الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية — ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم – الخروب

إمتحان تجريبي في مادة العلوم الفيزيائية

الشعب : العلوم التجريبية و الرياضية

الأقسام : 3 ع ت ، ر ، ت ر — المدة : 3 ساعات — الأستاذ : فرقاني فارس

Sujet : 3AS 05 - 01 — المحتوى المعرفي : تطور جملة ميكانيكية .

السنة الدراسية : 2011/2010 — تاريخ آخر تحديث : 2011/03/08

التمرين الأول : (*)

1- متحرك (S) على خط مستقيم ، يبدأ حركته ابتداءا من السكون من النقطة (A) باتجاه النقطة (B) ، فيقطع مسافة AB = 2 m ، بعد 2 s من بدأ حركته ، ثم مسافة BC = 3 m بعد 1s من مروره بالنقطة (B) باتجاه نقطة أخرى (C) .

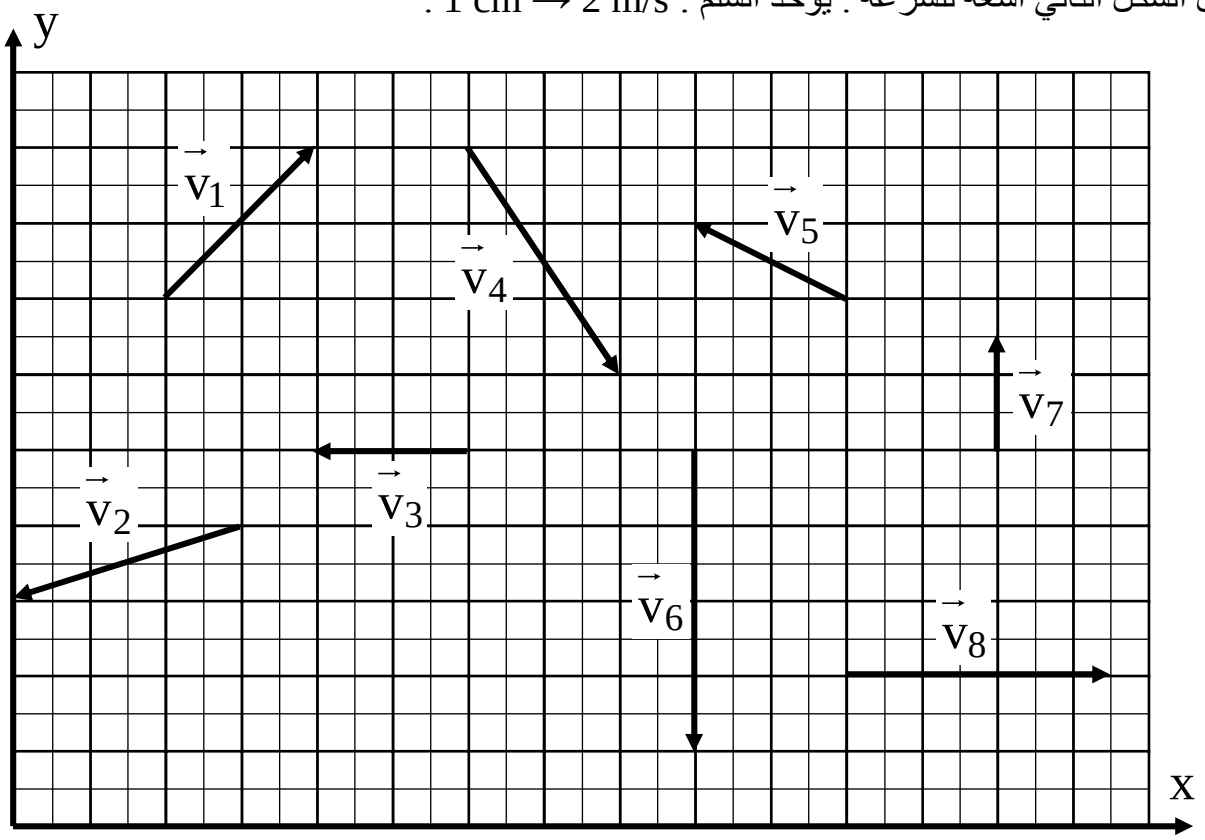
أ- ما هو المعلم المناسب لدراسة هذه الحركة .

ب- في معلم خطي منطبق على مسار الحركة أوجد فواصل النقاط (A) ، (B) ، (C) ، و كذا لحظة مرور المتحرك بهذه النقاط في الحالات التالية :

- مبدأ الأزمنة و الفواصل عند النقطة (A) .
- مبدأ الأزمنة الفواصل عند النقطة (B) .
- مبدأ الأزمنة عند النقطة (B) و مبدأ الفواصل عند النقطة (A) .

عبر عن الحركة في كل مرة باستعمال اللحظة و ما يوافقها من فاصلة .

2- يمثل الشكل التالي أشعة للسرعة . يؤخذ السلم : 1 cm → 2 m/s .



- أكتب أشعة السرعة على الشكل : $\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j}$ ، حيث v_x ، v_y مركبتي شعاع السرعة في معلم مستوي $(o, \vec{i}, \vec{j})$ ، نذكر أن : : $v_x = \pm\|\vec{v}_x\|$ ، $v_y = \pm\|\vec{v}_y\|$ كما أن المركبة v_x أو v_y يكون موجبة (+) إذا كان الشعاع $\vec{v}_x$ أو $\vec{v}_y$ في جهة المحور (ox) أو المحور (oy) ، بينما تكون سالبة (-)إذا كان الشعاع $\vec{v}_x$ أو $\vec{v}_y$ في عكس جهة المحور (ox) أو المحور (oy) . نشير أيضا أن الشعاع $\vec{v}_x$ هو مسقط الشعاع $\vec{v}$ على المحور (ox) ، و الشعاع $\vec{v}_y$ هو مسقط الشعاع على المحور (oy) .

