توازن جســـــــم صلب

Équilibre d'un corps solide

ذ . علال محداد

الثانوية التأهيلية مجموعة مدارس الحكمة

السنة الدراسية : 2014 - 2015

المحتويات

contenants

1 القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

المحتويات

contenants

1. القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس
2. توازن جسم صلب تحث تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تقديم

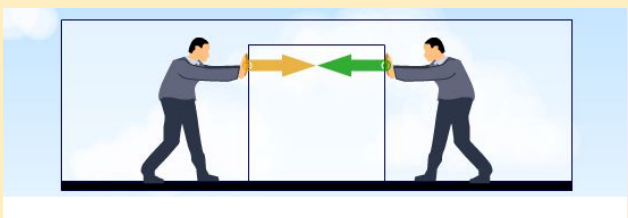
تبين الصورة مجموعة من الأطفال في وضعية متوازنة . ما هي الشروط العامة للحصول على هذا التوازن

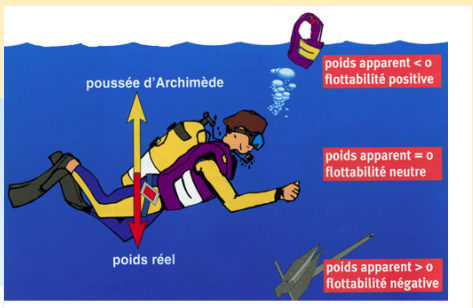
القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

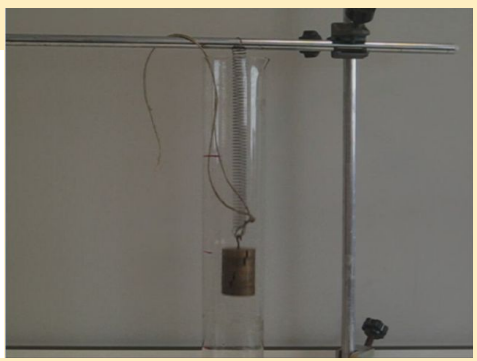
مقدمة

تمثل الصور أسفله نماذج لمجموعات ميكانيكة في حالة توازن تحت تأثير قوتين .

ما مميزات هذه القوى ؟ وما العوامل المؤثرة في شدتها ؟ .







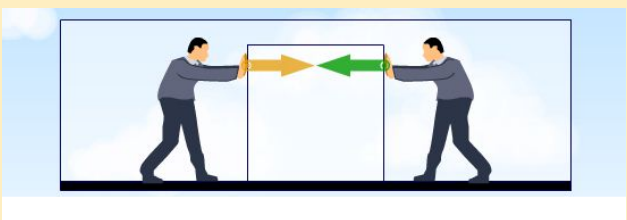
القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

1 ـ تذكير بتوازن جسم تحت تأثير قوتين

عندما يكون جسم صلب في توازن تحت تأثير قوتين $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ فإن :

$$\sum_{i=1}^{2} \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$

*(شرط أول لازم لسكون مركز قصور الجسم)
* للقوتين نفس خط التأثير (شرط لازم لغياب دوران الجسم في حالة تحقق الشرط الأول)



القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

1 ـ القوة المطبقة من طرف نابض

نشاط تجريبي 1 :

نثبت طرف نابض ذي لفات غير متصلة وكتلته مهملة إلى حامل . نعلق بالطرف الحر للنابض ذي الطول الأصلي أجساما معلمة أي ذي كتل مختلفة . ونقيس في كل مرة الطول النهائي للنابض ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي حيث m كتلة الجسم المعلق:

masse m (g)	0	5	10	15	20
tension T (N)					
longueur finale (cm)	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
allongement Δl (cm)					

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

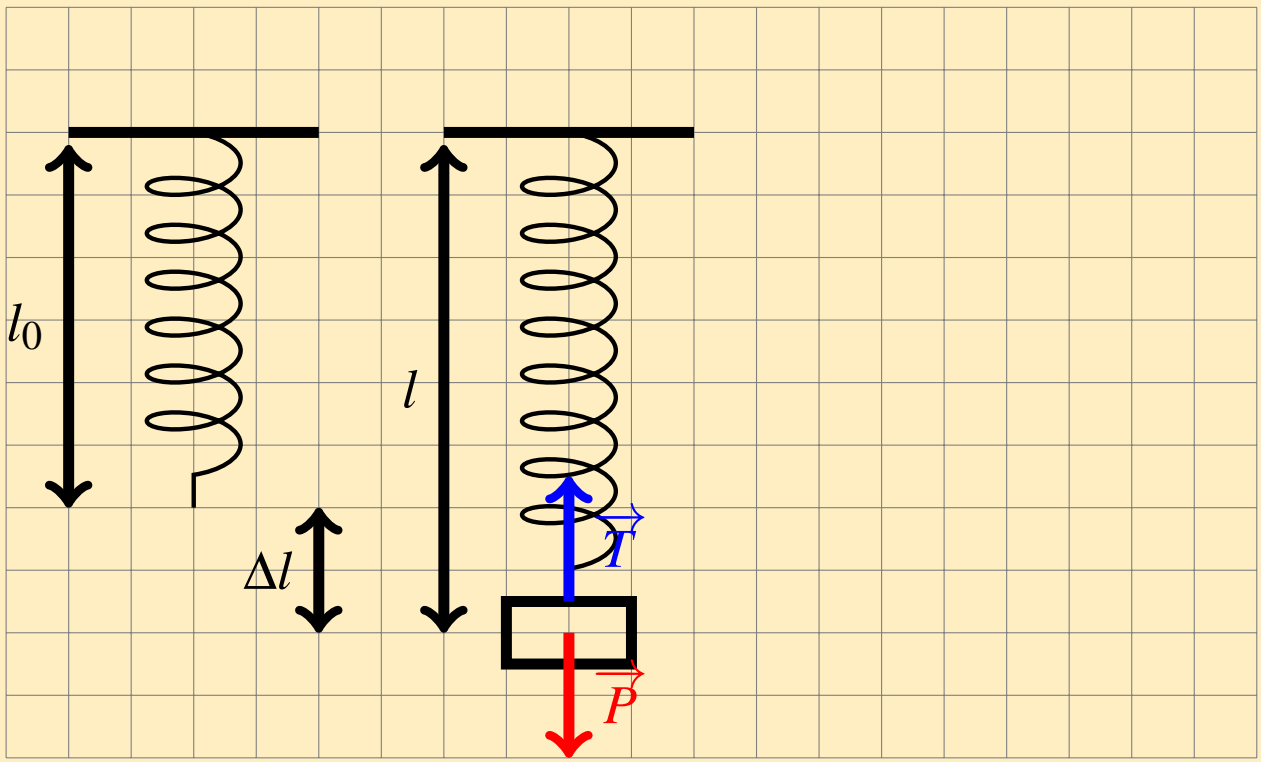
توازن جســـــــم صلب

ذ . علال محداد

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

توازن جسم صلب تحث تأثير ثلاث قوى غير متوازية

1 ـ القوة المطبقة من طرف نابض



القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

1 ـ القوة المطبقة من طرف نابض

I ـ نأخذ الحالة التي نعلق فيها جسم S كتلته m=10g .

