2- القوة والحركات المستقيمة

تصميم الدرس

تمهيد

I. العلاقة بين قوة $\vec{F}$ والتغير في السرعة $\Delta\vec{V}$

II. الخلاصة

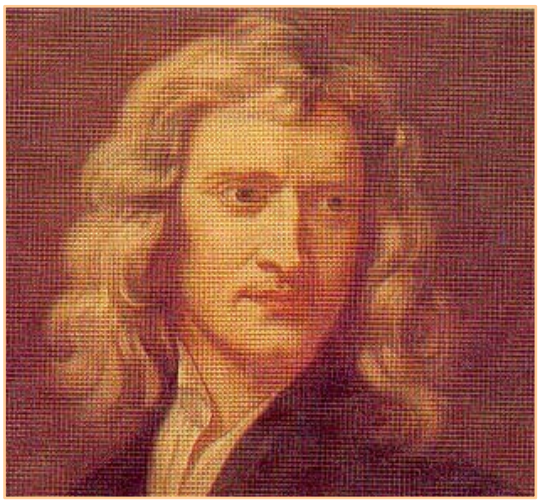
III. تمرين

تمهيد:

كان أرسطو (384 ـ 322 ق.م) يعتقد أن الحركة تتطلب وجود قوة حتى تتم بسرعة ثابتة:" **إن الجسم المتحرك يتوقف عندما تتوقف القوة المؤثرة عليه عن دفعه**".

بقي هذا التصور سائدا ، حتى جاء غاليلي (1642 ـ 1564) ، فهو أول من صرح بأن حركة جسم صلب على مستوي أفقي أملس(غير خشن) لا تحتاج إلى قوة حتى تستمر إلى ما لا نهاية (مادام المستوي الأفقي يسمح لها بذلك) .

ثم جاء نيوتن في القرن الثامن عشر(1642 ـ 1727)، ومعه ظهر أول قانون في الميكانيك والذي يعتبر اللبنة الأولي في بناء " الميكانيك الكلاسيكي" .



القانون الأول لنيوتن:

" يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغيير حالته الحركية".

سنحاول في هذا الوحدة فهم دور القوة في حركة جسم صلب ، حيث يكون بصفة عامة في تأثير متبادل مع أجسام أخرى تؤثر على حركته أو على توازنه.

إسحاق نيوتن (Issac Newton 1662-1727).

عالم رياضي وفيزيائي إنجليزي.هو مؤسس الميكانيك الكلاسيكي، والذي يطلق عليه في كثير من الأحيان ميكانيك نيوتن.

أعماله الرئيسية كانت تتمحور حول طبيعة الضوء الأبيض ، التجاذب الكوني.

2 ـ 1 العلاقة بين قوة $\vec{F}$ والتغير في السرعة $\Delta\vec{V}$

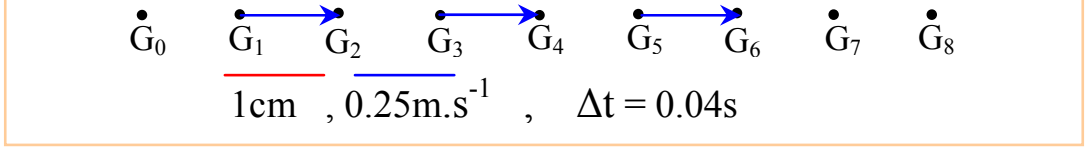
تجربة1:

يقذف متحرك محمول ذاتيا،على طاولة هوائية أفقية.

تترك إحدى نقاط الجسم (مركز عطالته)الآثار المبينة في التسجيل المرفق، والتي تمثل مساره، خلال مجالات زمنية متعاقبة ومساوية لـ $\Delta t = 0.04s$

نلاحظ أن مختلف النقاط تقع على استقامة واحدة ومتساوية الأبعاد فيما بينها : الحركة مستقيمة منتظمة.