التمرين الثاني : (*)

1- متحرك (S_1) نعتبره نقطي كتلته m ، يتحرك في معلم مستوي ، شعاع موضعه في كل لحظة يعبر عنه بالعلاقة :

$$\vec{r} = (t^3 + 0.5)\ \vec{i} + (2t^2)\vec{j}$$

حيث يقدر الزمن بالثانية و المسافة بالمتر .

أ- عند اللحظة $t = 1\ s$ أوجد :

- بعد المتحرك (S_1) عن مبدأ المعلم d .
- سرعة المتحرك (S_1) .
- تسارع المتحرك (S_1) .

ب- بين اللحظتين $t_1 = 1\ s$ ، $t_2 = 2\ s$ أوجد :

- مقدار الانتقال .
- السرعة المتوسطة .
- التسارع المتوسط .

2- متحرك (S_2) نعتبره كذلك نقطي كتلته m_2 يتحرك في معلم مستوي ، شعاع تسارعه في كل لحظة يعبر عنه بالعلاقة :

$$\vec{a} = (2\,t)\,\vec{i} + \vec{j}$$

- أكتب العبارة اللحظية (الزمنية) لكل من شعاع السرعة $\vec{v}$ و شعاع الموضع $\vec{r}$ علما أنه في اللحظة $t = 0$ يكون : $\vec{v}_0 = 10\,\vec{i} + 2\vec{j}$ ، $\vec{r}_0 = 2\,\vec{i}$.

التمرين الثالث : (**)

I- يتحرك قمر إصطناعي بسرعة ثابتة على مدار دائري نصف قطره r . أكتب العبارات التالية :

1- عبارة شدة القوة المؤثرة على القمر الإصطناعي بدلالة G ، m ، M_T ، r ، حيث G : ثابت الجذب العام ، m : كتلة ا لقمر الإصطناعي ، M_T : كتلة الأرض ، r : نصف قطر مسار القمر الإصطناعي .

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن استنتج عبارة التسارع الناظمي بدلالة G ، M_T ، r .

3- عبارة السرعة اللحظية بدلالة G ، M_T ، r . .

4- عبارة الدور بدلالة v ، r .

5- عبارة الدور بدلالة بدلالة G ، M_T ، r .

6- إثبات أن النسبة $\frac{T^2}{r^3}$ ثابتة من أجل أي قمر اصطناعي .

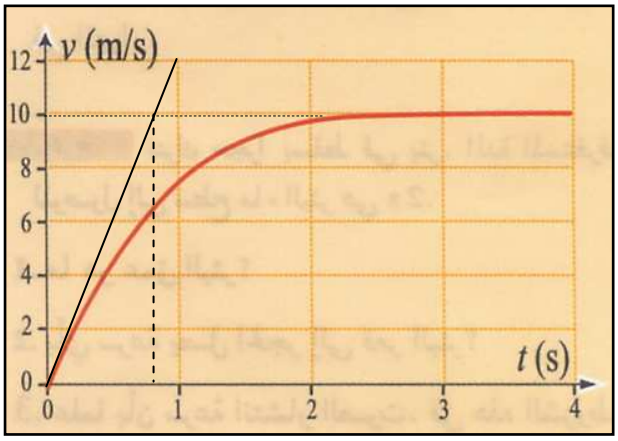
7- ما معنى قمر إصطناعي جيو مستقر . أوجد ارتفاع هذا القمر الإصطناعي على سطح الأرض .

II- كوكب كتلته m يدور حول الشمس ذات الكتلة M متبعا مسارا نعتبره دائريا مركزه o هو مركز عطالة الشمس .
1- بين أن حركة مركز عطالة هذا الكوكب دائرية منتظمة بالنسبة للمرجع الهيليومركزي (كوبرنك) .
2- أوجد عبارة السرعة v بدلالة كل من ثابت الجذب العام G ، كتلة الشمس M و البعد r بين مركزي العطالة لكل من الكوكب و الشمس .
3- اذكر نص قانون كبلر الثالث .
4- كوكبا الأرض و المريخ يدوران حول الشمس على مدارين يمكن اعتبارهما دائريين ، مركزهما هو مركز الشمس o . استنتج قيمة r_m نصف قطر مدار المريخ .

المعطيات :

- كتلة الأرض : $M_T = 5.98 \,.\, 10^{24}$ Kg .
- نصف قطر الأرض : $R = 6.37 \,.\, 10^{6}$ m .
- مدة دوران الأرض حول محورها : T = 23h 56 min .
- ثابت التجاذب الكوني : $G = 6.67 \,.\, 10^{-11}$ SI
- نصف قطر مدار الأرض : $r_t = 150 \,.\, 10^{6}$ km .
- مدة دوران الأرض حول الشمس : $T_t = 365.25$ j .
- مدة دوران كوكب المريخ حول الشمس : $T_m = 687$ j .