1 ـ ما هي الحالة الميكانيكية للجسم S ؟

2 ـ اجرد القوى المطبقة على الجسم S

3 ـ بتطبيق شرطي التوازن استنتج شدة القوة المطبقة من طرف النابض على الجسم S

II ـ دراسة جدول القياسات

1 ـ استخرج من جدول القياسات قيمة l_0 الطول الأصلي للنابض .

2 ـ نسمي إطالة النابض $\Delta l = l - l_0$ أتمم الجدول باعتمادك على هذه الحالة .

نعطي g=10N/kg شدة التقالة .

3 ـ مثل على ورق مليمتري باستعمال سلم مناسب ، منحنى تغيرات T بدلالة Δl و أستنتج مبيانيا العلاقة بين T و Δl.

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

1 ـ القوة المطبقة من طرف نابض

ا ـ الدراسة التجريبية : (النشاط 1)
دراسة توازن الجسم S المعلق بالطرف الحر للنابض :
المجموعة المدروسة : الجسم S
جرد القوى المطبقة على النابض :
$\overrightarrow{P}$ وزن الجسم و $\overrightarrow{T}$ توتر النابض .
نطبق شرطي التوازن :
سكون مركز القصور :

$$\overrightarrow{P} + \overrightarrow{T} = \overrightarrow{0}$$

أي أن $\overrightarrow{T} = -\overrightarrow{P}$ لهما نفس الشدة $T = P = mg$ ومنحياهما متعاكسان
غياب دوران الجسم S : أن $\overrightarrow{T}$ و $\overrightarrow{P}$ لهما نفس خط التأثير أي أن نقطتي التأثير ل $\overrightarrow{T}$ و $\overrightarrow{P}$ توجدان على نفس الإستقامة .

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

1 ـ القوة المطبقة من طرف نابض

ب ـ العلاقة بين توتر النابض وإطالته

عندما نمثل الدالة $T = f(\Delta l)$ نحصل على خط مستقيم يمر من أصل المعلم أي أن شدة توتر النابض تتناسب اطرادا مع إطالته ونعبر عن ذالك بالعلاقة التالية :

$$\boxed{T = k\Delta l}$$

بحيث أن Δl إطالة النابض allongement du ressort وهي مقدار جبري . ويسمى معامل التناسب k بصلابة النابض constante de raideur وحدته في النظام العالمي للوحدات هي N/m

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

1 ـ القوة المطبقة من طرف نابض

ج ـ خلاصة :

يمكّن قياس الإطالة التي تحدثها قوة على طرف حر لنابض من معرفة شدة هذه القوة وذلك بتدريج مسطرة مقرونة بنابض بالنيوتن ، فتكوّن المجموعة نابض ـ مسطرة مدرجة بنيوتن دينامومترا .

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس

تجربة 1

نضع قطعة S من خشب في حوض من الماء ، فنلاحض أنها تطفو على سطح الماء وهي في توازن .

1 ـ اجرد القوى المطبقة على القطعة S (نهمل تأثير الهواء على القطعة)

2 ـ حدد اتجاه ومنحى دافعة ارخميدس Force d'Archimède

تجربة 2

نعلق جسما صلبا متجانسا S بواسطة دينامومتر .

1 ـ اجرد القوى لمطبقة على الجسم S

2 ـ سجل القيمة التي يشير إليها الدينامومتر . ماذا تمثل هذه القيمة ؟

نأخذ مخبار مدرج ونصب فيه حجما V=50ml من الماء ونغمر الجسم S جزئيا في الماء على أساس أن لا يلمس الجسم S جوانب المخبار وقعره.

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس

1 ـ سجل القيمة لتي يشير إليها الديناموميتر . واستنتج قيمة شدة دافعة أرخميدس

2 ـ نغمر الجسم كليا في الماء . سجل القيمة التي يشير إليها الديناموميتر . وأستنج قيمة شدة دافعة أرخميدس.

3 ـ هل تغيرت شدة دافعة أرخميدس بتغير الجزء المغمور في الماء ؟ ماذا تستنتج ؟

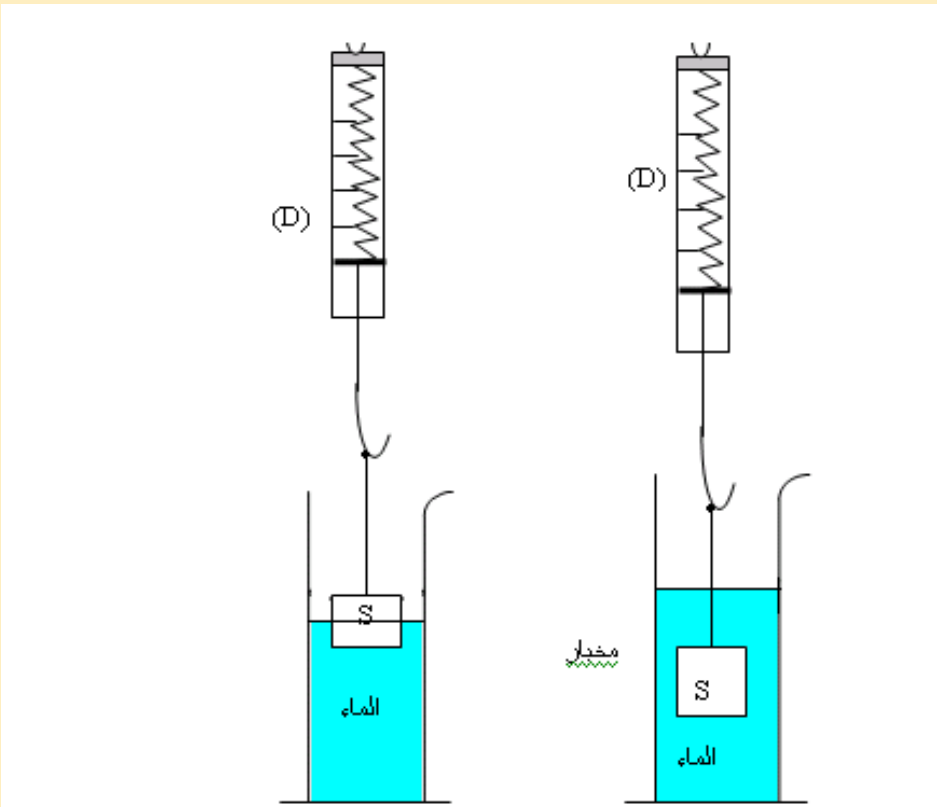
4 ـ سجل قيمة حجم الماء المزاح .

