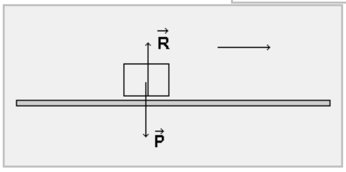
4 مبدأ القصور

I. مفعول قوة على حركة جسم صلب

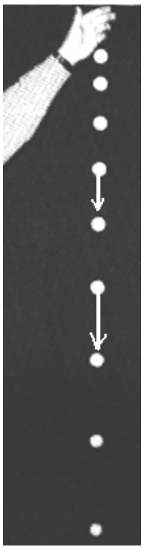
1) أمثلة

• مثال 1: يمثل التسجيل التالي:



مواضع مركز حامل ذاتي خلال حركته على منضدة أفقية.

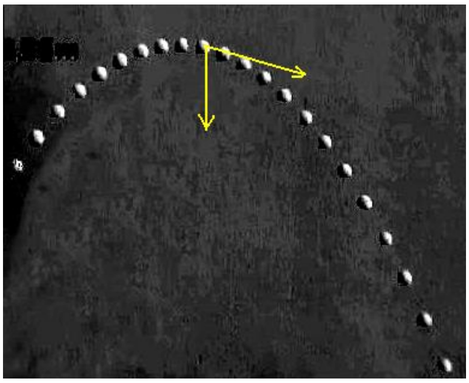
- مجموع القوى المطبقة على الحامل الذاتي منعدم: $\Sigma\vec{F}=\vec{P}+\vec{R}=\vec{0}$ ،
- حركته مستقيمية و منتظمة.



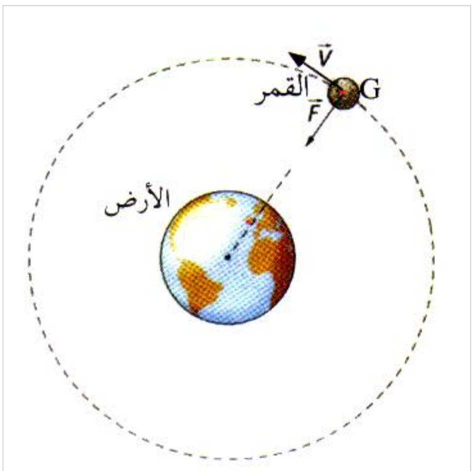
• مثال 2: تمثل الصورة التالية تصويرا متتاليا لمواضع كرية في سقوط حر رأسي.

- مجموع القوى المطبقة على الكرية: $\Sigma\vec{F}=\vec{P}$ ،
- حركتها مستقيمية و متسارعة.
- $\vec{P}$ و $\vec{v}$ مستقيميتان و لهما نفس المنحى.

• مثال 3: تمثل الصورة التالية تصويرا متتاليا لمواضع كرية في سقوط حر شلجمي.



- مجموع القوى المطبقة على الكرية: $\Sigma\vec{F}=\vec{P}$ ،
- حركتها منحنية و متغيرة (متباطئة ثم متسارعة).
- $\vec{P}$ و $\vec{v}$ غير مستقيميتين.



• مثال 4: يمثل الشكل التالي مسار القمر حول الأرض.

- مجموع القوى المطبقة على القمر يساوي قوة التجاذب المطبقة عليه من طرف الأرض: $\Sigma\vec{F}=\vec{F}$ ،
- حركته دائرية و منتظمة.
- $\vec{F}$ و $\vec{v}$ متعامدتان.

2) خلاصة

- تتعلق طبيعة الحركة لجسم صلب بمجموع القوى المطبقة عليه.
- يمكن للقوى المطبقة على جسم صلب أن تغير مساره أو سرعته أو هما معا.
- إذا كان مجموع القوى منعدما فإن حركته مستقيمية منتظمة.هذا يعني أن وجود قوة ليس ضروريا للحفاظ على حركة مستقيمية منتظمة في غياب الاحتكاكات.