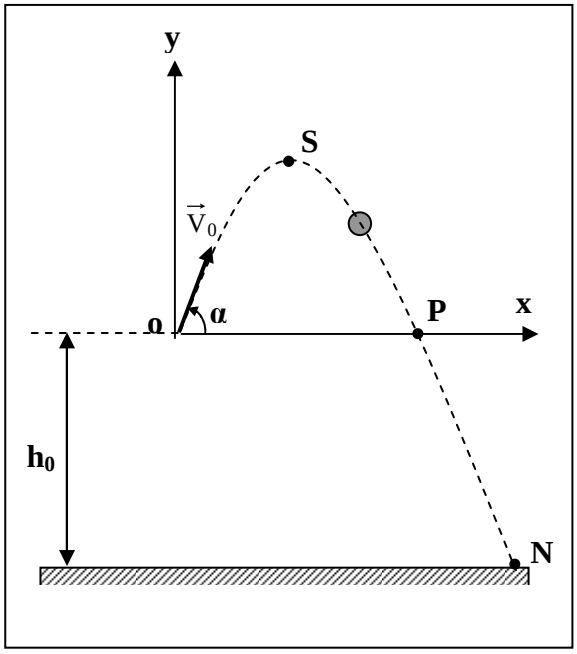
التمرين الرابع : (**)



1- تسقط كرة من المطاط المرن في الهواء دون سرعة ابتدائية ، لقد سمحت دراسة حركة سقوطها الشاقولي بتحديد قيم سرعة مركز عطالتها بدلالة الزمن . فتحصلنا على المنحنى التالي :
أ- كيف نسمي النظامين المختلفين لمثل هذه الحركة ؟
ب- حدد بيانيا : السرعة الحدية ، الزمن المميز .
2- نغمر كليا جسما صلبا حجمه $V = 5.0\ cm^3$ و كتله الحجمية $\rho = 8.9\ g/cm^3$ ، في مائع كتلته الحجمية ρ' .
أ- أحسب ثقل الجسم .
ب- أحسب قيمة دافعة ارخميدس في الحالة التي يكون فيها المائع هو الماء علما أن الكتلة الحجمية للماء هي $\rho' = 1.0\ g.cm^{-3}$.
جـ- أحسب قيمة دافعة أرخميدس في الحالة التي يكون فيها المائع هو الهواء علما أن الكتلة الحجمية للهواء هي : $\rho'' = 1.3 \,.\, 10^{-3}\ g.cm^{-3}$.
3- يسقط شاقوليا مظلي آخر كتلته $m = 100$ kg فيبلغ سرعة ثابتة قيمتها $v = 4.5\ m.s^{-1}$ ، نستطيع خلال السقوط إهمال دافعة أرخميدس أمام القوى الأخرى المطبقة على المظلي و تجهيزه ، نعتبر أن قوة الاحتكاك المطبقة من طرف الهواء على المظلي من الشكل $f = m\,v^2$. يعطى : $g = 9.8\ m/s^2$
أ- أوجد المعادلة التفاضلية لحركة مركز عطالة المظلي و تجهيزه .
ب- فسر لماذا يمكن للسرعة أن تصبح ثابتة .
جـ- أحسب المعامل k الذي يتدخل في قوة الاحتكاك .

التمرين الخامس : (**)

من نقطة o تقع على ارتفاع $h_0 = 5$ m من سطح الأرض نقذف عند اللحظة t = 0 كرة (s) كتلتها m بسرعة ابتدائية $v_0 = 20\ m.s^{-1}$ يصنع شعاعها الزاوية $\alpha = 60°$ ، تهمل كل قوى الاحتكاك و كذا دافعة أرخميدس ، نعتبر مبدأ الأزمنة و الفواصل عند النقطة o . يعطى : $g = 10\ m/s^2$.



1- أدرس طبيعة حركة الكرة .
2- اكتب المعادلات الزمنية للحركة .
3- أكتب معادلة المسار و بين طبيعته .
4- أوجد أقصى ارتفاع تبلغه الكرة بالنسبة للأرض . و ما هو الزمن اللازم لذلك .
5- أوجد مدى الكرة L و كذا الزمن اللازم لذلك .
6- تأكد من أن زمن بلوغ المدى هو ضعف زمن بلوغ الذروة .
7- أحسب المسافة الأفقية بين موضع سقوط الكرة على الأرض و المحور oy .
8- أحسب سرعة الكرة عند المواضع S ، P ، N .
▪ ماذا تلاحظ فيما يخص v_P
▪ أحسب الزاوية التي تصنعها أشعة السرعة المحسوبة سابقا مع المحور ox . مثل كل هذه الأشعة على الشكل .

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr
Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الموضوع و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

sites.google.com/site/faresfergani

أجوبة مفصلة

المحتوى المعرفي : تطور جملة ميكانيكية . **Sujet : 3AS 05 - 01**

التمرين الأول :

1- أ- المعلم المناسب :

يمكن دراسة الحركة المدروسة في معلم فضائي أو مستوي أو معلم خطي ، في هذه الحالة من المستحسن يستعمل المعلم الخطي .

ب- الفواصل و اللحظات :

• مبدأ الأزمنة و الفواصل عند (A) :

	A	B	C
t (s)	0	+ 2	+ 3
x (m)	0	+ 2	+ 5

$t = 0 \rightarrow x = 0$
$t = 2\ s \rightarrow x = 2\ m$
$t = 3\ s \rightarrow x = 5\ m$

• مبدأ الأزمنة و الفواصل عند (B) :

	A	B	C
t (s)	- 2	0	+ 1
x (m)	- 2	0	+ 3

$t = -2\ s \rightarrow x = -2\ m$
$t = 0 \rightarrow x = 0$
$t = +1\ s \rightarrow x = 3\ m$

• مبدأ الأزمنة عند (B) و مبدأ الفواصل عند (A) :

	A	B	C
t (s)	- 2	0	+ 1
x (m)	0	+ 2	+ 5

$t = -2\ s \rightarrow x = 0$
$t = 0 \rightarrow x = 2\ m$
$t = 1\ s \rightarrow x = 5\ m$

2- كتابة $\vec{v}$ على الشكل :

$$\vec{v} = v_x\,\vec{i} + v_y\,\vec{j}$$

- $\vec{v}_1 = 4\vec{i} + 4\vec{j}$
- $\vec{v}_2 = -6\vec{i} - 2\vec{j}$
- $\vec{v}_3 = -4\vec{i}$
- $\vec{v}_4 = 4\vec{i} - 6\vec{j}$
- $\vec{v}_5 = -4\vec{i} + 2\vec{j}$
- $\vec{v}_6 = -8\vec{j}$
- $\vec{v}_7 = 3\vec{j}$
- $\vec{v}_8 = 7\vec{j}$