5 ـ أحسب شدة وزن الماء المزاح . نعطي $\rho_{eau} = 1g/cm^3$ و $g = 10N/kg$

قارن شدة دافعة أرخميدس مع شدة وزن الماء المزاح .

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس



القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس

نضع قطعة من خشب في الماء .
نلاحظ : القطعة تطفو على سطح الماء وهي في حالة توازن .
جرد القوى المطبقة على القطعة من الخشب :
$\overrightarrow{P}$: وزن القطعة $\overrightarrow{F}$: تأثير الماء على مساحة التماس بينه وبين القطعة تسمى دافعة أرخميدس .

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس

مميزات القوة $\overrightarrow{F}$:

أ ـ المنحى: نحو الأعلى

ب ـ الاتجاه : الخط الرأسي الذي يمر من نقطة التأثير A

ج ـ الشدة F

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس

تجربة 2 : العوامل المؤثرة في دافعة أرخميدس .

النشاط التجريبي 2

ـ القيمة التي يشير إليها الديناموميتر حسب شرطي التوازن

$T_0 = P = mg = 1,96N$ حيث $m = 200g$ كتلة الجسم S و $g = 9,81N/kg$.

ـ عندما نغمر الجسم جزئيا في الماء يسجل الديناموميتر قيمة

$T_1 = 1,85N$ بحيث أن $T_1 < T_0$

نستنتج شدة دافعة أرخميدس $F_1 = P - T_1 = 0,11N$

ـ عندما نغمر الجسم كليا في الماء يسجل الديناموميتر القيمة

$T_2 = 1,75N$ نستنتج أن شدة دافعة أرخميدس $F_2 = P - T_2 = 0,22N$

بحيث أن $F_2 > F_1$

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس

نلاحظ : عند زيادة الحجم المغمور في الماء تزداد شدة دافعة أرخميدس .
نستنتج أن F تتعلق بحجم الجسم المغمور.
ـ عندما نغمر الجسم كليا فإن حجم الماء المزاح هو $V = 72,42cm^3$
إذا كانت P' وزن الماء المزاح و أن V هو حجم الماء المزاح و ρ_{eau} الكتلة الحجمية للماء وبما أن $P = m.g$ و $m' = \rho_{eau}.g$ إذن

$$\boxed{P' = \rho_{eau}.g.V}$$

نلاحظ أن $P = F$ نستنتج أن **شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة وزن الماء المزاح**
ـ عندما نعيد نفس التجربة باستعمال الزيت عوض الماء نلاحظ أن دافعة أرخميدس تتعلق بنوعية السائل المستعمل .

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس

خلاصة : تعميم

شدة دافعة أرخميدس F تساوي شدة وزن السائل المزاح liquide déplacé

أي أن $F = P'$ إذن شدة قوة دافعة أرخميدس هي :

$$\boxed{F = \rho_l . g . V}$$

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

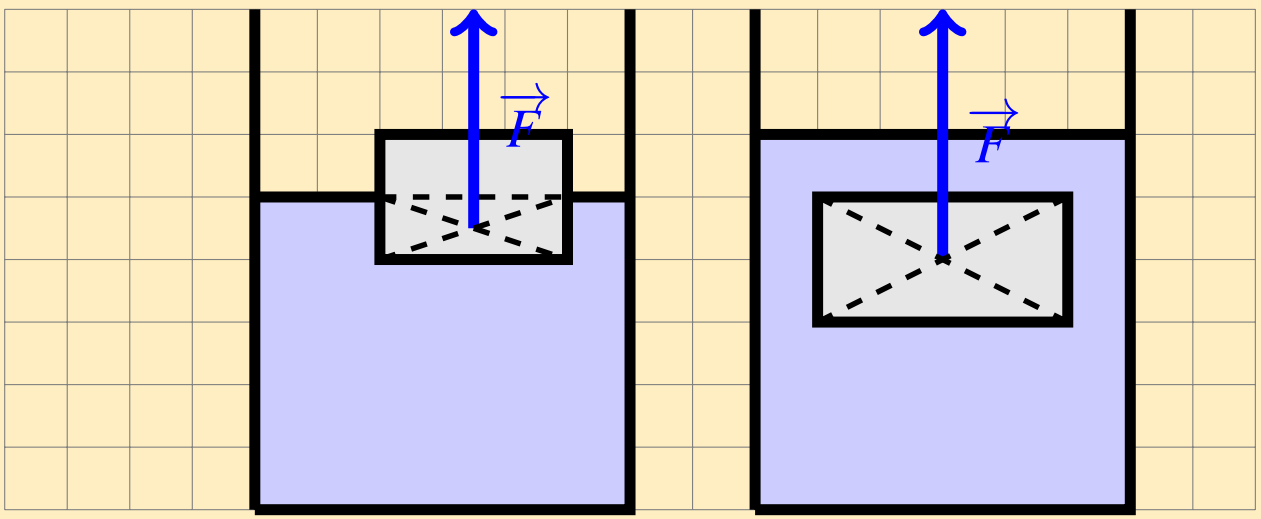
2 ـ دافعة أرخميدس

د ـ نقطة التأثير : مركز ثقل السائل المزاح من طرف الجسم المغمور

مثال : عندما يكون جسم صلب متجانس مغمورا كليا أو جزئيا في سائل ، وهو في حالة توازن ، فإن نقطة تأثير القوة $\overrightarrow{F}$ تتطابق مع مركز ثقل الجزء المغمور

القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

2 ـ دافعة أرخميدس



القوة المطبقة من طرف نابض ـ دافعة أرخميدس

3 ـ دافعة أرخميدس في الغازات

كما هو الشأن بالنسبة للسوائل فالغازات بدورها تدفع الأجسام المغمورة فيها نحو الأعلى بقوة تسمى دافعة أرخميدس مميزاتها هي كالتالي :