متحرك محمول ذاتيا

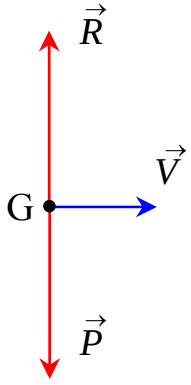


$1cm$, $0.25m.s^{-1}$, $\Delta t = 0.04s$

ـ نحسب سرعة مركز العطالة G:

$$V_{G1} = \frac{G_0G_2}{2\Delta t} = \frac{0,02}{0,08} = 0.25 \ \ m.s^{-1}$$

نلاحظ أن شعاع السرعة ثابت، و التغير في شعاع السرعة معدوم في كل لحظة. $\Delta\vec{V} = \vec{0}$.



$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

$\vec{P}$ و $\vec{R}$ قوتان متعادلتان

$\vec{V}$ = ثابت

القوتان اللتان يخضع لهما الجسم المتحرك هما:

ـ قوة الثقل $\vec{P}$ (قوة بعدية تمثل جذب الأرض للجسم).

ـ قوة رد فعل الطاولة $\vec{R}$ (قوة تلامسية شاقولية تمثل فعل الهواء المدفوع والذي يعادل قوة الثقل).

الاستنتاج :

$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

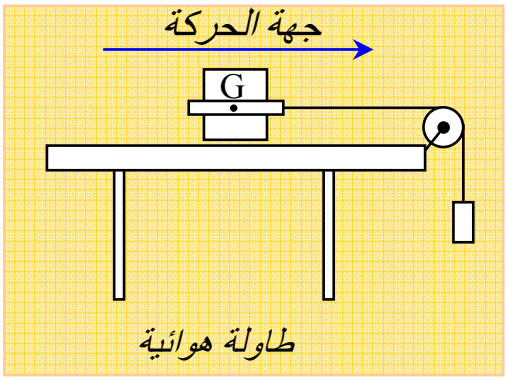
أي أن الجسم ينزلق على الطاولة دون احتكاكات بفضل الوسادة الهوائية.

القنون الأول لنيوتن :

"يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخّل قوة لتغيير حالته الحركية".

إن الحالة التي تكون فيها حركة مركز عطالة جملة مستقيمة منتظمة ، نادرة عمليا. سنرى في الفقرات الموالية، كيف أنه إذا كانت حركة جسم ليست مستقيمة منتظمة فإنّه بالضرورة خاضع لقوى غير متعادلة.

تجربة2: حالة حركة مستقيمة متسارعة.



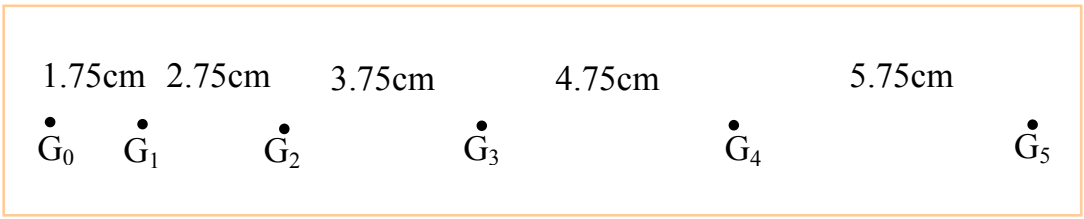
ـ يحقق التركيب المبين في الشكل المرفق.تترك الجملة لذاتها دون سرعة ابتدائية. القوى المؤثرة على الجسم المتحرك S:

ـ *دراسة التغير في سرعة مركز عطالة الجسم:*

أثناء حركة الجسم S ، تترك إحدى نقاطه(مركز عطالته) الآثار المبينة في التسجيل المرفق ، والتي تمثل مساره.

سندرس التغير في سرعة مركز عطالته أثناء هذه الحركة.

المجالات الزمنية $\Delta t = 0.04$ s



ـ حساب سرعة مركز العطالة في النقاط G_1، G_2 ، G_3، G_4 :

$$V_{G1} = \frac{G_0G_2}{2\Delta t} = \frac{0,045}{0,080} = 0.563 \ \text{m.s}^{-1}$$

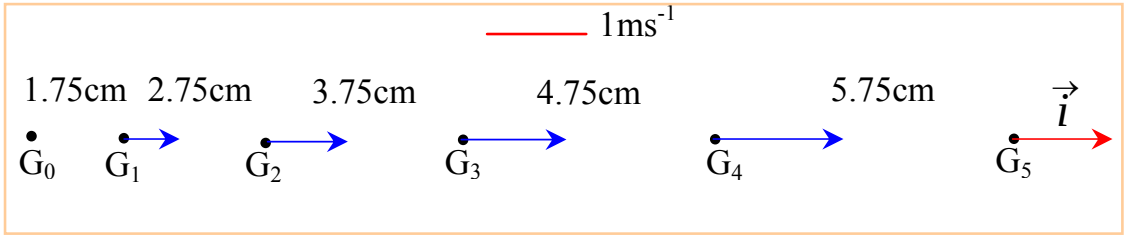
$$V_{G2} = \frac{G_1G_3}{2\Delta t} = \frac{0,0650}{0,080} = 0.813 \ \text{m.s}^{-1}$$

$$V_{G3} = \frac{G_2G_4}{2\Delta t} = \frac{0,0850}{0,080} = 1.063 \ \text{m.s}^{-1}$$

$$V_{G4} = \frac{G_3G_5}{2\Delta t} = \frac{0,105}{0,080} = 1.313 \ \text{m.s}^{-1}$$

نلاحظ أن السرعة متزايدة : الحركة متسارعة.

ـ نمثل أشعة السرعة:



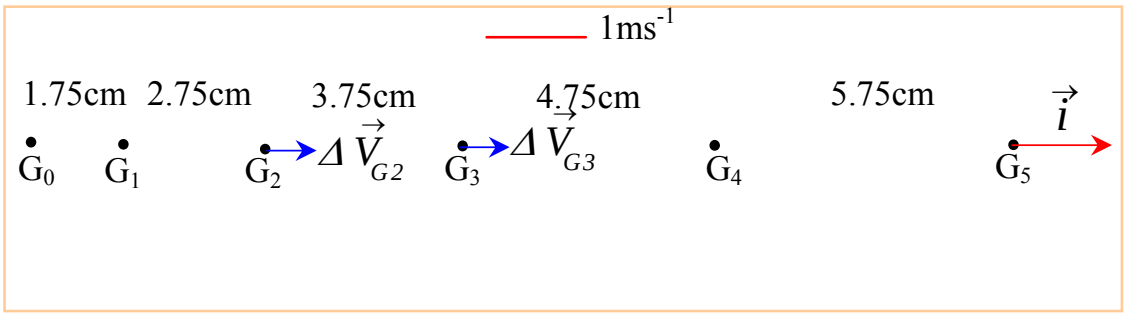
ـ نحسب التغير في شعاع السرعة:

$$\Delta \vec{V}_{G2} = \vec{V}_{G3} - \vec{V}_{G1} = 1.063\ \vec{i} - 0.563\ \vec{i} = 0.500\ \vec{i}$$

$$\Delta \vec{V}_{G3} = \vec{V}_{G4} - \vec{V}_{G2} = 1.313\ \vec{i} - 0.813\ \vec{i} = 0.500\ \vec{i}$$

ـ نلاحظ أن التغير في شعاع السرعة ثابت.

نمثل التغير في شعاع السرعة:



ـ نلاحظ أن التغير في شعاع السرعة له جهة الحركة.

القوى المؤثرة على الجسم المتحرك S :

ـ قوة الثقل $\vec{P}$ (قوة بعدية تمثل جذب الأرض للجسم).

ـ قوة رد فعل الطاولة $\vec{R}$ (قوة تلامسية شاقولية تمثل فعل الهواء المدفوع والذي يعادل قوة الثقل).

ـ توتر الخيط $\vec{T}$ (قوة تلامسية يؤثر بها الخيط على الجسم) .