التمرين الثاني :

1- أ- عند اللحظة $t = 1\ s$:

● بعد الجسم (S_1) عن المبدأ :

يمثل هذا البعد (d) طويلة شعاع الموضع عند اللحظة $t = 0$ أي :

$$d = \|\vec{r}\|_{(t=1)}$$

$$t = 1\ s \rightarrow \vec{r} = ((1)^3 + 0.5)\vec{i} + (2(1)^2)\vec{j} = 1.5\vec{i} + 2\vec{j}$$

$$d = \sqrt{(1.5)^2 + (2)^2} = 2.5\ m$$

● سرعة الجسم النقطي (S_1) :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (3t^2)\vec{i} + (4t)\vec{j}$$

$$t = 1\ s \rightarrow \vec{v} = (3(1)^2)\vec{i} + (4(1))\vec{j} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = 5\ m/s$$

● تسارع النقطة المادية :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = (6t)\vec{i} + (4)\vec{j}$$

$$t = 1\ s \rightarrow \vec{a} = (6.1)\vec{i} + (4)\vec{j} = 6\vec{i} + 4\vec{j}$$

$$\|\vec{a}\| = \sqrt{(6)^2 + (4)^2} = 7.21\ m/s^2$$

ب- بين اللحظتين $t = 1\ s$ ، $t = 2\ s$:

● مقدار الانتقال :

$$\overrightarrow{M_1M_2} = \overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$t_1 = 1\ s \rightarrow \vec{r}_1 = 1.5\vec{i} + 2\vec{j}$$

$$t_2 = 2\ s \rightarrow \vec{r}_1 = 8.5\vec{i} + 8\vec{j}$$

$$\overrightarrow{M_1M_2} = (8.5\vec{i} + 8\vec{j}) - (1.5\vec{i} + 2\vec{j})$$

$$\overrightarrow{M_1M_2} = 8.5\vec{i} + 8\vec{j} - 1.5\vec{i} - 2\vec{j}$$
$$\overrightarrow{M_1M_2} = 7\vec{i} + 6\vec{j}$$
$$\left\|\overrightarrow{M_1M_2}\right\| = \sqrt{(7)^2 + (6)^2} = 9.22\ m$$

● التسارع المتوسط :

$$\vec{a}_m = \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

لدينا سابقا :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (3t^2)\vec{i} + (4t)\vec{j}$$
$$t_1 = 1\ s \rightarrow \vec{v}_1 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$$
$$t_2 = 2\ s \rightarrow \vec{v}_2 = 12\vec{i} + 8\vec{j}$$
$$\overrightarrow{a_m} = \frac{(12\vec{i} + 8\vec{j}) - (3\vec{i} + 4\vec{j})}{2-1}$$
$$\overrightarrow{a_m} = \frac{12\vec{i} + 8\vec{j} - 3\vec{i} - 4\vec{j}}{2-1}$$
$$\overrightarrow{a_m} = \frac{9\vec{i} + 4\vec{j}}{2-1} = 9\vec{i} + 4\vec{j}$$
$$\left\|\overrightarrow{a_m}\right\| = \sqrt{(9)^2 + (4)^2} = 9.85\ m/s^2$$

2- العبارات اللحظية :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 2t\ \ (m/s^2) \\ a_y = 1\ \ \ (m/s^2) \end{cases}$$

نكامل الطرفين بالنسبة للزمن فنجد :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = t^2 + C_1 \\ v_x = t + C_2 \end{cases}$$

من الشروط الابتدائية :

$$t = 0 \rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = 10 \\ v_x = 2 \end{cases}$$

بالتعويض :

$$\begin{cases} 10 = (0)^2 + C_1 \rightarrow C_1 = 10 \\ 2 = (0) + C_2 \rightarrow C_2 = 2 \end{cases}$$

ومنه يصبح :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = t^2 + 10 \\ v_x = t + 2 \end{cases}$$

نكامل الطرفين بالنسبة للزمن فنجد :

$$\vec{r}\begin{cases} x = \frac{1}{3}t^3 + 10\,t + C_1' \\ y = \frac{1}{2}t^2 + 2\,t + C_2' \end{cases}$$

من الشروط الابتدائية :

$$t = 0 \rightarrow \vec{r}\begin{cases} x = 2 \\ y = 0 \end{cases}$$

بالتعويض :

$$\begin{cases} 2 = \frac{1}{3}(0)^3 + 10(0) + C_1' \rightarrow C_1' = 2 \\ 0 = \frac{1}{2}(0)^2 + 2(0) + C_2' \rightarrow C_2' = 0 \end{cases}$$

يصبح :

$$\vec{r}\begin{cases} x = \frac{1}{3}t^3 + 10\,t + 2 \\ y = \frac{1}{2}t^2 + 2\,t \end{cases}$$

التمرين الثالث :

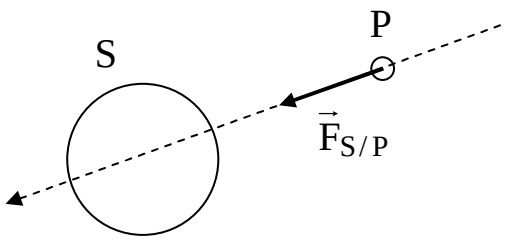
I- 1- عبارة شدة القوة المؤثرة :

حسب قانون الجذب العام يخضع القمر الاصطناعي إلى قوة $\vec{F}_{T/S}$ ناتجة عن جذب الأرض (T) للقمر الاصطناعي (S) و حسب ذات القانون شدة هذه القوة هي :

$$\left\|\vec{F}_{T/S}\right\| = F = G\,\frac{m\,.\,M_T}{r^2}$$

2- عبارة a_n :

- الجملة المدروسة : قمر اصطناعي (S) .
- مرجع الدراسة : مركزي أرضي نعتبره غاليلي .
- القوة الخارجية المؤثرة على الجملة : القوة $\vec{F}$ $(\vec{F}_{T/S})$.



- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$$

$$\sum \vec{F}_{T/S} = m\,\vec{a}$$

بتحليل العلاقة الشعاعية على محور يشمل مركزي الأرض و القمر الاصطناعي و يتجه إلى مركز الأرض يكون :

$$F_{T/S} = m\,a$$

$$G\,\frac{m.M_T}{r^2} = m\,a$$

و حيث أن حركة القمر الاصطناعي دائرية منتظمة يكون : $a = a_n$ ، حيث a_n التسارع الناظمي ومنه يصبح :

$$G\frac{m.M_T}{r^2} = m\,a_n \rightarrow a_n = G\frac{M_T}{r^2}$$

3- عبارة سرعة القمر الاصطناعي حول الأرض بدلالة G ، M_T ، r :

لدينا من جهة :

$$a_n = G\frac{M_T}{r^2}$$

ومن جهة أخرى :

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

ومنه :

$$\frac{v^2}{r} = G\frac{M_T}{r^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{G\,.\,M_T}{r}}$$

4- عبارة الدور بدلالة v ، r :

$$T = \frac{2\pi\,r}{v}$$

5- عبارة الدور بدلالة G ، M_T ، r :

من جهة :

$$v = \sqrt{\frac{G\,.\,M_T}{r}} \rightarrow v^2 = \frac{G\,M_T}{r}$$

و من جهة أخرى :

$$T = \frac{2\pi\,r}{v} \rightarrow v = \frac{2\pi\,r}{T} \rightarrow v^2 = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

ومنه يكون :

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{G\,M_T}{r^2}$$

$$4\pi^2\,r^3 = T^2\,G\,M_T \rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{G\,.\,M_T}}$$

6- إثبات أن النسبة $\frac{T^2}{r^3}$ ثابتة :

مما سبق لدينا :

$$4\pi^2\,r^3 = T^2\,G\,M_T \rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_T}$$

π ، G ، M_T ثوابت ، إذن النسبة $\frac{T^2}{r^3}$ ثابتة بالنسبة لكل الأقمار الاصطناعية .

7- معنى قمر جيو مستقر :

يعني ثابت بالنسبة لنقطة من سطح الأرض رغم دوران الأرض .

- ارتفاع القمر الجيومستقر :

إذا كان z هو ارتفاع القمر الاصطناعي بالنسبة للأرض و كان R هو نصف قطر الأرض نصف قطر مسار القمر الجيومستقر هو : $r = R + z$ و يصبح :

$$\frac{T^2}{(R+z)^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_T}$$

$$(R+z)^3 = \frac{T^2 G\, M_T}{4\pi^2} \rightarrow R + z = \sqrt[3]{\frac{T^2 G\, M_T}{4\pi^2}} \rightarrow z = \sqrt[3]{\frac{T^2\, G\, M_T}{4\pi^2}} - R$$

$$T = (23 \,.\, 3600) + (56 \,.\, 60) = 86160 \text{ s}$$

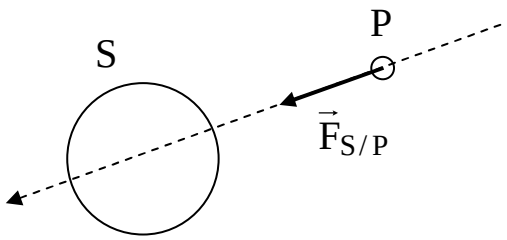
$$z = \sqrt[3]{\frac{(86160)^2 \,.\, 6.67 \,.\, 10^{-11} \,.\, 5.98 \,.\, 10^{24}}{4\pi^2}} - 6.37 \,.\, 10^6 = 35816 \,.\, 10^3 \text{ m} = 35816 \text{ km}$$

II- 1- إثبات أن حركة الكوكب دائرية :

- الجملة المدروسة : كوكب (P) .

- مرجع الدراسة : هيليو مركزي .

- القوى الخارجية المؤثرة : القوة $\vec{F}_{S/P}$ الناتجة عن جذب الشمس للكوكب



- بتطبيق قانون نيوتن الثاني :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$$

$$\vec{F}_{S/P} = m\,\vec{a} \quad ..... (1)$$

$$\vec{a} = \frac{1}{m}\vec{F}_{S/P}$$

كون أن $\vec{F}_{S/P}$ ثابتة في القيمة و أنها متجهة دوما نحو مركز الشمس (مركز المسار) ، يكون كذلك $\vec{a}$ ثابت في القيمة و يتجه دوما نحو مركز المسار ، و هذا لا يتحقق إلا في الحركة الدائرية المنتظمة . إذن حركة الكوكب حول الشمس هي حركة دائرية منتظمة .

ب- عبارة v بدلالة G ، M ، r :

بتحليل العلاقة الشعاعية (1) وفق محور (ox) يشمل مركزي الكوكب و الشمس .

$$F = m\,a$$

$$G\frac{mM}{r^2} = m\,a$$

و حيث أن حركة الكوكب دائرية منتظمة يكون : $a = a_n = \frac{v^2}{r}$ ومنه يصبح :

$$G\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \quad \rightarrow G\frac{M}{r} = v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

3- قانون كبلر الثالث :

يتناسب مربع دور كوكب T مع مكعب نصف قطر مداره r^3 أي :

$$T^2 = \alpha\, r^3$$

أو :

$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3} = \frac{T_3^2}{r_3^3} = \ldots\ldots\ldots\ldots = \alpha$$

بالنسبة لكل الكواكب

حيث α هو ثابت التناسب

4- نصف قطر كوكب المريخ :

بتطبيق قانون كبلر الثاني بالنسبة لكوكب الأرض t و كوكب المريخ m نكتب :

$$\frac{T_t^2}{r_t^3} = \frac{T_m^2}{r_m^3} \rightarrow r_m = \sqrt[3]{\frac{T_m^2 \cdot r_t^3}{T_t^2}}$$

$$r_m = \sqrt[3]{\frac{(687\ J)^2\ (150.10^6\ km)^3}{(365.25\ J)^2}} = 2.28.10^6\ km$$

التمرين الرابع :

1- أ- تسمية النظامين :

- في المجال [0 , 2.3 s] يسمى النظام انتقالي .
- في المجال [2.3 s , 4s] يسمى النظام دائم .