ـ اتجاهها رأسي
ـ منحاها نحو الأعلى
ـ شدتها تساوي شدة وزن الغاز الذي يزيحه الجسم المغمور فيه

$$F = \rho_g . g . V$$

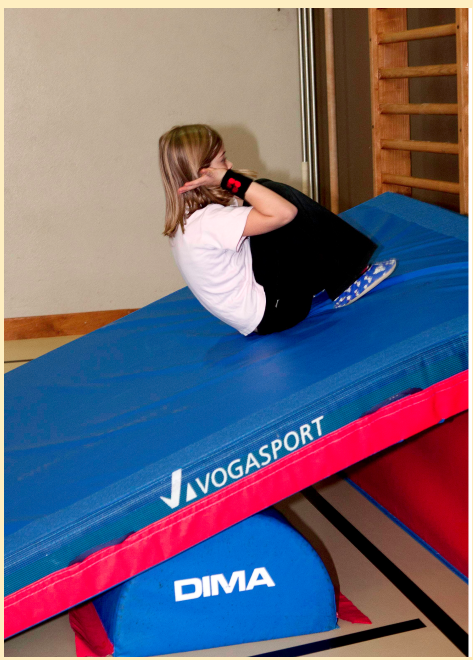
ρ_g : الكتلة الحجمية للغاز
V : حجم الغاز المزاح .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

مقدمة

تمثل الصورة أسفله سيدة تخضع لثلاث قوى تحقق توازنها على لوحة مائلة بالنسبة لمستوى الأفقي الأرض .

هل تخضع هذه القوى لشروط معينة ؟ وما هي هذه الشروط ؟



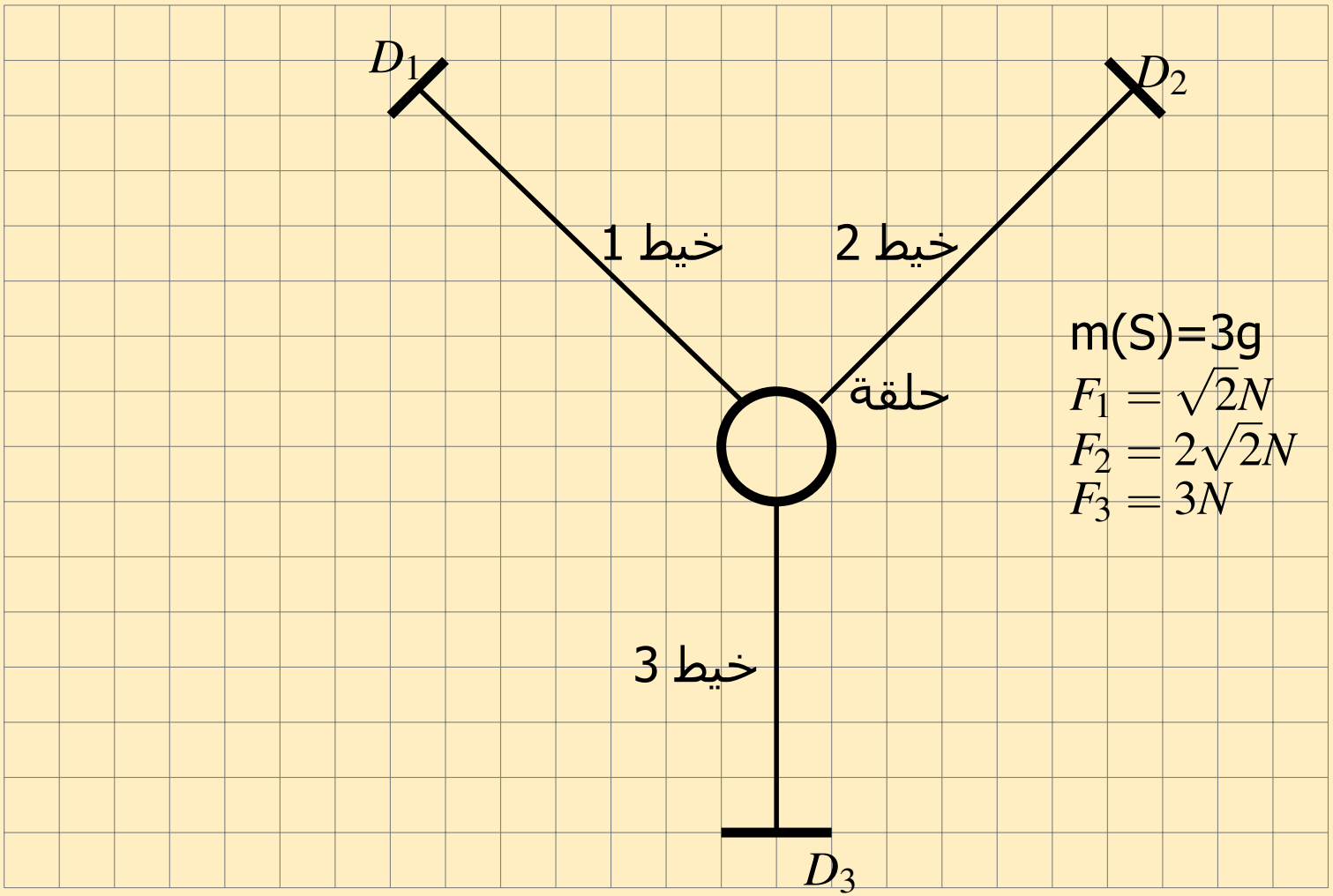
توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

1 ـ الدراسة التجريبية

*على سبورة خاصة لدراسة السكونيات نربط حلقة S ذات كتلة مهملة بثلاثة خيوط 1 ،2، 3 غير مدودة . ولقياس شدة القوة المطبقة من طرف كل خيط نشد طرفه الآخر بديناموميتر ونحقق توازن الحلقة S .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

1 ـ الدراسة التجريبية



توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

1 ـ الدراسة التجريبية

*نتحقق من كون الخيوط الثلاتة توجد في نفس المستوى الرأسي

استثمار

1 ـ اجرد القوى المطبقة على الحلقة S عند التوازن

2 ـ تحقق من أن خطوط التأثير لهذه القوى متلاقية ومستوية

3 ـ مثل على الشكل المحصل عليه القوى المطبقة على الحلقة S وذلك باستعمال سلم مناسب

4 ـ أنشئ المجموع المتجهي (الخط المضلعي) لهذه القوى . ما هو استنتاجك ؟

5 ـ استنتج الشرطين اللازمين لتوازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

1 ـ الدراسة التجريبية

نتائج التجربة

أ ـ جرد القوى المطبقة على الحلقة S $\overrightarrow{F}_1$ و $\overrightarrow{F}_2$ و $\overrightarrow{F}_3$

ـ حساب شدة وزن الحلقة نستنتج أن شدة وزن الحلقة جد مهمل أمام شدة القوى الثلاث .