مجموع القوى الخارجية المطبقة على الجسم S غيرمعدومة:

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{T}$$

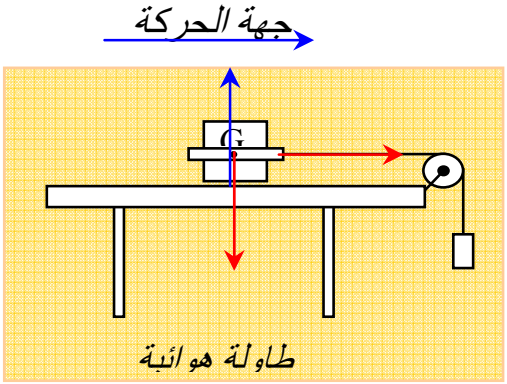
لدينا :

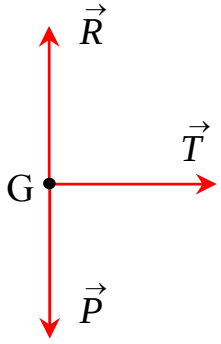
$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

ومنه:

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = T\,\vec{i}$$

ـ نلاحظ أن لمجموع القوى نفس منحى وجهة التغير $\Delta \vec{V}_G$ للشعاع $\vec{V}_G$.





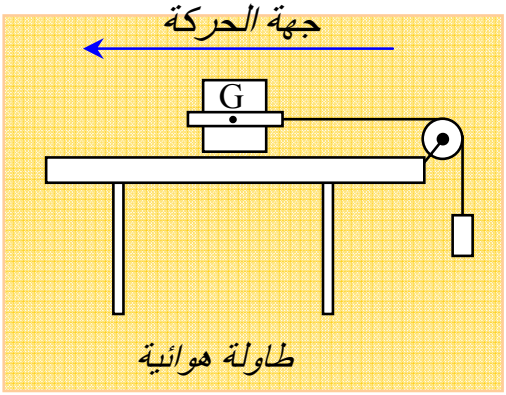
$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

حيث لا يوجد انتقال للجسم وفق الشاقول.

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = T.\vec{i}$$

- ***نتيجة :***

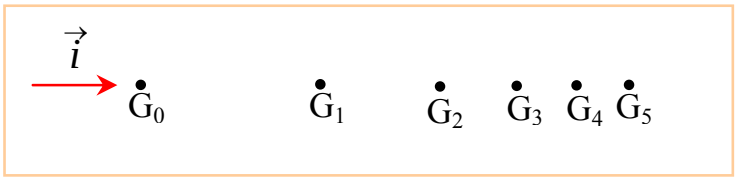
للحصول على سرعة متزايدة لجسم، يجب التأثير عليه بقوة تبقى منطبقة (أو مماسة) لمسار مركزه ولها نفس جهة حركته.



تجربة 3: حالة حركة مستقيمة متباطئة.

يقذف جسم محمول ذاتيا، على طاولة هوائية أفقية.

تترك إحدى نقاط الجسم (مركز عطالته)الآثار المبينة في التسجيل المرفق، والتي تمثل مساره خلال مجالات زمنية متعاقبة ومساوية لـ $\Delta t = 0.02\,s$.



ـ حساب سرعة مركز العطالة في النقاط : G_1 ، G_2 ، G_3، G_4

$$V_{G1} = \frac{G_0G_2}{2\Delta t} = \frac{0,03}{0,04} = 0.750 \ m.s^{-1}$$

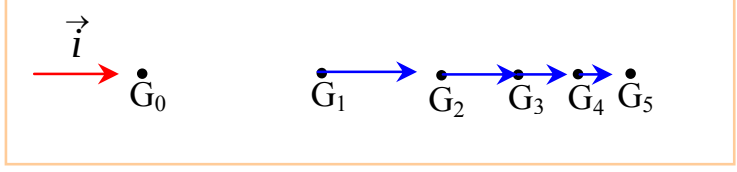
$$V_{G2} = \frac{G_1G_3}{2\Delta t} = \frac{0,02}{0,04} = 0.500 \ m.s^{-1}$$

$$V_{G3} = \frac{G_2G_4}{2\Delta t} = \frac{0,015}{0,04} = 0.375 \ m.s^{-1}$$

$$V_{G4} = \frac{G_3G_5}{2\Delta t} = \frac{0,01}{0,04} = 0.250 \ m.s^{-1}$$

نلاحظ أن السرعة متناقصة: الحركة متباطئة.