II. مركز القصور

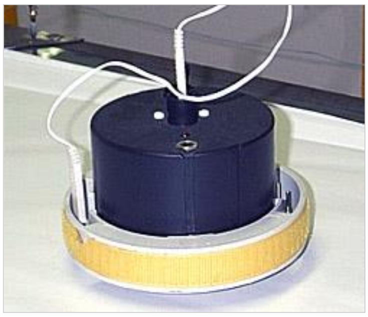
1) إبرازه تجريبيا

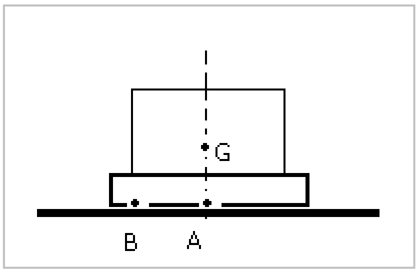
أ- التركيب التجريبي

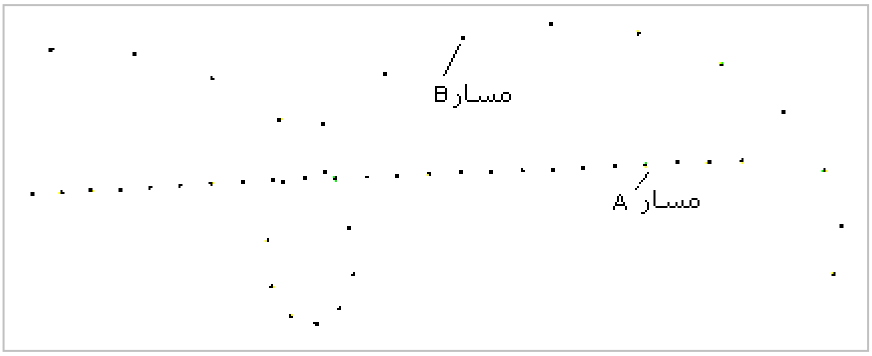
على منضدة أفقية نسجل حركة نقطتين من الحامل الذاتي:

- A مركز قاعدته أي تنتمي لمحور التماثل للحامل الذاتي،
- B نقطة جانبية من قاعدته.

نحصل على التسجيل التالي:







ب- ملاحظات

يبين التسجيل أن حركة A مستقيمية و منتظمة بينما حركة B منحنية و متغيرة.

ت- مجموع القوى

يخضع الحامل الذاتي لقوتين هما: وزنه $\vec{P}$ و تأثير المنضدة $\vec{R}$

مجموع القوى هو: $\sum\vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$

باعتبار المنضدة أفقية و الاحتكاكات مهملة فإن $\vec{P}$ و $\vec{R}$ متعادلتان و بالتالي مجموع القوى المطبقة على الحامل الذاتي منعدم: $\sum\vec{F} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

نقول أن الحامل الذاتي شبه معزول ميكانيكيا.

2) تعريف

مركز القصور G لجسم صلب هو النقطة الوحيدة التي تتميز عن باقي نقطه بحركة خاصة، التي تكون مستقيمية و منتظمة في حالة جسم شبه معزول ميكانيكيا.

III. مبدأ القصور (القانون الأول لنيوتن)

1) نص المبدأ

في مرجع غاليلي إذا كان مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب منعدما (جسم صلب معزول أو شبه معزول ميكانيكيا) فإن مركز قصوره G إما في سكون أو في حركة مستقيمية و منتظمة:

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} \leftrightarrow \vec{V}_G = \overrightarrow{Cte}$$

2) المرجع الغاليلي

يعتبر جسم مرجعي غاليليا إذا تحقق فيه مبدأ القصور.

مثال: المرجع الأرضي مرجع غاليلي لكن المرجع المرتبط بشاحنة في حركة متسارعة أو متباطئة ليس مرجعا غاليليا.

3) الحركة الإجمالية و الحركة الخاصة

- الحركة الإجمالية لجسم صلب هي حركة مركز قصوره،
- الحركة الخاصة أو الذاتية لجسم صلب هي حركة باقي نقطه حول مركز قصوره.
- في مرجع غاليلي الحركة الإجمالية مستقيمية و منتظمة و الحركة الخاصة دوران منتظم إذا كان الجسم معزولا أو شبه معزول ميكانيكيا.