ـ الحلقة في توازن تحت تأثير ثلاثة قوى .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

1 ـ الدراسة التجريبية

ب ـ مميزات القوى

القوى	$\overrightarrow{F}_1$	$\overrightarrow{F}_2$	$\overrightarrow{F}_3$
نقطة التأثير	A	B	C
المنحى	$A \longrightarrow D_1$	$B \longrightarrow D_2$	$C \longrightarrow D_3$
الاتجاه	AD_1	BD_2	CD_3
الشدة	$\sqrt{2}N$	$2\sqrt{2}N$	$3N$

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

1 ـ الدراسة التجريبية

ج ـ ملاحظات

خطوط التأثير القوى الثلاث توجد في نفس المستوى : القوى الثلاث مستوائية .

خطوط التأثير تتقاطع في نفس النقطة : الخطوط متلاقية

تمثيل المجموع المتجهي للقوى الثلاث :

توجيهات : استعمال المثلث القائم الزاوية والمنقلة لإزاحة المتجهات

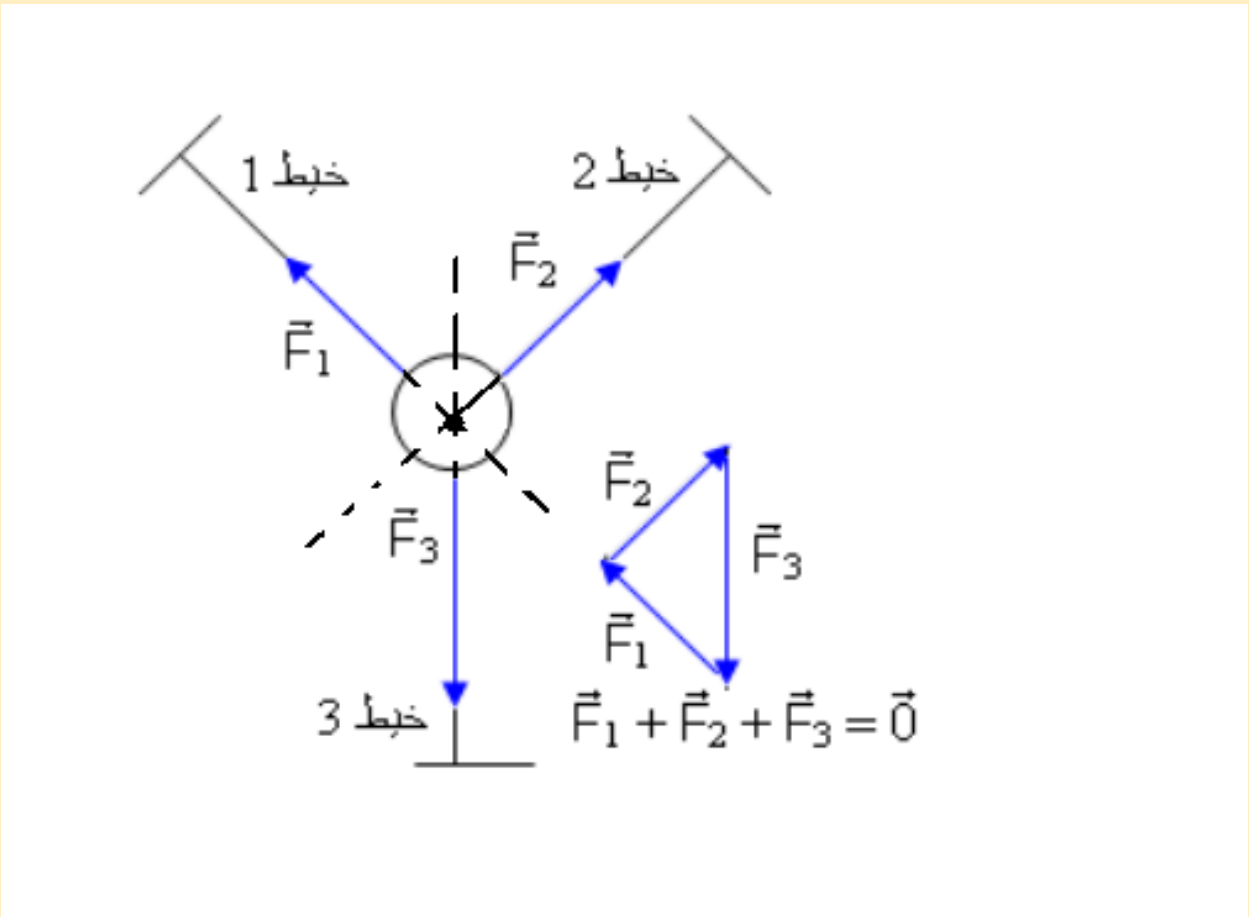
الحصول على المجموع المتجهي تسمى هذه الطريقة بالهندسية .

الإنشاء الهندسي المحصل عليه يسمى بالخط المضلعي للقوى الثلاث .

وحسب الشكل المحصل عليه فالخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق أي أن مجموع متجهات القوى الثلاث يساوي متجهة منعدمة .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تمثيل الخط المضلعي



توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

2 ـ الشرط الأول لتوازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية .

عندما يكون جسم صلب في توازن تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية فإن :
ـ المجموع المتجهي لهذه القوى منعدم شرط لازم لسكون مركز قصور الجسم

$$\overrightarrow{F}_1 + \overrightarrow{F}_2 + \overrightarrow{F}_3 = \overrightarrow{0}$$

ـ خطوط تأثيرها مستوية وغير متلاقية شرط لازم لغياب الدوران في حالة تحقق الشرط الأول .

ملحوظة : هذان الشرطان لازمان لتوازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى وغير كافيين .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

3 ـ تطبيق 1 : قوة الاحتكاك

الدراسة التجريبية 2

نضع على لوحة خشبية قطعة من خشب S كتلتها 300g . نطبق عليها قوة $\overrightarrow{F}$ بواسطة دينامومتر بحيث تبقى القطعة S في حالة توازن . يشير الدينامومتر إلى قيمة 3N .

