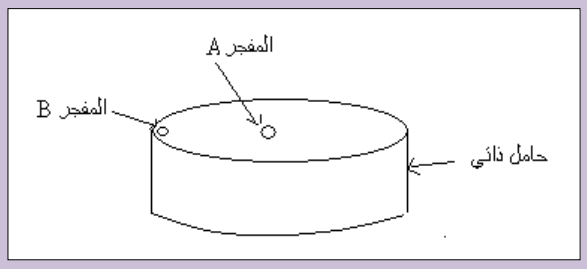
الوحدة 4

Principe d'inertie مبدأ القصور

I) تحديد مركز قصور جسم ‘صلب Détermination du centre d'inertie d'un solide

1 - نشاط تجريبي



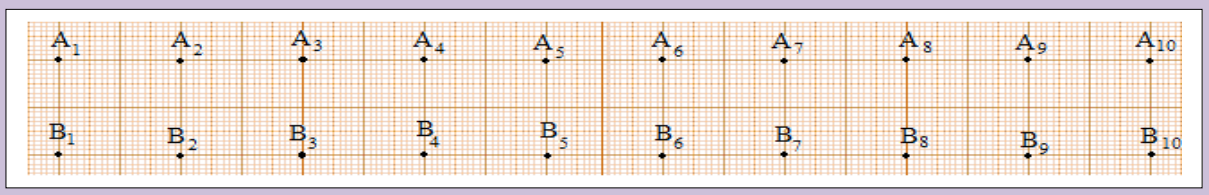
العدة التجريبية :

- منضدة أفقية.
- حامل ذاتي يتوفر على مفجرين أحدهما مثبت في النقطة A التي تمر من محور التماثل و الثاني مثبت في النقطة B التي تمرمن جانب سطحه السفلي.

أ - المناولة 1

نرسل الحامل الذاتي فوق المنضدة ، بحيث ينزلق دون احتكاك

و دون دوران و نسجل حركة المفجرين A وB أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau = 40\ ms$ فنحصل على التسجيل التالي :



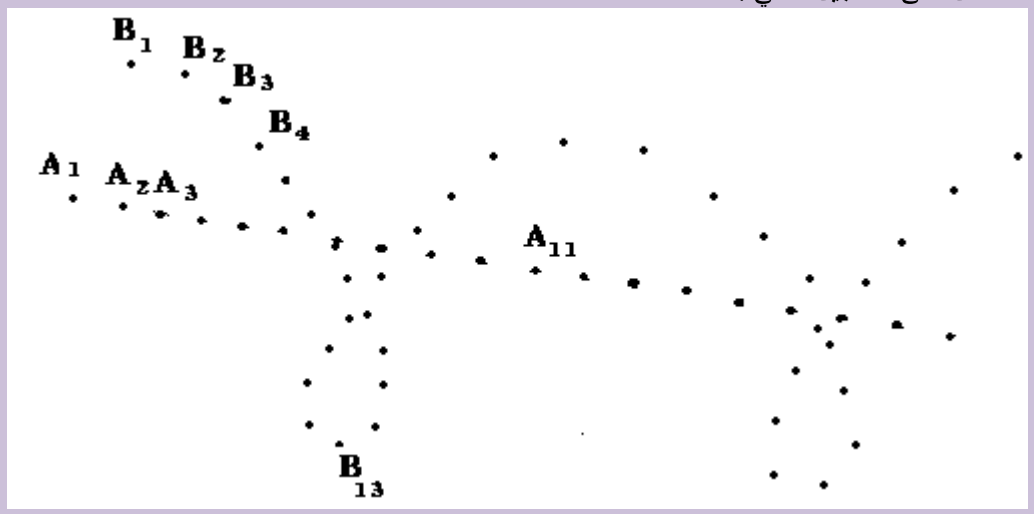
- ماذا تلاحظ ؟
- ماذا تستنتج ؟

استثمار

- المسافات التي تقطعها كل من النقطتين A وB خلال مدد زمنية τ متتالية و متساوية ، متساوية. مسار النقطتينA وB مستقيميان و متوازيان .
- نستنتج أن حركة كل من النقطتين A وB حركة مستقيمية منتظمة .

ب - المناولة 2

نرسل الحامل الذاتي فوق المنضدة الأفقية بطريقة ما و نسجل حركة المفجرين A وB أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau = 40\ ms$ فنحصل على التسجيل التالي :



- ماذا تلاحظ ؟
- ماذا يمكن أن نقول بشأن حركة محور التماثل Δ_1 المار من النقطة A .
- ماذا يمكن القول إذا كان بإمكان الحامل الذاتي أن يتحرك على عدة أوجه ؟

استثمار

- للنقطةA دائما حركة مستقيمية منتظمة بينما تأخذ النقطةB حركة منحنية .
- محور التماثل Δ_1 شأنه شأن النقطةA يأخذ حركة مستقيمية منتظمة .
- إذا كان بإمكان الحامل الذاتي التحرك على عدة أوجه ففي كل حركة يكون لمحور واحد حركة مستقيمية منتظمة و تبقى النقطة G (تقاطع محاور التماثل) هي الوحيدة التي لها حركة مستقيمية منتظمة و كيف ما كان الوجه الذي يتحرك عليه الحامل الذاتي ، و نسمي هذه النقطة **مركز القصور** .

2 - خلاصة

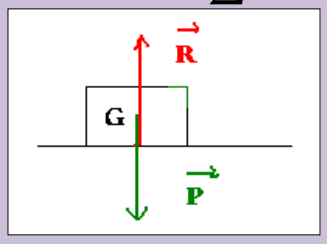
لكل جسم صلب نقطة واحدة خاصة تميز حركته نرمز لها ب G و تسمى مركز القصور .

II) مبدأ القصور

1 - مجموعة شبه معزولة

أ - تعريف

يكون جسما صلبا مجموعة شبه معزولة ميكانيكيا ، إذا كان المجموع المتجهي للقوى المطبقة عليه منعدما $\sum \vec{F} = \vec{0}$.



ب – مثال

في النشاط السابق الحامل الذاتي يخضع لقوتين $\vec{R}$ تأثير المنضدة الهوائية الأفقية و $\vec{P}$ وزن الحامل الذاتي .
القوتان $\vec{P}$ و $\vec{R}$ لهما نفس خط التأثير و نفس الشدة $P = R$ ومنحياهما متعاكسان أي $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

2 - مبدأ القصور

عندما يكون جسم صلب معزولا ميكانيكيا (أو شبه معزول) في معلم مرتبط بالأرض ، فإن متجهة السرعة $\vec{V}_G$ لمركز قصوره G تكون ثابتة $\vec{V}_G = \overrightarrow{Cte}$ ، أي الجسم يكون في إحدى الحالتين التاليتين :

- إذا كان في حالة سكون فإنه يبقى ساكنا . يعني أن $\vec{V}_G = \vec{0}$.
- إذا كان في حركة فإن حركة مركز قصوره G تكون مستقيمية منتظمة .

و العكس صحيح .

III) مركز الكتلة centre de masse

1 - تعريف

المجموعة المادية S المكونة من النقط A_1 ، A_2 ، A_3 ، . . . ذات الكتل بالتتابع m_1 ، m_2 ، m_3 ، . . . تحقق العلاقة :

$$\sum_{i=1}^{n} m_i . \overrightarrow{GA_i} = \vec{0} \quad (1)$$

و منها نستنتج العلاقة

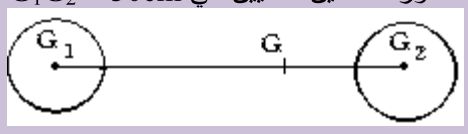
$$\overrightarrow{OG} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i . \overrightarrow{OA_i}}{\sum_{i=1}^{n} m_i} \quad (2)$$

نسمي العلاقتين (1) و (2) العلاقة المرجحية ، G مرجح barycentre المجموعة S و الذي يتطابق تماما مع مركز الكتلة وتكون

$m = \sum_{i=1}^{n} m_i$ كتلة الجسم الصلب S .

2 - مثال

نربط حاملين ذاتيين متجانسين S_1 و S_2 كتلتاهما تباعا $m_1 = 700g$ و $m_2 = 1400g$ بقضيب كتلته مهملة بحيث المسافة بين مركزي قصور الحاملين الذاتيين هي $G_1G_2 = 30cm$. أوجد مكان مركز قصور المجموعة S .

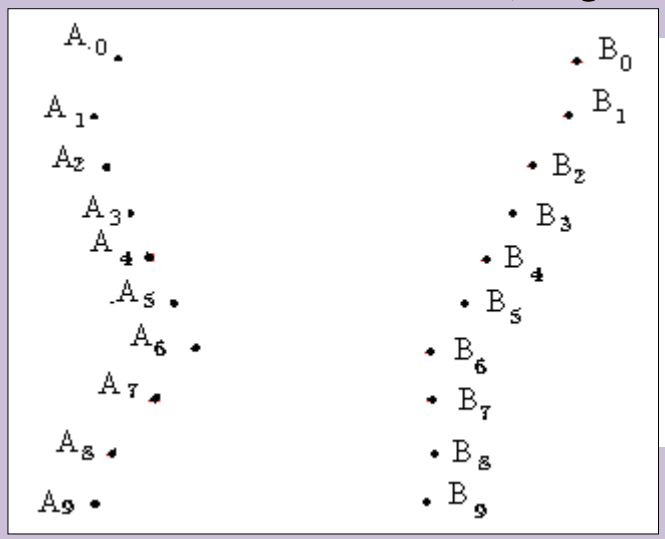


$$GG_2 = 10cm \Leftarrow \overrightarrow{GG_2} = \frac{\overrightarrow{G_1G_2}}{3} \Leftarrow \overrightarrow{GG_1} = -2\overrightarrow{GG_2} \Leftarrow m_1 . \overrightarrow{GG_1} + m_2 . \overrightarrow{GG_2} = \vec{0}$$

3 - مركز الكتلة و مركز القصور

1.3 - نشاط تجريبي

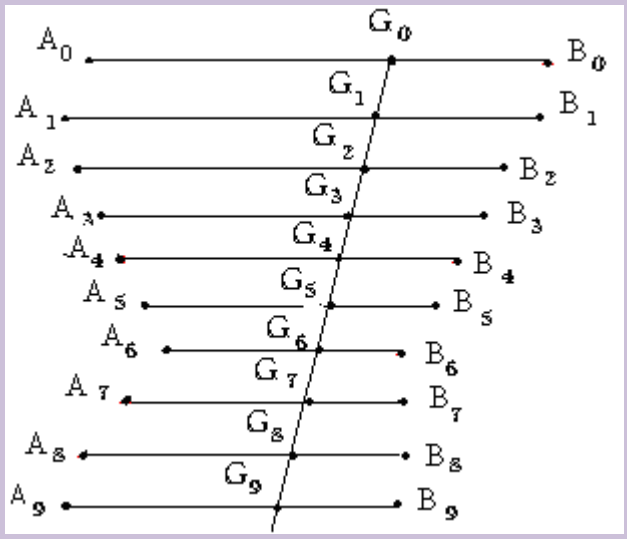
نربط حاملين ذاتيين متجانسين S_A و S_B كتلتاهما تباعا $m_A = 700g$ و $m_B = 1400g$ برابطة مرنة كتلتها مهملة. نرسل المجموعة S المتكونة من الحاملين الذتيين S_1 و S_2 بطريقة ما ، فوق منضدة هوائية أفقية و نسجل أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau = 40ms$ ، حركة المفجرين A و B اللذان يمران من مركزي قصورهما فنحصل على التسجيل أسفله :



أ - باستعمال العلاقة المرجحية أرسم بالتتابع، عند اللحظات t_0 ، t_1 ، t_2 ، . . . مراكز الكتل G_0 ، G_1 ، G_2 ، . . . للمجموعة { S_A ، S_B } .
ب - ما هي حركة مركز الكتلة ؟
ج - ماذا تستنتج ؟

2.3 - استثمار

أ ـ نستعمل العلاقة المرجحية و منها نستنتج $GB = \frac{AB}{3}$. لنرسم إذن مراكز الكتل G_0 ، G_1 ، G_2 ، . . . للمجموعة $\{ S_A ، S_B \}$



ب ـ نلاحظ أن مركز الكتلة يأخذ حركة مستقيمية منتظمة .

ج ـ بما أن المجموعة $\{S_A، S_B\}$ شبه معزولة فإنها تخضع لمبدأ القصور و يكون لنقطة واحدة (مركز قصورها) حركة مستقيمية منتظمة .

نستنتج أن مركز الكتلة G لجسم صلب معين يتطابق مع مركز قصوره .