ـ نمثل أشعة السرعة:



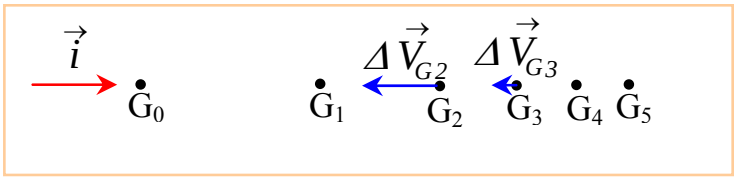
ـ نحسب التغير في شعاع السرعة:

$$\Delta \vec{V}_{G2} = \vec{V}_{G3} - \vec{V}_{G1} = 0.375\,\vec{i} - 0.750\,\vec{i} = -0.375\,\vec{i}$$

$$\Delta \vec{V}_{G3} = \vec{V}_{G4} - \vec{V}_{G2} = 0.250\,\vec{i} - 0.500\,\vec{i} = -0.250\,\vec{i}$$

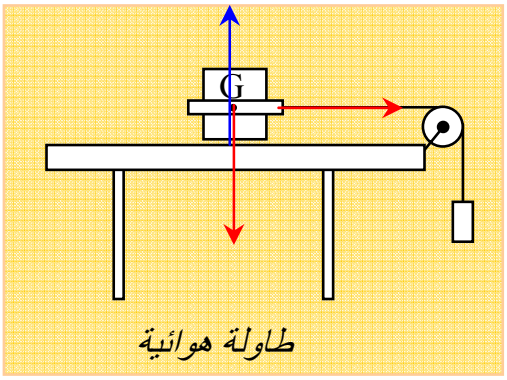
ـ نلاحظ أن التغير في شعاع السرعة غير ثابت.

ـ نمثل التغير في شعاع السرعة:



ـ نلاحظ أن التغير في شعاع السرعة معاكس لجهة الحركة.

القوى المؤثرة على الجسم المتحرك S :



ـ قوة الثقل $\vec{P}$ (قوة بعدية تمثل جذب الأرض للجسم).

ـ قوة رد فعل الطاولة $\vec{R}$ (قوة تلامسية شاقولية تمثل فعل الهواء المدفوع والذي يعادل قوة الثقل).

ـ توتر الخيط $\vec{T}$ (قوة تلامسية يؤثر بها الخيط على الجسم) .

مجموع القوى الخارجية المطبقة على الجسم S غير معدومة:

لدينا: $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{T}$

حيث: $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

ومنه : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = -T\,\vec{i}$

ـ نلاحظ أن لمجموع القوى نفس منحى وجهة معاكسة للتغير $\Delta \vec{V}_G$ للشعاع $\vec{V}_G$.

نتيجة :للحصول على سرعة متناقصة لجسم، يجب التأثير عليه بقوة تبقى منطبقة (أو مماسة) لمسار مركزه ولها جهة معاكسة لحركته.

2 ـ 2 الخلاصة :

كل قوة $\vec{F}$ مطبقة على جسم، وغير متعادلة، خلال مجال زمني صغير Δt ، تحدث خلال هذه المدة تغيرا $\Delta \vec{V}$ في شعاع سرعة هذا الجسم.

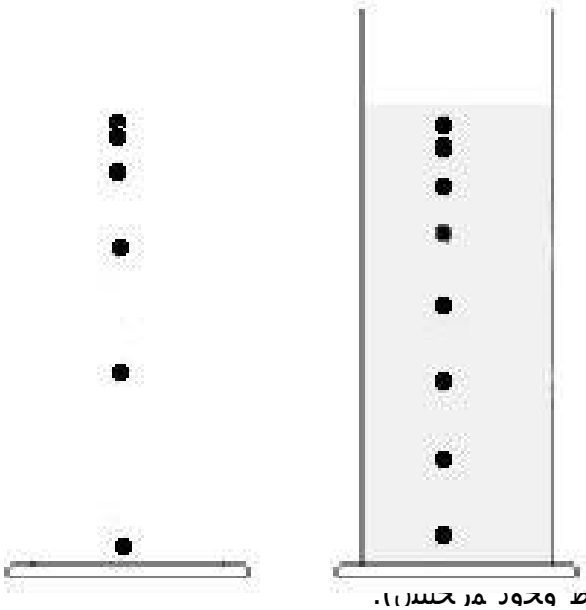
لكل من القوة $\vec{F}$ والتغير $\Delta \vec{V}$ في شعاع السرعة نفس المنحى والجهة.