ب- السرعة الحدية v_m و الزمن المميز للسقوط τ :

من البيان مباشرة : $v_m = 10\ m/s$ ، $\tau \approx 0.75\ s$

2- ثقل الجسم :

$$P = m\,g$$

نحسب قيمة m :

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho\, V$$

$$m = 8.9 . 5 = 44.5\ g = 4.45.10^{-2}\ kg$$

ومنه يكون الثقل :

$$P = 4.45\ .\ 10^{-2}\ .\ 9.8 = 0.44\ N$$

ب- قيمة دافعة أرخميدس حيث المائع هو الماء :

دافعة أرخميدس هي ثقل المائع المنزاح عندم يغمر فيه الجسم الصلب و عليه :

$$\Pi = m'\,g = \rho'\,V'\,g$$

حجم الماء المنزاح يساوي حجم الجسم المغمور في الماء و الذي حل محل المائع المنزاح ، أي V = V' ومنه :

$$\Pi = \rho'\,V\,g$$

$$\rho' = 1\,g/cm^3 = 10^{-3}\ kg/cm^3$$

لأن الكتلة تقاس بالكيلوغرام لذلك أخذنا الكتلة الحجمية بـ kg/cm^3 أين قدر الحجم بـ cm^3 .

$$\Pi = 10^{-3} . 5\ .\ 9.8 = 4.9.10^{-2}\ N$$

جـ- دافعة أرخميدس حيث يكون الماء هو الهواء :

$\Pi' = \rho'' V g$

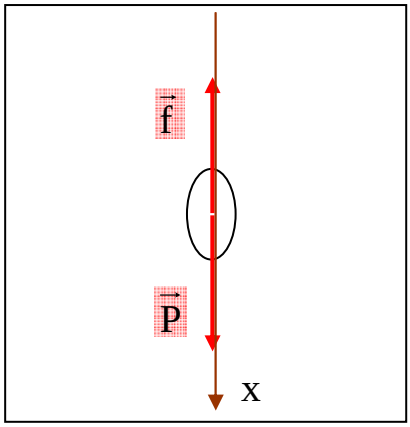
$\rho'' = 1.3.10^{-3}\ g/cm^3 = 1.3.10^{-6}\ kg/cm^3$ $V g$

لأن الكتلة تقاس بالكيلوغرام لذلك أخذنا الكتلة الحجمية بـ kg/cm^3 أين قدر الحجم بـ cm^3 .

$\Pi' = 1.3.10^{-6} . 5 . 9.8 = 6.37.10^{-5}\ N$

3- أ- المعادلة التفاضلية :

- الجملة المدروسة : المظلي و تجهيزه .
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .
- القوى الخارجية المؤثرة : الثقل $\vec{P}$ ، قوى الاحتكاك $\vec{f}$.



- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}_G$$
$$\vec{P} + \vec{f} = m\,\vec{a}_G$$

بتحليل العلاقة الشعاعية وفق محور (ox) شاقولي و متجه نحو الأسفل يكون :

$$P - f = m\,a$$
$$m\,g - kv^2 = ma$$
$$m\,g - k\,v^2 = m\frac{dv}{dt}$$
$$m\frac{dv}{dt} + k\,v^2 = m\,g$$
$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v^2 = g$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى .

ب- تفسير الحركة المستقيمة المنتظمة :

قوة الثقل لا تتغير أثناء الحركة ، في بداية الحركة تكون سرعة الجسم معدومة ، و أثناء الحركة أين تكون حركة (المظلي مع تجهيزه) متسارعة ، تزداد قوة الاحتكاك تدريجيا إلى أن تصبح مساوية للثقل في الشدة $P = f$ ، و بالعودة إلى قانون نيوتن الثاني نجد في هذه الحالة :

$P - f = m\,a$

$P - P = m\,a \rightarrow a = 0 \rightarrow v$ (ثابتة)

أين أن السرعة تصبح تتزايد تدريجيا أن أن تثبت و تصبح عندئذ الحركة مستقيمة منتظمة ,

جـ- قيمة k :

قيمة k ثابتة لا تتعلق بالزمن و عليه يمكن حسابها في أي لحظة من اللحظات .

- نختار اللحظة التي تكون فيها سرعة (المظلي مع تجهيزه) ثابتة و حدية أي :

$$v = v_m = \text{ثابت} \rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$$

و منه تصبح المعادلة التفاضلية :

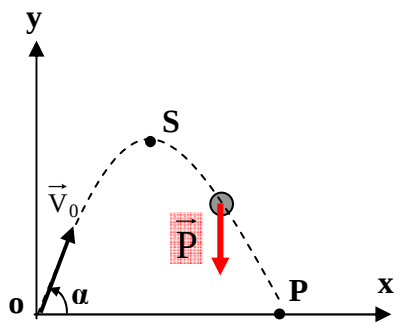
$$\frac{k}{m} v_m^{\,2} = g \quad \rightarrow k = \frac{g\,.\,m}{v_m^{\,2}}$$

$$k = \frac{9.8\,.100}{(4.5)^2} = 48.4\ \text{kg/m}$$

التمرين الخامس :

1- طبيعة الحركة :

- الجملة المدروسة : كرة.
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .
- القوى الخارجية المؤثرة : الثقل $\vec{P}$.



- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$$

$$\vec{P} = m\,\vec{a}$$

بتحليل العلاقة الشعاعية وفق المحورين (ox) ، (oy) :

$$\begin{cases} P_x = m\,a_x \\ P_y = m\,a_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = m\,a_x \\ -P = m\,a_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = m\,a_x \\ -m\,g = m\,a_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

- مسقط حركة الكرة على المحور ox هي حركة مستقيمة منتظمة .
- مسقط حركة الكرة على المحور oy هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

2- المعادلات الزمنية :

لدينا سابقا :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

نكامل الطرفين بالنسبة للزمن فنجد :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = C_1 \\ v_x = -g\,t + C_2 \end{cases}$$

من الشروط الابتدائية :

$$t = 0 \rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = v_0 \sin\alpha \end{cases}$$

بالتعويض :

$$\begin{cases} v_0 \cos\alpha = C_1 \rightarrow C_1 = v_0 \cos\alpha \\ v_0 \sin\alpha = -g\,(0) + C_2 \rightarrow C_2 = v_0 \sin\alpha \end{cases}$$

ومنه يصبح :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = -g\,t + v_0 \sin\alpha \end{cases}$$

تطبيق عددي :

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = 10 \\ v_y = -10\,t + 10\sqrt{3} \end{cases}$$

نكامل طرفين عبارة السرعة بالنسبة للزمن فنجد :

$$\vec{r} \begin{cases} x = v_0 \cos\alpha\, t + C_1' \\ y = -\frac{1}{2} g\,t^2 + v_0 \sin\alpha\, t + C_2' \end{cases}$$

من الشروط الابتدائية :

$$t = 0 \rightarrow \vec{r} \begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \end{cases}$$

بالتعويض :

$$\begin{cases} 0 = v_0 \cos\alpha\,(0) + C_1' \rightarrow C_1 = 0 \\ 0 = -\frac{1}{2} g\,(0)^2 + v_0 \sin\alpha(0) + C_2' \rightarrow C_2 = 0 \end{cases}$$

يصبح :

$$\vec{r} \begin{cases} x = v_0 \cos\alpha\, t \\ y = -\frac{1}{2} g\, t^2 + v_0 \sin\alpha\, t \end{cases}$$

تطبيق عددي :

$$\vec{r} \begin{cases} x = 10\, t \\ y = -5\, t^2 + 10\sqrt{3}\, t \end{cases}$$

3- معادلة المسار و طبيعته :

من المعادلة $x = f(t)$:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$$

بالتعويض في $y(t)$:

$$y = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin\alpha \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)$$

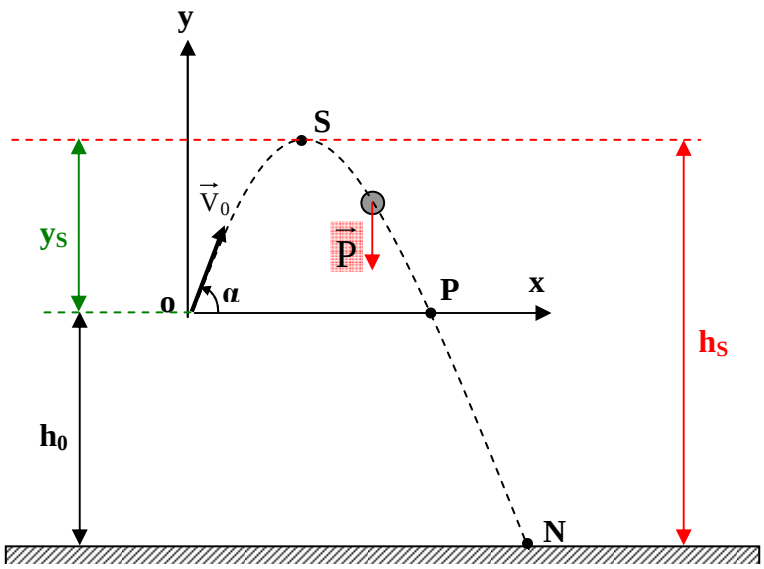
$$y = -\frac{g}{2 v_0^2 \cos\alpha^2} x^2 + \tan\alpha\, x$$

تطبيق عددي :

$$y = -0.05\, x^2 + \sqrt{3}\, x$$

و هي معادلة قطع مكافئ . إذن مسار الكرة عبارة عن قطع مكافئ .

4- أقصى ارتفاع تبلغه الكرة :



$h_S = y_S + h_0$ ..... (1)

عند (S) أي عند الذروة يكون $v_{yS} = 0$.

بالتعويض في العبارة $v_y(t)$ نجد :

$0 = -10\, t_S + 10\sqrt{3}$

$10\, t_S = 10\sqrt{3} \rightarrow t_S = \sqrt{3}$ s

بالتعويض في عبارة $y(t)$:

$y_S = -5\,(\sqrt{3})^2 + 10\sqrt{3}\,(\sqrt{3}) = 15$ m

ومن العلاقة (1) يصبح :

$h_S = 15 + 5 = 20$ m

و هو أقصى ارتفاع تبلغه الكرة بالنسبة للأرض .

5- مدى الكرى :

$L = x_P$

عند بلوغ المدى (P) يكون : $y_P = 0$ ، بالتعويض في معادلة المسار نجد :

$0 = -0.05\, x_P^2 + \sqrt{3}\, x_P$

$0.05\, x_P^2 = \sqrt{3}\, x_P$

$x_P = \dfrac{\sqrt{3}}{0.05} = 20\sqrt{3}$ m

و هو مدى الكرة .

