3- القوة والحركة المنحنية

تصميم الدرس

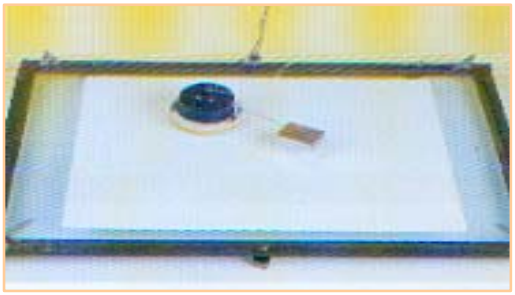
I. تمهيد
II. الحالة العامة : الحركة المنحنية
III. تطبيق: على الحركة الدائرية المنتظمة
IV. تطبيق : حركة قذيفة
V. تطبيق :إطلاق قمر اصطناعي
VI. أسئلة التقويم الذاتي
VII. أجوبة التقويم الذاتي

تمهيد

رأينا في الوحدتين السابقتين ، كيف تؤثر قوة $\vec{F}$ على حركة جسم ما أثناء حركته المستقيمة ، حيث تحدث تغيرا $\Delta \vec{V}$ في شعاع سرعته.

سنرى في هذه الوحدة ، كيف تؤثر قوة $\vec{F}$ على حركة جسم ما في حركة منحنية.

3 ـ 1 الحالة العامة : الحركة المنحنية



نقذف من جديد على الطاولة الهوائية الأفقية، جسما مربوطا إلى نهاية خيط مطاطي، ونهايته الثانية مثبتة إلى النقطة الثابتة O من طاولة.

نسجل حركة مركز عطالته G.

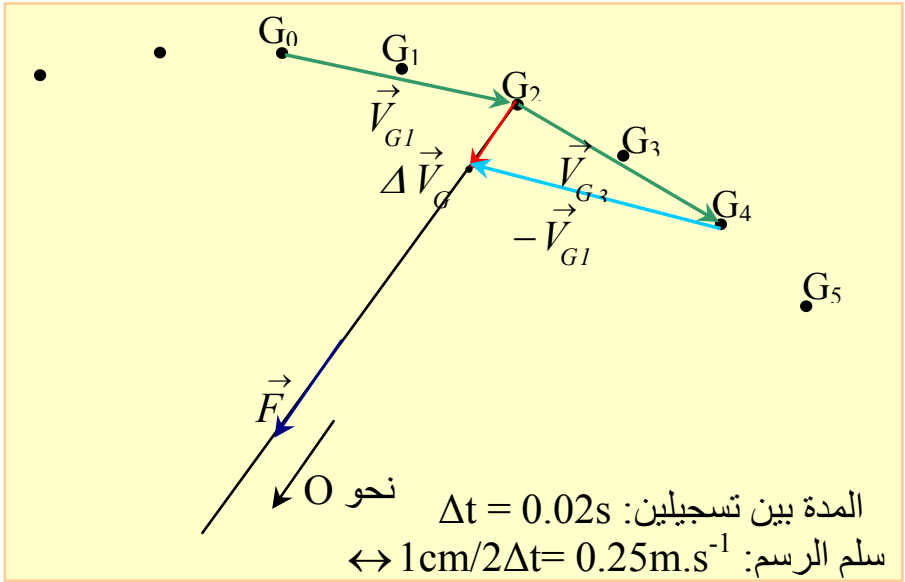
كيف سيكون مساره ، وهل يمكن أن يحافظ علىسرعته ؟ تبين الوثيقة المرفقة تسجيلا لبعض النقاط من مساره بالقدر الحقيقي. نمثل التغير في شعاع السرعة $\Delta \vec{V}_G$ للجسم في النقطة G_2 الموافقة اللحظتين المتقاربتين t_1 و t_3 المؤطرتان للحظة t_2 .

طريقة العمل: حسب السلم المختار

ـ $\vec{V}_{G1}$ هو شعاع السرعة في النقطة G_1 الموافقة للحظة t_1. ويمثل بالشعاع $\overrightarrow{G_0G_2}$.

