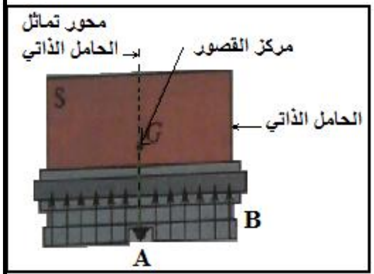
مبدأ القصور
Principe d'inertie

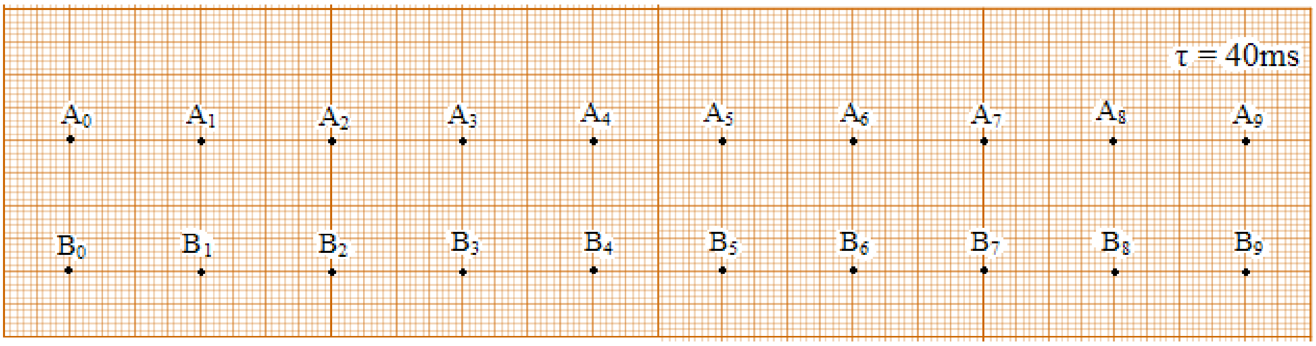


I ـ إبراز مركز قصور جسم صلب

1 ـ تجربة 1

أ ـ المناولة

نرسل حاملا ذاتيا فوق منضدة هوائية أفقية. يتوفر الحامل على مفجرين A و B بحيث A تنتمي إلى محور التماثل و B توجد من جانب سطحه السفلي فنحصل على التسجيل التالي بالسلم الحقيقي:



ب ـ ملاحظة

ـ مساري النقطتين A و B مستقيميين.

ـ المسافات المقطوعة خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية متقايسة.

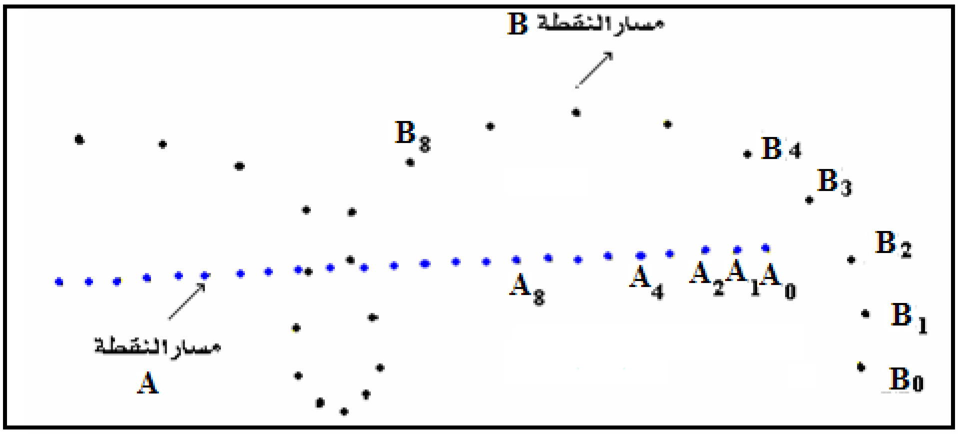
ج ـ استنتاج

إن حركة النقطة A و B **مستقيمية ومنتظمة**.