- الزمن اللازم لبلوغ المدى :

لدينا : $x_P = 20\sqrt{3}$ بالتعويض في العبارة $x(t)$ يكون :

$20\sqrt{3} = 10\, t_P \rightarrow t_P = 2\sqrt{3}$

6- التأكد من أن $x_P = 2x_S$ ، $t_P = 2t_S$:

- $x_P = 20\sqrt{3}$, $x_S = 10\sqrt{3} \rightarrow x_P = 2\, x_S$
- $t_P = 2\sqrt{3}$, $t_S = \sqrt{3} \rightarrow t_P = 2\, t_S$

7- المسافة الأفقية بين موضع سقوط الكرة على الأرض (N) و المحور (oy) :

لدينا : $y_N = -h_0 = -5$ بالتعويض في معادلة المسار نجد :

$-5 = -0.05\, x_N^2 + \sqrt{3}\, x_N$

$0.05\, x_n^2 - \sqrt{3}\, x_N - 5 = 0$

$\Delta = 4 \rightarrow \sqrt{\Delta} = 2$

$x_{N1} = \dfrac{\sqrt{3} - 2}{2 \,.\, 0.05} = -2.68$ m (مرفوض)

$x_{N2} = \dfrac{\sqrt{3} + 2}{2 \,.\, 0.05} = 37.32$ m (مقبول)

إذن المسافة الأفقية بين موضع سقوط الكرة على الأرض (N) و المحور (oy) هي 37.32 m .

8- سرعة الكرة عند المواضع S ، P ،N :

عند الموضع (S) :

لدينا : $t_S = \sqrt{3}\,s$ بالتعويض في $\vec{v}$:

$$\vec{v}_S \begin{cases} v_{xS} = 10\,m/s \\ v_{yS} = -10(\sqrt{3}) + 10\sqrt{3} = 0 \end{cases}$$

$$v_S = \|\vec{v}_S\| = \sqrt{(10)^2 + (0)^2} = 10\,m/s$$

عند الموضع (P) :

لدينا : $t_S = 2\sqrt{3}\,s$ بالتعويض في $\vec{v}$:

$$\vec{v}_P \begin{cases} v_{xP} = 10\,m/s \\ v_{yP} = -10(2\sqrt{3}) + 10\sqrt{3} = -10\sqrt{3}\ m/s \end{cases}$$

$$v_P = \|\vec{v}_P\| = \sqrt{(10)^2 + (-10\sqrt{3})^2} = 20\,m/s$$

عند الموضع (N) :

نحسب أولا الزمن اللازم لبلوغ الموضع (N) .

- لدينا $x_N = 37.32\,m$ بالتعويض في x(t) :

$$37.32 = 10\,t_N \rightarrow t_N = 3.73\,s$$

بالتعويض في $\vec{v}$:

$$\vec{v}_N \begin{cases} v_{xN} = 10\,m/s \\ v_{yN} = -10(3.73) + 10\sqrt{3} = -20\,m/s \end{cases}$$

$$v_S = \|\vec{v}_S\| = \sqrt{(10)^2 + (-20)^2} = 23.36\,m/s$$

• الملاحظة فيما يخص v_0 ، v_P:

نلاحظ أن $v_0 = v_P$ و هذا يعني أن في غياب تأثير الهواء على الكرة فإن الكرة تعود بنفس السرعة التي رميت بها .

• الزاوية التي يصنعها شعاع السرعة مع المحور (ox) :

$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x}$$

الموضع (S) :

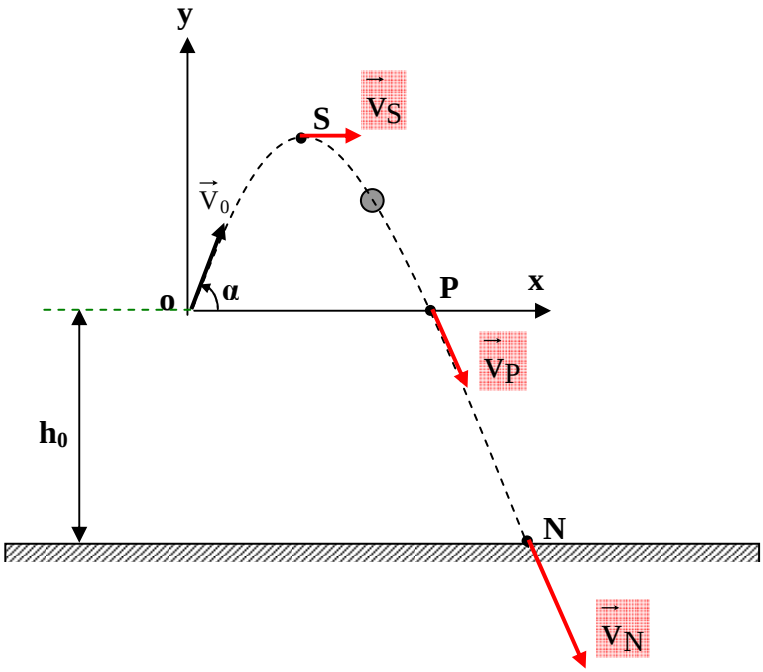
$$\tan(\alpha_S) = \frac{v_{yS}}{v_{xS}} = 0 \rightarrow \alpha_S = 0$$

الموضع (P) :

$$\tan(\alpha_P) = \frac{v_{yP}}{v_{xP}} = \frac{-10\sqrt{3}}{10} = -\sqrt{3} \rightarrow \alpha_S = -60°$$

الموضع (N) :

$$\tan(\alpha_N) = \frac{v_{yN}}{v_{xN}} = \frac{-20}{10} = -2 \rightarrow \alpha_N = -70.5°$$



** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr
Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الموضوع و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

sites.google.com/site/faresfergani