ـ $\vec{V}_{G3}$ هو شعاع السرعة في النقطة G_3 الموافقة للحظة t_3. ويمثل بالشعاع $\overrightarrow{G_2G_4}$.

ـ يمكن اعتبار الشعاع $\Delta \vec{V}_G = \vec{V}_{G3} - \vec{V}_{G1}$ المرسوم في الوضع G_2 مساويا تقريبا للتغير في شعاع السرعة للنقطة G، بين اللحظتين المتقاربتين t_1 و t_3 المؤطرتان للحظة t_2.



ـ نمثل $\Delta\vec{V}_G$ بالشعاع $\overrightarrow{G_2G} = \overrightarrow{G_2G_4} - \overrightarrow{G_0G_2}$

للشعاع $\Delta\vec{V}_G$ نفس منحى الخيط المطاطي :أي له نفس منحى وجهة القوة $\vec{F}$ المطبقة من طرف الخيط على الجسم في اللحظةt_2 .

تطبيق عددي :

$$G_2G_0 = 0.9cm$$

ومنه:

$$//\Delta\vec{V}_G// = 0.9 \times 0.25 = 0.225cm.s^{-1}$$

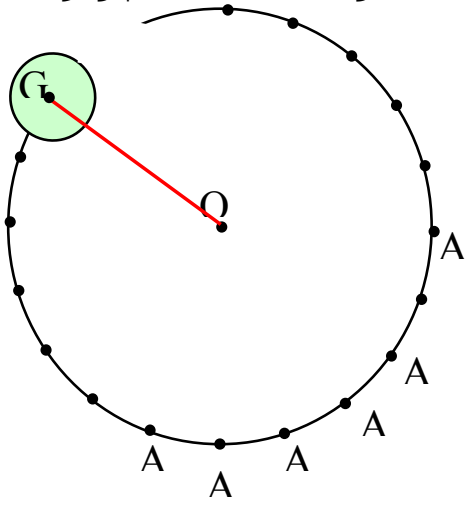
نتيجة:

القوة أو مجموعة القوى غير المتعادلة، و المطبقة على جسم صلب، تؤدي إلى تغيير سرعته.

3 ـ 2 تطبيق على الحركة الدائرية المنتظمة

نريد أن تبقى سرعة الجسم ثابتة أثناء حركته الدائرية، كيف ستكون العلاقة بين القوة المطبقة على الجسم وسرعته؟

تجربة:

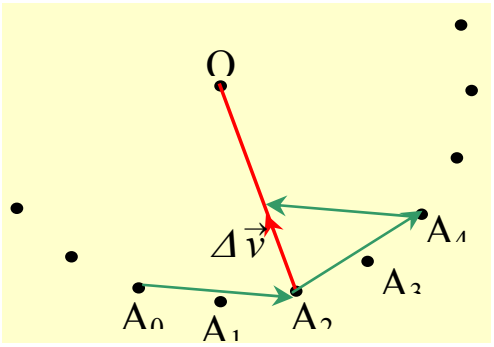


نقذف من جديد على الطاولة الهوائية الأفقية،
جسما مربوطا إلى نهاية خيط ، ونهايته الثانية
مثبتة إلى النقطة الثابتة O من طاولة.
تبين الوثيقة المرفقة تسجيلا للأوضاع المتتابعة
لمركز عطالة الجسم G خلال مجالات زمنية متتالية
ومتساوية .

ـ ما هي طبيعة حركة النقطة G؟

ـ عين التغيرفي شعاع السرعة بين اللحظتين t_1 و t_3. ماذا تستنتج؟

ـ لاحظ أن النقاط التي يشغلها مركز عطالة الجسم G تقع على محيط لدائرة مركزها O ، وهي متساوية الأبعاد، والمدة هي نفسها بين تسجيل
نقطتين متتاليتين: الحركة دائرية منتظمة.