1 ـ اجرد القوى المطبقة على الجسم

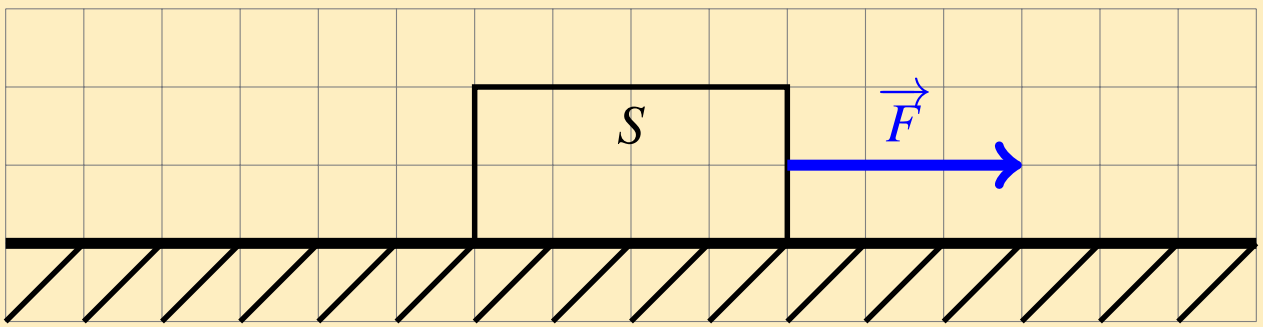
2 ـ باستعمال السلم $1cm \longrightarrow 1N$ مثل الخط المضلعي للقوى المطبقة على القطعة S .

استنتج مميزات القوة المطبقة من طرف اللوحة الخشبية على القطعة S . وكذلك طبيعة التماس بين الجسم S والسطح .

3 ـ حدد شدة القوة R_T لقوة الاحتكاك $\overrightarrow{R}_T$ (المركبة المماسية للقوة $\overrightarrow{R}$) وقارنها بشدة القوة $\overrightarrow{F}$ المطبقة من طرف الدينامومتر .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

3 ـ تطبيق 1 : قوة الاحتكاك



توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

3 ـ تطبيق 1 : قوة الاحتكاك

4 ـ بواسطة الديناومترنحدد تجريبيا شدة قوة الاحتكاك خلال الحالات الميكانيكية التالية .

$F(N)$	$2,0$	$3,0$	$5,0$	$5,1$	$5,3$
الحالة الميكانيكية	سكون			حركة	

حدد الشدة الحدية لقوة الاحتكاك التي يختل عندها توازن القطعة S .
باستعمال الطريقة المبيانية حدد قيمة زاوية الاحتكاك الساكن φ_0
5 ـ ماذا يحدث لشدة القوة $\vec{F}$ إذا غيرنا طبيعة السطح .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

3 ـ تطبيق 1 : قوة الاحتكاك

1 ـ جرد القوى المطبقة على S : $\overrightarrow{F}$ القوة المطبقة من طرف النابض .
$\overrightarrow{P}$ وزن الجسم .
$\overrightarrow{R}$ تأثير السطح على الجسم .

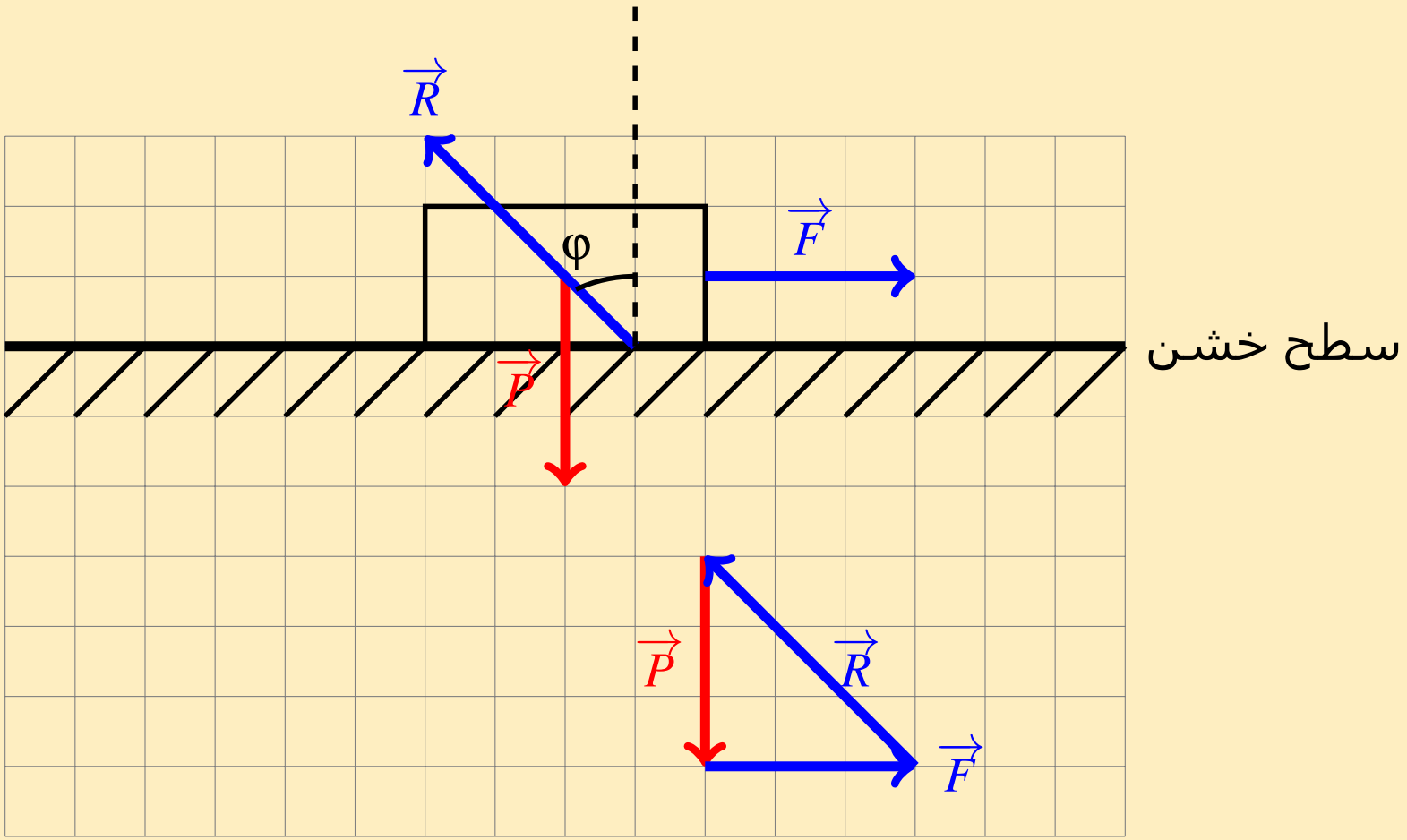
ب ـ مميزات القوى

القوى	$\overrightarrow{P}$	$\overrightarrow{F}$	$\overrightarrow{R}$
نقطة التأثير	G	A	B
المنحى	نحو مركز الأرض	نحو اليمين	نحو الأعلى
الاتحاه	عمودي على السطح	أفقي	؟
الشدة	$P = 3N$	$F = 3N$	?