القانون الثاني لنيوتن:

إذا كان شعاع السرعة لمركز عطالة جسم $\vec{V_G}$ متغير، فإن المجموع $\vec{F} = \sum \vec{F}_{ext}$ للقوى الخارجية المطبقة على الجسم يكون غير معدوم.

منحى وجهة هذه المحصلة $\vec{F}$ هو نفسه منحى وجهة التغير في شعاع السرعة $\Delta \vec{V_G}$ ، لشعاع السرعة $\vec{V_G}$ بين لحظتين متقاربتين (خلال مجل زمني صغير).

تمرين01



الشكل1 الشكل2

1 ـ نريد دراسة حركة كرية تسقط في الهواء في مرجع أرضي (الشكل1).

أ ـ كيف تتغير سرعة الكرية خلال الزمن ؟ علل بالاعتماد على الشكل.

ب ـ باستعمال نموذج قوانين الميكانيك ، ماذا يمكن قوله عن القوى المؤثرة على الكرية ؟

جـ ـ ما هي القوى المؤثرة على الكرية ؟ مثلها على شكل واضح .

2 ـ تترك نفس الكرية لتسقط في مخبار طويل يحتوي على الجليسيرين (مرجع أرضي.

أ ـ كيف تتغير سرعة الكرية مع الزمن ؟علل بالاعتماد على الشكل(لاحظ وجود مرحلتين).

ب ـ باستعمال نموذج قوانين الميكانيك، ماذا يمكن قوله عن القوى المؤ

جـ ـ ما هي للقوى المؤثرة على الكرية ؟ مثلهاعلى شكل واضح .

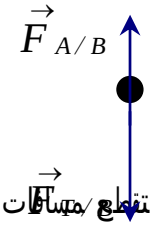
الحل :

1 ـ أ ـ تزايد قيمة السرعة، لتزايد المسافة المقطوعة من طرف الكرية خلال نفس المدة الزمنية.

ب ـ إذا كانت جملة غير ساكنة، أو حركتها ليست مستقيمة منتظمة، فإن القوى المطبقة عليها غير متعادلة.

إذن : القوى المطبقةعلي الكرية غير متعادلة لأن سرعتها متغيرة.

جـ ـ القوى المطبقة على الكرية هي :



ـ قوة مطبقة من طرف الأرض $\vec{F}_{T/B}$.

ـ قوة مطبقة من طرف الهواء $\vec{F}_{A/B}$.

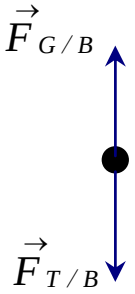
2 ـ أ ـ خلال المرحلة الأولى ، يلاحظ أن سرعة الكرة تزداد ، حيث تقطع مسافات متزايدة خلال نفس المجالات الزمنية.(المدة الزمنية بين صورتين).

خلال المرحلة الثانية، تكون سرعة الكرية ثابتة ، لأن المسافات المقطوعة خلال المجالات الزمنية المتساوية هي نفسها.

ب ـ إذا كانت حركة جملة مستقيمة منتظمة، فإن القوى المطبقة عليها متعادلة.

إذن : القوى المطبقة علي الكرية متعادلة.

جـ ـ القوى المطبقة على الكرية هي :



ـ قوة مطبقة من طرف الأرض $\vec{F}_{T/B}$.

ـ قوة مطبقة من طرف الجليسيرين (la glycérine) $\vec{F}_{G/B}$.