2 ـ تجربة 2

أ ـ المناولة

نرسل الحامل الذاتي فوق المنضدة الأفقية بطريقة ما، ونسجل حركة النقطتين A و B فنحصل على التسجيل أسفله:



ب ـ ملاحظة

إن حركة النقطة B تغيرت بحيث أصبحت منحنية فيما حركة A مستقيمية منتظمة، وهذا ينطبق على كل النقط التي تنتمي إلى محور التماثل للحامل الذاتي.

ج ـ استنتاج

وجود نقطة وحيدة من الحامل الذاتي تنتمي إلى محور تماثله تحافظ في كل الحالات على نفس الحركة والتي تمثل مركز قصور الجسم الصلب.

نرمز لمركز قصور الجسم الصلب بالحرف G وهي النقطة التي تنتمي إلى محوره التماثلي وتتميز بحركة مستقيمية منتظمة كيفما كانت طريقة إرسال الجسم فوق سطح أفقي.

II ـ مبدأ القصور

1 ـ مجموعة شبه معزولة ميكانيكيا

نجرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي خلال حركته.

$\vec{P}$: وزن الحامل الذاتي؛

$\vec{R}$: تأثير المنضدة الأفقية على الحامل الذاتي.

نلاحظ أن القوتين $\vec{P}$ و $\vec{R}$ متوازنتين فيما بينهما أي $\vec{P}+\vec{R}=\vec{0}$ $\boxed{\Sigma\vec{F}=\vec{0}}$

نقول إن الجسم الصلب شبه معزول (Pseudo – Isolé)

ملحوظة

قد تصور نيوتن حالة حدية يكون فيها الجسم الصلب معزولا ميكانيكيا، أي لا يخضع لأي تأثير ميكانيكي.

2 ـ مركز القصور لجسم صلب

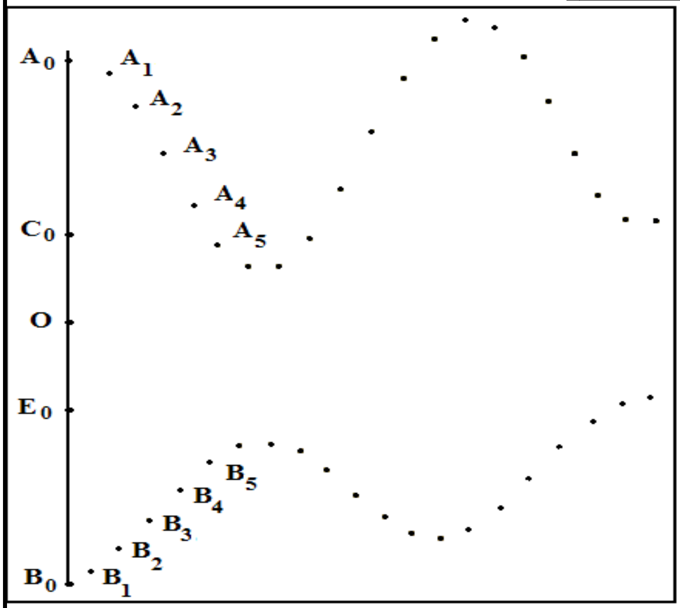
يتوفر كل جسم صلب على نقطة خاصة هي نقطة تقاطع محاوره التماثلية، وعندما يكون الجسم شبه معزول ميكانيكيا وفي حركة فإن لهذه النقطة حركة مستقيمية منتظمة تسمى هذه النقطة مركز قصور الجسم الصلب، وهي تطابق مركز ثقله G .

3 ـ نص مبدأ القصور

في معلم غاليلي يكون G مركز قصور جسم صلب في حركة مستقيمية منتظمة $\left(\vec{V}=\overrightarrow{Cte}\right)$ أو في سكون $\left(\vec{V}=\vec{0}\right)$ إذا كان هذا الجسم شبه معزول ميكانيكيا (القوى المطبقة عليه متوازنة $\left(\Sigma\vec{F}=\vec{0}\right)$) ، أو معزولا ميكانيكيا (لا يخضع لأي قوة).

نسمي معلما غاليليا كل معلم يتحقق بالنسبة له مبدأ القصور.

III ـ مركز الكتلة لمجموعة مادية: (Centre de masse)



الهدف: إبراز حركة مركز الكتلة لمجموعة قابلة للتشويه.

العدة: منضدة هوائية ولوازمها.

التركيب التجريبي:

نرسل الحاملين A و B على المنضدة في وضع أفقي ونسجل حركتي مركزي قصورهما G_1 و G_2 خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 40ms$ ، فنحصل على التسجيل التالي بالسلم $\frac{1}{4}$ نعطي: $m_2 = 2.m_1$

استثمار:

1 - بتطبيق العلاقة المرجحية حدد مواضع G مركز قصور المجموعة المكونة من { AB والنابض } .
استنتج طبيعة حركة G بالنسبة لمعلم مرتبط بالأرض.

2 - احسب V_G سرعة مركز قصور المجموعة المدروسة.

3 - استنتج مجموع القوى المطبقة على المجموعة.

4 - هل تحقق مبدأ القصور بالنسبة للمعلم المرتبط بالأرض؟ أعط اسم هذا المعلم.

أجوبة:

1 - للبحث عن مسار النقطة G مركز قصور المجموعة { AB و النابض } نقبل العلاقة: $m_1\overrightarrow{GG_1}+m_2\overrightarrow{GG_2}=\vec{0}$
وتسمى هذه العلاقة **بالعلاقة المرجحية Relation barycentrique .**
نبحث عن الموضع C_i للنقطة G الذي يوافق موضع A_i و B_i للمركزين G_1 و G_2 .
مثلا نحدد C_4 في حالة $m_2 = 2.m_1$

$$\begin{cases} m_1\overrightarrow{C_4A_4}+m_2\overrightarrow{C_4B_4}=\vec{0} \\ m_1C_4A_4=m_2C_4B_4 \\ \dfrac{C_4A_4}{C_4B_4}=\dfrac{m_2}{m_1}=2 \end{cases}$$

إذن: $\boxed{C_4A_4=2C_4B_4}$

$$\begin{cases} A_4B_4=A_4C_4+C_4B_4 \\ \quad =2C_4B_4+C_4B_4 \\ \quad =3C_4B_4 \end{cases}$$

إذن: $\boxed{C_4B_4=\dfrac{1}{3}A_4B_4}$

بصفة عامة: $\boxed{C_iB_i=\dfrac{1}{3}A_iB_i}$

نستنتج من مواضع G أن الحركة مستقيمية منتظمة.

2 - $V_G=\dfrac{C_1C_3}{t_3-t_1}=\dfrac{C_1C_3}{2\tau}=\dfrac{\qquad}{\qquad}=$

3 - $\boxed{\Sigma\vec{F}=\vec{0}}$

4 - بما أن $V_G = Cte$ و $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ فإن مبدأ القصور قد تحقق وبالتالي فالمعلم هو معلم غاليلي.

استنتاج

G مركز الكتلة للمجموعة.

IV - العلاقة المرجحية

نسمي G مركز الكتلة للمجموعة { S1 و S2 }، بحيث:

$$m_1\overrightarrow{GG_1}+m_2\overrightarrow{GG_2}=\vec{0}$$
$$m_1\overrightarrow{GO}+m_1\overrightarrow{OG_1}+m_2\overrightarrow{GO}+m_2\overrightarrow{OG_2}=\vec{0}$$
$$-(m_1+m_2)\overrightarrow{OG}+m_1\overrightarrow{OG_1}+m_2\overrightarrow{OG_2}$$
$$(m_1+m_2)\overrightarrow{OG}=m_1\overrightarrow{OG_1}+m_2\overrightarrow{OG_2}$$

وبالتالي: $\boxed{\overrightarrow{OG}=\dfrac{m_1\overrightarrow{OG_1}+m_2\overrightarrow{OG_2}}{m_1+m_2}}$

تسمى هذه العلاقة **بالعلاقة المرجحية.**

ينطبق مركز الكتلة لمجموعة أجسام مع مركز قصورها وهو في نفس الوقت مرجح مراكز الكتلة لكل من الأجسام المكونة لهذه المجموعة.

وتمكن العلاقة العامة الآتية من تحديد مركز الكتلة للمجموعة : $\boxed{\Sigma m_i.\overrightarrow{OG}=\Sigma m_i\overrightarrow{OG_i}}$

O : نقطة ثابتة.