باعتماد الطريقة المبيانية يمكن تحديد مميزات القوة $\overrightarrow{R}$ (أنظر التمثيل الهندسي)

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تمثيل الخط المضلعي



توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تحديد شدة القوة $\overrightarrow{R}$ باستعمال الطريقة الهندسية

من خلال الطريقة الهندسية يتبين أن القوة $\overrightarrow{R}$ غير عمودية على السطح الأفقي مائلة عكس منحى الحركة وتكون زاوية φ_0 مع الخط العمودي على السطح ، تسمى هذه الزاوية ب **زاوية الاحتكاك الساكن** وهي تحدد اتجاه القوة $\overrightarrow{R}$

يحدد منظم القوة $\overrightarrow{R}$ بالطريقة الهندسية : لدينا المتجهات $\overrightarrow{P}$ و $\overrightarrow{F}$ و $\overrightarrow{R}$ تكون مثلث قائم الزاوية بحيث أن :

$$R^2 = P^2 + F^2$$

$$\boxed{R = \sqrt{P^2 + F^2} = 3\sqrt{2}N}$$

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تحديد شدة القوة $\overrightarrow{R}$ باستعمال الطريقة الهندسية

3 ـ يلاحظ أن $\overrightarrow{R_T}$ و $\overrightarrow{F}$ لهما نفس الشدة وبالتالي يمكن قراءة شدة قوة الاحتكاك مباشرة على الديناموميتر دون اللجوء إلى الطريقة التحليلية ما لم يختل التوازن .

من خلال التجربة يتبين أن القطعة في توازن ما دامت الشدة F للقوة $\overrightarrow{F}$ اصغر من قيمة حدية $F_m = 5N$ والتي تحدث حركة القطعة S بعد تجاوزها .

ويعزى حفاظ الجسم S على توازنه رغم تزايد شدة القوة $\overrightarrow{F}$ إلى خشونة سطحي التماس وإلى طبيعتهما .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تحديد شدة القوة $\overrightarrow{R}$ باستعمال الطريقة التحليلية

هناك كذلك الطريقة التحليلية وهي تعتمد على عملية إسقاط العلاقة المتجهية $\overrightarrow{P}+\overrightarrow{F}+\overrightarrow{R}=\overrightarrow{0}$ في معلم ديكارتي $(O,\vec{i},\vec{j})$

على المحور Ox لدينا :

$$P_x+R_x+F_x=0$$

$$0-R_T+F=0\Rightarrow R_T=F=3N$$

على المحور Oy لدينا :

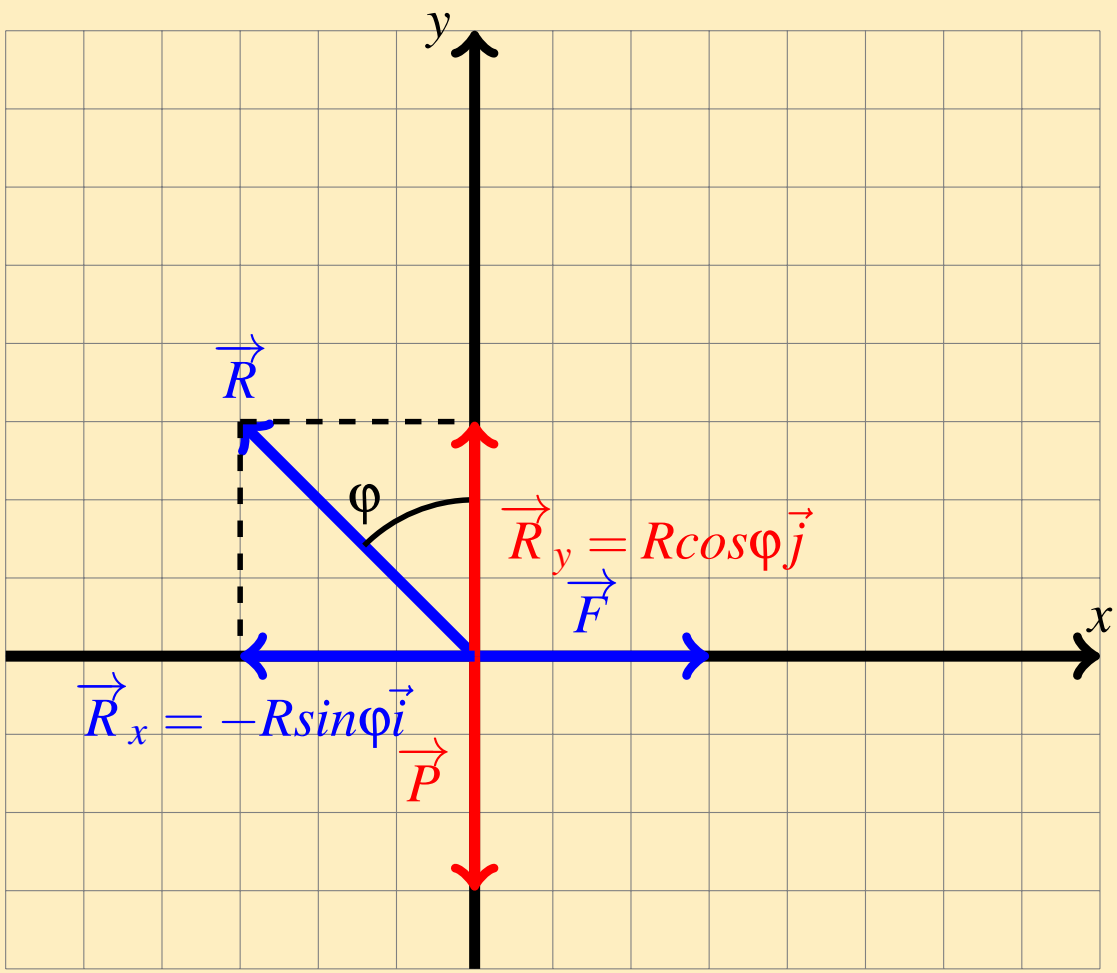
$$P_y+R_y+F_y=0$$

$$-P+R_N+0=0\Rightarrow R_N=P=3N$$

أي أن $R=\sqrt{F^2+P^2}=3\sqrt{2}N$

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

استعمال الطريقة التحليلية



توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تحديد زاوية الاحتكاك φ باستعمال الطريقة التحليلية

تعريف بقوة الاحتكاك

المركبة المماسية $\overrightarrow{R}_T$ لقوة التماس $\overrightarrow{R}$ المطبقة من طرف جسم صلب على آخر هي القوة التي تقاوم الحركة ، وتسمى قوة الاحتكاك ويرمز لها غالبا ب $\overrightarrow{f}$.