ـ مثل شعاعي السرعة $\vec{V}_1$ و $\vec{V}_3$ في اللحظتين t_1 و t_3 :

ـ ارسم الشعاع ($-\vec{V}_1$) ثم نمثل ($\Delta\vec{V}$)

محصلة الشعاعين ($\vec{V}_3$) و ($-\vec{V}_1$).

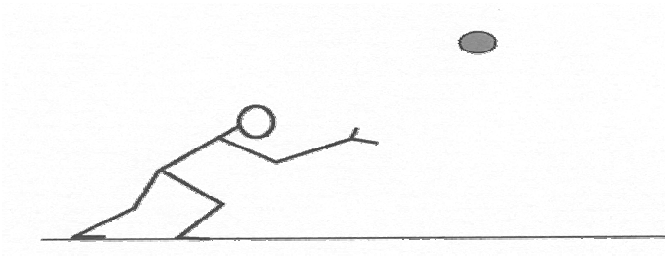
ـ لاحظ أن الشعاع $\Delta\vec{V} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$ المرسوم في الوضع A_2 يمثل التغير في شعاع السرعة للنقطةA .لهذا الشعاع منحى نصف قطر المسار الدائري ، وموجه نحوالمركزO.

ـ للشعاع $\Delta\vec{V}_G$ نفس جهة القوة $\vec{F}$ غير المتعادلة المطبقة من طرف الخيط المشدود على الجسم.

نتيجة:

للحصول على حركة دائرية منتظمة يجب التأثير على الجسم بقوة تبقى عمودية على المسار الدائري لمركز الجسم وموجهة نحو مركز المسار.

3 ـ 3 تطبيق: حركة قذيفة



تقذف كرة حديدية(s) من طرف لاعب.

تبين الصورة المرفقة، تسجيلا للتجربة بواسطةcaméscope .يلتقط جهاز التصوير 25 صورة في الثانية ، أي أن الزمن الفاصل بين صورتين هو:

$\Delta t = 1/25 = 0.04s$

يمكن دراسة الحركة بواسطة جهاز الإعلامالآلي. الصورة المرفقة تبين حركة مركز الكرة.لتعين سرعة الكرة في لحظة كيفية t_i ، يمكن اعتبار أن هذه السرعة تبقى ثابتة تقريبا خلال مجال $M_{i-1}M_{i+1}$ الذي يؤطر (يحصر) النقطة M_i .

أي أنه يمكن حساب السرعة اللحظية،وكأننا نحسب السرعة المتوسطة خلال هذا المجال. وتكون النتيجة أحسن كلما كان المدة $2\Delta t$ أقل.

في هذه التجربة: $2\Delta t = s\ 0.08$

$$V_i(t_i) = V_i = \frac{\overset{\frown}{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\Delta t}$$

حيث أن القوس $\overset{\frown}{M_{i-1}M_{i+1}}$ صغير جدا ، يمكن اعتبار طوله مساويا للمسافة بين هذين النقطتين والتي نرمز لها بالرمز d_i.

تحدد المسافات d_iمباشرة بواسطة الجهاز باستعمال.إمكانيات البرنامج(logiciel) كما يمكن قياسها مباشرة مع الأخذ بعين الاعتبار السلم.

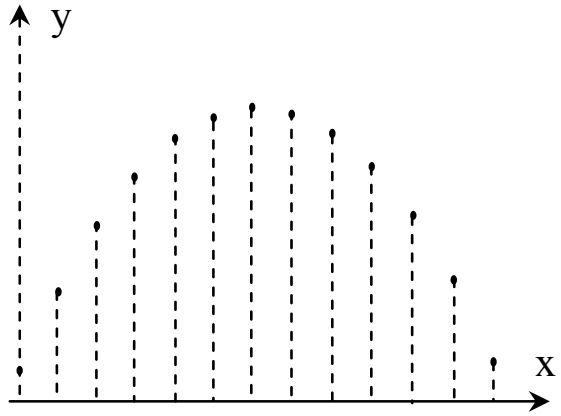
من أجل قيم المسافاتd_i وكذا قيم السرعة اللحظية الموافقة، تسجل النتائج في الجدول الآتي:

النقطة	M_1	M_4	M_7	M_{10}	M_{13}	M_{16}	M_{19}	M_{22}	M_{25}	M_{28}
(s) t_i	0.04	0.16	0.28	0.40	0.52	0.64	0.76	0.88	1.00	1.12
(m)d_i	0.55	0.50	0.40	0.32	0.30	0.24	0.27	0.30	0.33	0.42
$(ms^{-})V_i$	6.8	6.2	5.0	4.0	3.8	2.9	3.4	3.7	4.2	5.3

أ ـ دراسة الحركة الأفقية للكرة :

نقوم بإسقاط مواضع الكرة على محور أفقي.

ثم قياس مختلف المسافات بين هذه المساقط.



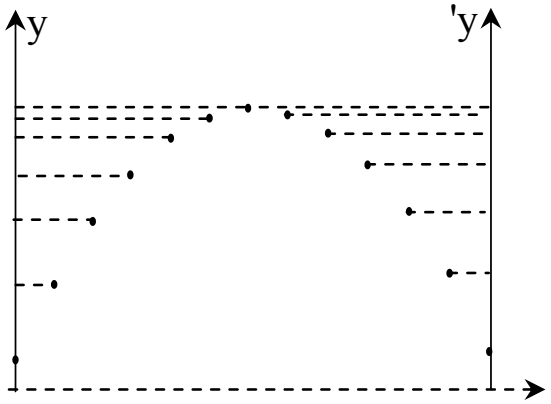
الاستنتاج:

السرعة الأفقية تحافظ على نفس القيمة، والحركة الأفقية مستقيمة منتظمة عمليا.

ب ـ دراسة الحركة الشاقولية للكرة:

نقوم بإسقاط مواضع الكرة على محورين شاقوليين:

الأول خاص بمواضع الكرة أثناء الصعود ، والآخر خاص بمواضع الكرة أثناء النزول، ثم قياس مختلف المسافات بين هذه المساقط.



الاستنتاج:

تتناقص قيمة السرعة الشاقولية للكرة خلال مرحلة الصعود ، ثم تتزايد أثناء مرحلة النزول.أي أن الحركة الشاقولية متغيرة.

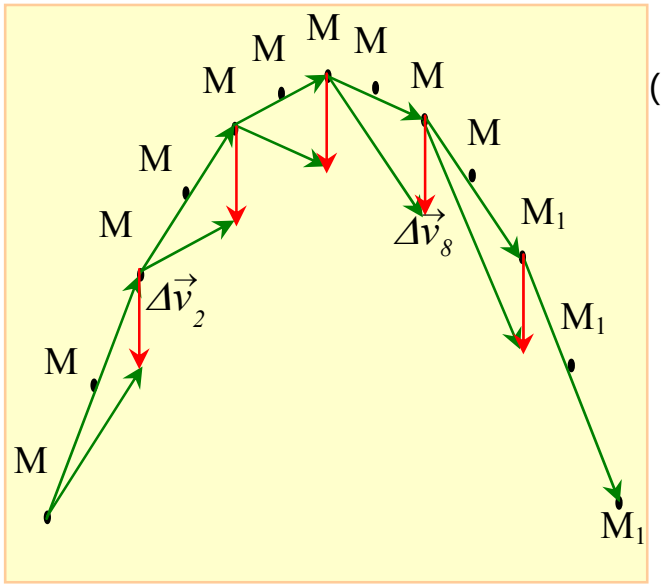
جـ- ما هو الفعل المؤثر على الكرة أثناء الحركة؟

- مثل شعاعي السرعة $\vec{V}_{i-1}$ و $\vec{V}_{i+1}$ ثم نمثل ($\Delta \vec{V}_i$)

- لاحظ أن الشعاع $\Delta \vec{V}_i = \vec{V}_{i+1} - \vec{V}_{i-1}$

المرسوم في عدة أوضاع يمثل التغير في شعاع السرعة للنقطة M.

