ــ عبر عن السرعة الزاوية للدوار بالوحدة (rad/s)

2 ــ أحسب قيمة السرعة الخطية لنقطة M توجد على الجانب الخارجي للدوار .

تمرين 3

المعادلة الزمنية لحركة نقطة M من جسم صلب في دوران حول محور ثابت هي :

$$s(t)=0{,}70t+0{,}03$$

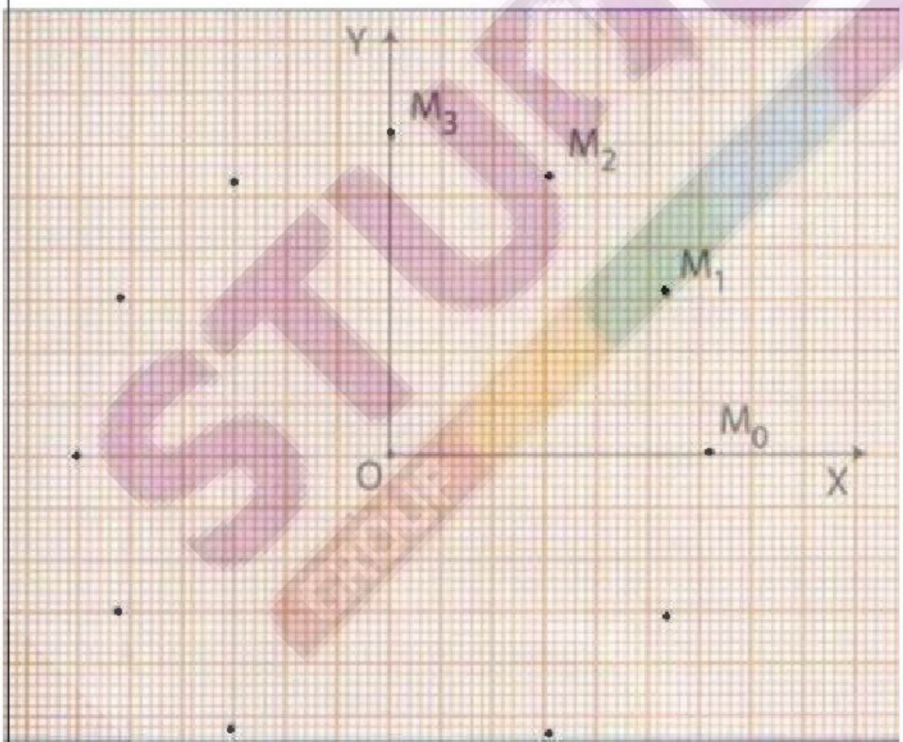
حيث t بالثانية و s(t) بالمتر (m) .

1 ــ ما طبيعة حركة الجسم الصلب ؟

2 ــ حدد قيمة الأفصول المنحني للنقطة M عند اللحظة $t=0$.

3 ــ إذا علمت أن قطر المسار الدائري للنقطة M هو 30cm ، أوجد تعبير الأفصول الزاوي $\theta(t)$ للنقطة M بدلالة الزمن t .

تمرين 4



تمثل الوثيقة جانبه تسجيلا بالسلم الحقيقي ، لحركة نقطة M من جسم صلب في دوران حول محور ثابت .

تفصل بين تسجيل موضعين متتاليين M_i و M_{i+1} مدة زمنية $\tau=40ms$.

1 ــ حدد سرعات M عند اللحظات M_2 و M_4 و M_6 ، ثم مثل متجهات السرعات في هذه النقط .

2 ــ ما طبيعة حركة النقطة M ؟

3 ــ حدد مبيانيا الشعاع R لمسار حركة M والسرعة الزاوية ω لهذه النقطة .

4 ــ أكتب المعادلة الزمنية s(t) باعتبار M_0 أصلا للأفاصيل المنحنية وتاريخ لحظة تسجيل M_2 أصلا للتواريخ .

تمرين 5

يدور قمران اصطناعيان S_1 و S_2 في نفس المنحى حول الأرض ، على مدارين دائريين C_1 و C_2 ينتميان لنفس المستوى ولهما نفس المركز O الذي ينطبق مع مركزها .
نعتبر أن القمرين جسمان نقطيان ويدوران بسرعات زاوية ثابتة $\omega_1=9.10^{-4}rad/s$ و $\omega_2=8.10^{-4}rad/s$.
نختار أصل التواريخ اللحظة التي يكون فيها القمران محمولين من طرف نفس الشعاع للأرض .
1 ــ خلال أي مدة زمنية يون القمران من جديد جنبا إلى حنب ؟
2 ــ استنتج أن الظاهرة دورية وحدد دور الإلتقائات.

تمرين 6

آلة لقطع البلاط مجهزة بقرص من الماس قطره 18mm ، من بين المميزات التقنية المبينة من طرف الصانع نقرأ سرعة دوران القرص 2950tr/min .
1 ــ ما هي قيمة السرعة الزاوية للقرص المعبر عنها ب rad/s .
2 ــ احسب السرعة اللحظية لحبة من مسحوق الألماس المتواجدة في محيط القرص .
3 ــ بالنسبة لحبة تنفصل من محيط القرص ، عين المدة الزمنية اللازمة لكي تصل هذه الحبة لشخص يبعد عن القرص بمترين (2m) .
4 ــ علل المطالبة بحمل النظارات الواقية من طرف الأشخاص أو الذين يسشتغلون على مقربة منها .

تمرين 7 (لعبة الخيل الخشبية Le manége)

لعبة الخيل الخشبية عبارة عن خشبة على شكل قرص قابل للدوران حول محور ثابت يمر من مركزه ومثبت عليها عدد من الخيول الخشبية يمتطيها الأطفال .
شعاع القرص الخشبي R=5m . اختار حسن وأخته مريم حصانين يحتلان النقطتين M_1 توجد على مسافة $r_1=4,00m$ من مركز القرص و M_2 توجد على مسافة $r_2=2,50m$ من مركز القرص . نعتبر أن الخشبة في حركة دوران منتظم .
1 ــ نعلم أن الخشبة خلال مدة زمنية $\tau = 64,2s$ أنجزت 12 دورة ، احسب سرعتها الزاوية ω معبرا عنها ب rad/s .
2 ــ نعتبر ℓ_1 طول قوس مسار النقطة M_1 والذي قطعته خلال المدة الزمنية τ' و ℓ_2 طول قوس النقطة M_2 خلال نفس المدة الزمنية .
أحسب ℓ_1 و ℓ_2 إذا علمت أن $\tau' = 2mn30s$.
3 ـ أحسب السرعة الخطية لكل من الحصانين M_1 و M_2

تمرين 8 (السرعة الخطة والسرعة الزاوية للكواكب)

نقبل أن الكوكبين عطارد والمريخ كنقطتين ماديتين وحركتهما في الجسم المرجعي النجمي (نعتبر أصله مركز الشمس ومحاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة جدا وثابتة . ويسمى كذلو بالجسم المرجعي لكوبرنيك) حركة دائرية ومنتظمة .
نعطي : المسافة بين عطارد والشمس $D_1 = 58\times10^6 km$
المسافة بين المريخ والسمش $D_2 = 778\times10^6 km$
المدة الزمنية لدورة كاملة لعطارد حول الشمس $T_1 = 88J$
المدة الزمنية لدورة كاملة للمريخ حول الشمس $T_2 = 4332J$
1 ــ أحسب السرعة الخطية لكل من الكوكبين في الجسم المرجعي النجمي .
2 ــ أحسب السرعة الزاوية للكوكبين في نفس المرجع .
3 ــ خلال سنة ، أحسب α_1 و α_2 زاويتي الدوران للكوبين .

تصحيح تمارين السلسلة 1
حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

تمرين 1

1 ـ نطبق العلاقة :

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow \omega = \frac{0,3}{0,1} = 3rad/s$$

نستنتج دور الحركة : $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = 2,09s$

تردد الحركة : $N = \frac{1}{T} \Rightarrow N = 0,47Hz$

2 ـ السرعة الزاوية للعجلة ب tr/min :

$$v = R.\omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \omega = 83,3rad/s$$

$$\omega = 2\pi N \Rightarrow N = \frac{\omega}{2\pi} = 13,26tr/s = 795,77tr/\min$$

قيمة تردد دوران العجلة هي :

يساوي التردد دائما قيمة السرعة الزاوية المعبر عنها بالوحدة tr/s وبالتالي :

N=13,2Hz

تمرين 2

الأجوبة :

1 ـ السرعة الزاوية للدوار : $\omega = 157rad/s$

2 ـ قيمة السرعة الخطية لنقطة M توجد على الجانب الخارجي للدوار : $v_M = 172,7m/s$

تمرين 3

الأجوبة :

1 ـ طبعة حركة الجسم الصلب :

الجسم الصلب في حركة دوران حول محور ثابت

المعادلة الزمنية لنقطة M هي دالة خطية

إذن نستنتج أن الجسم في حركة دوران منتظم .

2 ـ قيمة الأفصول المنحني للنقطة M عند اللحظة t=0 :

$s_0 = 0,03m$ و $v = 0,70m/s$

3 ـ تعبير الأفصول الزاوي $\theta(t)$

نعلم أن $\theta(t) = \omega t + \theta_0$ بحيث أن $\theta_0 = \frac{s_0}{r} = 0,20rad$ و $\omega = \frac{v}{r} = 4,67rad/s$

وبالتالي فالمعادلة هي : $\theta(t) = 4,67t + 0,20$

تمرين 5

1 ـ خلال أي مدة يدور القمران من جديد جنبا إلى جنب :

نعتبر اللحظة $t_0=0$ لحظة انطلاق القمران وهما محمولين من طرف نفس الشعاع واللحظة t اللحظة التي سيلتقبان فيها

نعتبر أنه بالنسبة للقمر S_1 معادلته الزمنية هي :

$$\theta_1(t)=\omega_1 t+\theta_{01} \quad \theta_{01}=0$$
$$\theta_1(t)=\omega_1 t$$

وبالنسبة للقمر S2 معادلته الزمنية هي :

$$\theta_2(t)=\omega_2 t+\theta_{02} \quad \theta_{02}=0$$
$$\theta_2(t)=\omega_2 t$$

خلال الإلتقاء تكون $k\in N$ $\theta_1(t)=\theta_2(t)+2k\pi$

أي أن :

$$\omega_1 t=\omega_2 t+2k\pi \quad k\in N$$
$$t(\omega_1-\omega_2)=2k\pi \quad k\in N$$
$$t_k=\frac{2k\pi}{\omega_1-\omega_2} \quad k\in N$$

عند التقائهما أول مرة نأخذ k=1

$$t_1=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}=62800s$$

2 ــ نستنتج أن هذه الظاهرة دورية : حسب العلاقة $k\in N$ $t_k=\frac{2k\pi}{\omega_1-\omega_2}=k.t_1$ فهي تبين أن

هذه الحركة دورية دورها هو $T=t_0-t_1=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}\Rightarrow T=62800s=17h26\min 40s$

تمرين 7

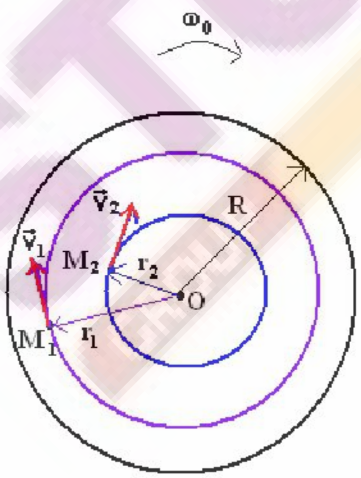
في حركة دوران منتظم أي أن السرعة الزاوية ثابتة وتساوي ω_0.

1 ــ حساب السرعة الزاوية ω_0

المعادلة الزمنية لحركة دوران منتظم : $\Delta\theta=\omega_0\tau\Rightarrow\omega_0=\frac{\Delta\theta}{\tau}$

تطبيق عددي : $\omega_0=1,17rad/s$

2 ــ حساب ℓ_1 و ℓ_2



خلال المدة الزمنية τ' أنجزت كل نقطة طول القوس $\ell_1=v_1\tau'$ و $\ell_2=v_2\tau'$ بحيث v_1 و v_2 السرعة الخطية لكل من النقطة M_1 و M_2 . وبما أن جميع النقط تدور بنفس السرعة الزاوية لدينا كذلك $v_1=r_1\omega_0$ و $v_2=r_2\omega_0$ وبالتالي :

$\ell_1=\omega_0 r_1\tau'$ و $\ell_2=\omega_0 r_2\tau'$

$\ell_1=702m$ و $\ell_2=439m$

3 ــ السرعة الخطية لكل من الحصانين :

$v_1=r_1\omega_0$ أي أن $v_1=4,68m/s$

$v_2=r_2\omega_0$ أي أن $v_2=2,93m/s$

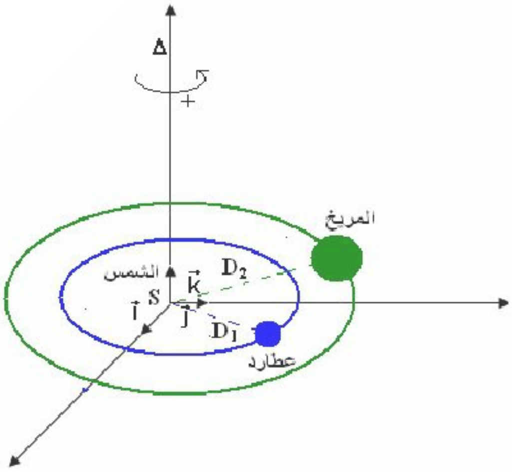
تمرين 8

في الجسم المرجعي النجمي $\mathcal{R}(S,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ مركزه الشمس .خلال المدة الزمنية $\Delta t_i = T_i$

يقطع الكوكب (i بحيث أن (المريخ،عطارد $= i$))محيط المسار الدائري $s = 2\pi D_i$ وبما أن

حركة الكوكب i حركة دورانية منتظمة فإن $s = 2\pi D_i = v_i \Delta t_i \Rightarrow v_i = \dfrac{2\pi D_i}{\Delta t_i}$

v_i السرعة الخطية للكوكب i .



بالنسبة لعطارد : $v_1 = 47,9.10^3 m/s$

بالنسبة للمريخ : $v_2 = 13,1.10^3 m/s$

2 ــ السرعة الزاوية لكل كوكب i :

نعلم أن $v_i = \omega_i D_i$ وبالتالي $\omega_i = \dfrac{v_i}{D_i}$ أو ممكن أن

نستعمل تعبير الدور $T_i = \dfrac{2\pi}{\omega_i}$ لكل كوكب وبالتالي

$$\omega_i = \frac{2\pi}{T_i}$$

بالنسبة لعطارد : $\omega_1 = 8,26.10^{-7} rad/s$

بالنسبة للمريخ : $\omega_2 = 1,68.10^{-8} rad/s$

3 ــ حساب الزاوية α_i زاوية الدوران الكوكب i خلال

$\Delta t = 365J = 365 \times 24 \times 3600 = 31536.10^3 s$

لدينا $\alpha_i = \omega_i \Delta t$

بالنسبة لعطارد : $\alpha_1 = 26,1 rad = 4,15°[360°]$

بالنسبة للمريخ : $\alpha_2 = 0,530 rad = 30,4°$