ج ـ تعريف بزاوية الاحتكاك الساكن

تسمى φ_0 بزاوية الاحتكاك الساكن وهي القيمة الحدية للزاوية φ التي يفقد عندها الجسم توازنه . وهي مقدار فيزيائي يميز التماس بالاحتكاك بين جسمين . وهي تزداد مع ازدياد خشونة سطحي التماس .

نعرف معامل الاحتكاك الساكن بالعلاقة :

$$k = tan\varphi_0$$

مع أن :

$$tan\varphi_0 = \frac{R_T}{R_N}$$

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

تحديد زاوية الاحتكاك φ باستعمال الطريقة التحليلية

حساب زاوية الاحتكاك φ_0 نطبق العلاقة :

$$tan\varphi_0 = \frac{R_T}{R_N} = -1$$

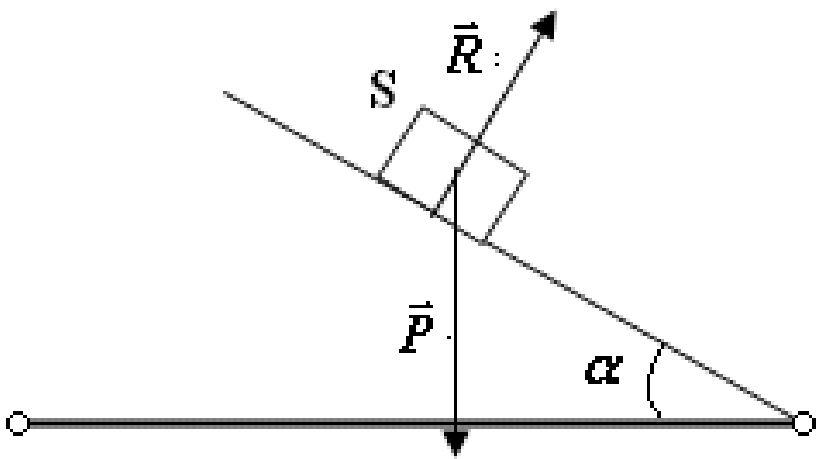
$$\varphi = -45^\circ$$

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

2 : توازن جسم صلب فوق مستوى مائل ـ تطبيق

ندرس حالة جسم صلب كتلته m ، موضوع على مستوى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى ألأفقي .

ا ـ حالة التماس بدون احتكاك



توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

2 : توازن جسم صلب فوق مستوى مائل ـ تطبيق

المجموعة المدروسة : الجسم S

جرد القوى المطبقة على الجسم : $\overrightarrow{P}$ وزن الجسم

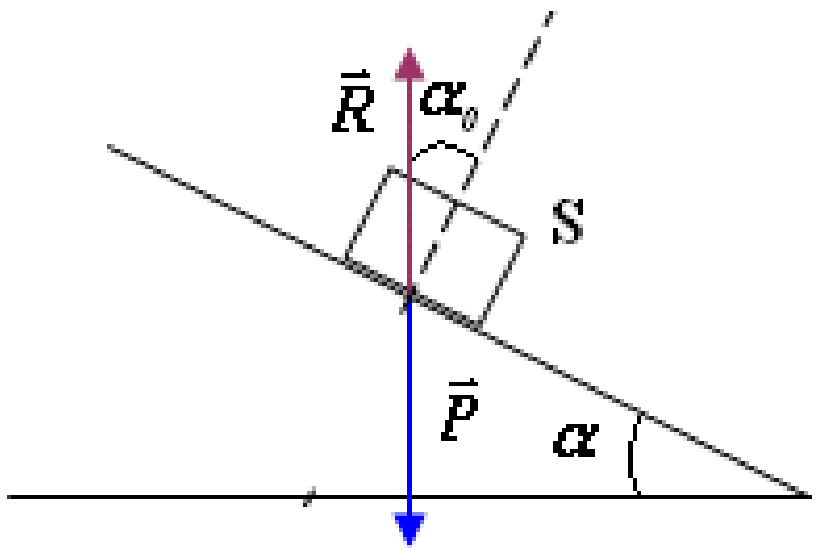
$\overrightarrow{R}$ تأثير السطح المائل على الجسم ، و بما أن التماس يتم بدون احتكاك إذن $\overrightarrow{R}$ عمودية على السطح المائل .

يلاحظ من خلال التمثيل أن $\overrightarrow{P}+\overrightarrow{R}\neq\overrightarrow{0}$ أي أن شرطا التوازن لايتحققا وبالتالي ينزلق الجسم فوق المستوى المائل .

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

2 : توازن جسم صلب فوق مستوى مائل ـ تطبيق

ب ـ حالة التماس بالاحتكاك



توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

2 : توازن جسم صلب فوق مستوى مائل ـ تطبيق

نفس القوى المطبقة على الجسم S لكن الملاحظ أن $\overrightarrow{R}$ غير عمودية على السطح المائل ، تكون زاوية α_0 مع الخط المنظمي على المستوى المائل .

تبين التجربة أنه بالنسبة :

* $\alpha < \alpha_0$: يبقى الجسم في حالة توازن أي أن وشدة القوة في هذه الحالة هي $R = P = mg$

* $\alpha > \alpha_0$ الجسم يفقد توازنه $\overrightarrow{P} + \overrightarrow{R} \neq \overrightarrow{0}$

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

5 ـ منهجية حل تمرين في السكونيات

لدراسة جسم صلب في توازن خاضع لثلاثة قوى غير متوازية بالنسبة لمعلم أرضي :

*تحديد المجموعة المدروسة

* جرد القوى المطبقة على المجموعة مع تحديد المتجهة المقرونة بكل قوة .

* تمثيل على تبيانة متجهات القوى ذات المميزات المعروفة .

* ـ تطبيق شرطي التوازن على المجموعة المدروسة

توازن جسم صلب تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية

5 ـ منهجية حل تمرين في السكونيات

ويمكن استغلال شرط التوازن بطريقتين مختلفتين :

الطريقة الأولى : الطريقة الهندسية أو المبيانية والتي تعتمد على الخط المضلعي وخطوط التأثير المتلاقية والمستوية

الطريقة الثانية : الطريقة التحليلية

ـ تحديد معلم متعامد وممنظم (Oxy) تم نسقط العلاقة المتجهية على المحورين $x'Ox$ و $y'Oy$

ـ نحصل على علاقتين جبريتين بين شدات القوى المطبقة على المجموعة المدروسة .

ـ من خلال هذين العلاقتين نجيب على الأسئلة المطروحة .