- للشعاع $\Delta \vec{V}_i$ نفس جهة القوة المطبقة على الكرة ، والذي يمثل فعل جذب الأرض لها:



هذه القوة هي قوة "الثقل" ويرمزلها بالرمز $\vec{F}_{T/S}$.

يهمل كل من فعل الهواء ،ودافعة أرخميدس على الكرة أمام قوة الثقل.

الخلاصة:

يكون مسار حركة مركز قذيفة (S) منحنيا (على شكل قطع مكافئ)؛ تتناقص قيمة السرعة أثناء الصعود، وتتزايد أثناء النزول.

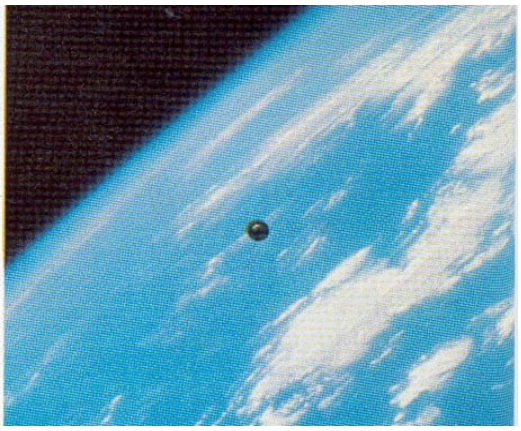
إن الفعل المتسبب في حركة القذيفة هو جذب الأرض للجسم، ويرمز له بالرمز $\vec{F}_{T/S}$ والذي يسمى قوة الثقل.

3ـ 4 تطبيق: إطلاق قمر اصطناعي

الهدف هو محاكاة إطلاق قذيفة بجوار الأرض ، مع تغيير شروط الإطلاق.
لدينا جسم ما ندعوه " قذيفة" كتلته m ، يمكن اطلاقه من الأرض أو من جوارها. نريد أن نبين أن شروط الاطلاق (السرعة ، زاوية القذف α) لها تأثير على المسار.

3 ـ 4 ـ 1 كيف نضع قمرا اصطناعيا في مدار حول الأرض ؟

لوضع قمر اصطناعي في مدار حول الأرض، يجب دفعه بواسطة صاروخ من على ارتفاع h أكبر من حوالي 200 km ، خارج الغلاف الجوي ، حيث تعطى له سرعة أفقية، والتي يجب أن تكون كافية حتى لا يسقط على الأرض من جديد. ويكون القمر الاصطناعي عندئذ في مداره حول الأرض.



قمر اصطناعي يدور حول الأرض تحت تأثير الجاذبية الأرضية. إذا منع من الدوران سيسقط سقوطا حرا

لدراسة حركة الأقمار الاصطناعية أو الأجسام الفلكية التي تقترب من الأرض، تستعمل برامج محاكاة الإعلام الآلي.

ـ شروط الاطلاق:

ـ الارتفاع.
ـ موقع قاعدة الاطلاق (بالدرجات بالنسبة لخط الاستواء).
ـ السرعة الابتدائية.
ـ الزاوية بين السرعة الابتدائيةو الشاقول.

يمكن استعمال برنامج إعلام آلي مثل (satellite) لإجراء بعض النشاطات .
بمساعدة برنامج المحاكاة ، يمكن إجراء مجموعة من تجارب القذف لفهم تأثير مختلف العوامل على مسار القمر الاصطناعي.

ـ **القمر الاصطناعي جيو ساكن** (Satellite géostationnaire)

ـ تستعمل في الاتصالات الأقمار الاصطناعية الجيو ساكنة ، أي التي تظهر ساكنة في السماء عند رصدها من الأرض.

دور هذا القمر الاصطناعي (مدة دورة واحدة) و هو يدور في مستوى خط الاستواء على ارتفاع 36000 km بسرعة قدرها 3078 m/s هو :

T =24h *(يوم واحد).*

يبقى الارتفاع و السرعة ثابتين: الحركة دائرية.

الخلاصة:

- تفسر حركة الأقمار الاصطناعية بالنسبة للأرض (في حركة دائرية منتظمة) نتيجة قوة جاذبة عن بعد تؤثر بها الأرض على القمر الاصطناعي ، تدعى قوة جذب الأرض ، يرمز لها بالرمز: $\vec{F}_{T/C}$

- يتطلب وضع قمر صناعي حول الأرض في مسار دائري نصف قطره محدد ، شروطا خاصة مرتبطة بالسرعة ، والارتفاع.

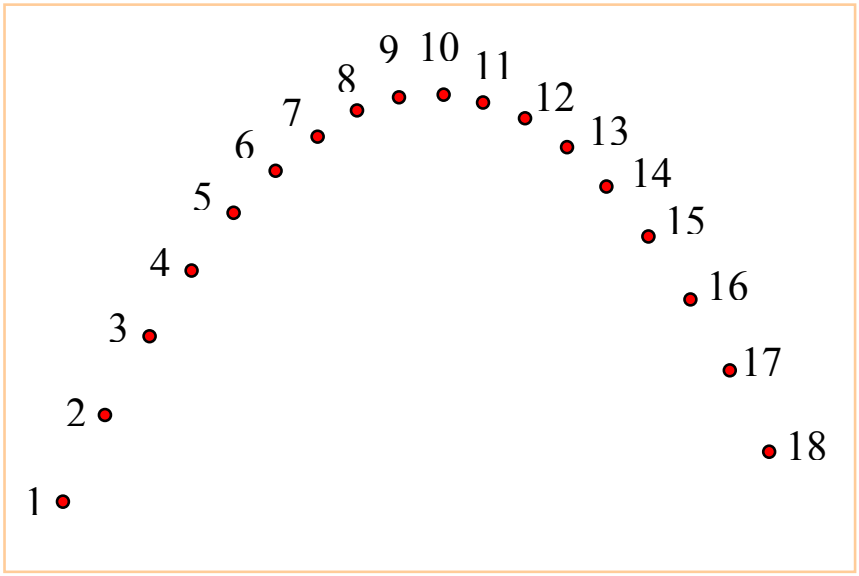
إذا لم تتوفر هذه الشروط ، فإن القمر الاصطناعي :

- سيسقط على الأرض.
- سيبتعد باستمرار عن الأرض.
- سيكون مساره مغلقا بيضاويا (ellipse).

3-5أسئلة التقويم الذاتي

يبن التسجيل المرفق الأوضاع المتتالية لحركة كرة مقذوفة في مرجع أرضي.المدة الزمنية بين وضعين متتاليين للكرة هو 0.10 s .

السلم : $cm1.0$ على الشكل يوافق 0.90 m في الواقع.



1 ـ كيف تتغير سرعة الكرة من الوضع 1 إلى الوضع 7 ؟ علل إجابتك دون حساب.

2 ـاحسب السرعة اللحظية للكرة عندما تكون في الوضع 3 ثم في الوضع 7 . هل يمكن الإجابة على السؤال المطروح في 1 ؟

6-3 أجوبة التقويم الذاتي:

1 ـ يلاحظ تناقص في قيمة المسافة بين وضعين متتاليين. أي تناقص قيمة سرعة الكرة.

2 ـ السرعة :

لدينا : $V_3 \approx \frac{M_2 M_4}{2\Delta t}$

على الشكل : $M_2M_4 \approx 1.7cm$

ومنه : $V_3 \approx \frac{1.7 \times 0.9}{0.2}$

$v_3 \approx 7,7\ m.s^{-1}$

بإتباع نفس الطريقة نجد :

$$V_7 \approx \frac{M_6 M8}{2\Delta t}$$

$V_7 \approx 4,5\ m.s^{-1}$

يلاحظ أن قيمة السرعة تتناقص فعلا .