IV. العلاقة المرجحية (موضع G)

1) دراسة تجريبية

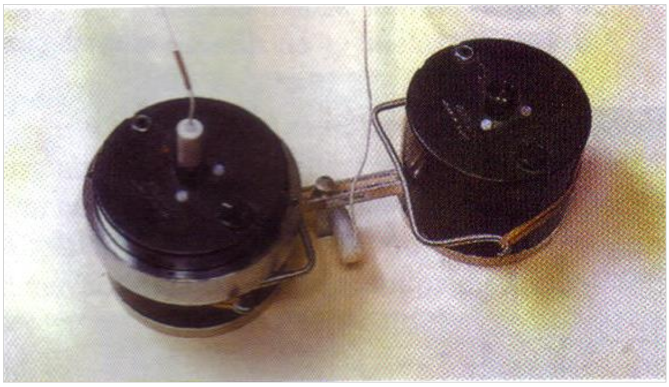
أ- التركيب التجريبي

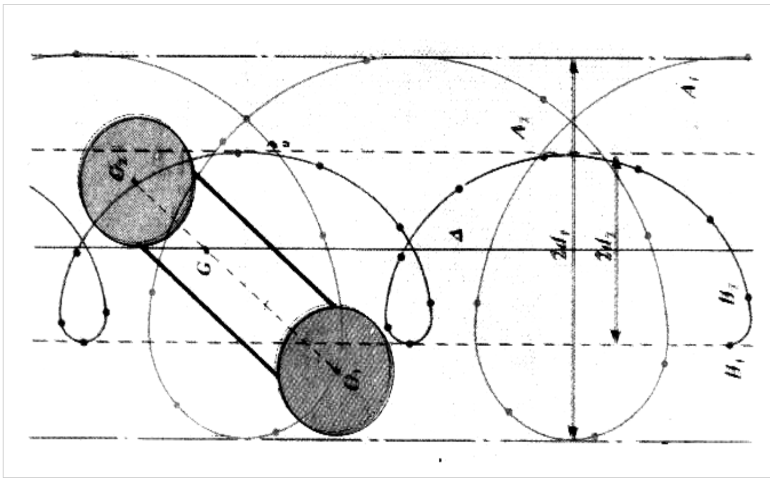
ننجز مجموعة مكونة من حاملين ذاتيين (S_1) و (S_2) يرتبطان برابطة صلبة كتلتها مهملة أمام كتلتي (S_1) و (S_2).

نضبط كتلتي (S_1) و (S_2) بحيث: $m_2 = 2m_1$.

نرسل المجموعة على منضدة أفقية ثم نسجل حركة G_1 و G_2 مركزي قصورهما.

نحصل على التسجيل التالي:





ب- موضع مركز القصور G للمجموعة

نضع: $d_1 = GG_1$ و $d_2 = GG_2$

d_1 تسمى وسع حركة G_1 بالنسبة ل G

d_2 تسمى وسع حركة G_2 بالنسبة ل G

بقياس d_1 و d_2 على التسجيل نلاحظ أن: $d_1 = 2d_2$

و علما أن: $m_2 = 2m_1$

نستنتج العلاقة التالية: $m_1 \cdot d_1 = m_2 \cdot d_2$

أي: $m_1 \cdot GG_1 = m_2 \cdot GG_2$

ثم باعتبار أن G تنتمي للقطعة $[G_1G_2]$ يمكن أن نكتب العلاقة بالتعبير المتجهي التالي:

$$m_1 \cdot \overrightarrow{GG_1} = - m_2 \cdot \overrightarrow{GG_2}$$

أي:

$$\boxed{m_1 \cdot \overrightarrow{GG_1} + m_2 \cdot \overrightarrow{GG_2} = \vec{0}}$$

هذه العلاقة تسمى العلاقة المرجحية و هي تحدد موضع G مركز قصور المجموعة المكونة من جسمين.

2) تعميم العلاقة المرجحية

يحدد موضع مركز القصور G لمجموعة مادية تتكون من عدة أجسام بالعلاقة المرجحية التالية:

$$\sum_{i=1}^{n} m_i \cdot \overrightarrow{GG_i} = \vec{0}$$

و التي يمكن صياغتها على الشكل التالي:

$$\boxed{M \cdot \overrightarrow{OG} = \sum_{i=1}^{n} \left(m_i \cdot \overrightarrow{OG_i} \right)}$$

حيث O نقطة مرجعية معلومة و $M = \Sigma m_i$ تمثل كتلة المجموعة.

☜ملحوظة: مركز القصور يمثل أيضا مركز الكتلة.

3) مركز القصور لجسم صلب متجانس

في حالة جسم صلب متجانس ينطبق مركز القصور مع مركز الثقل.

أمثلة: