

## التأثير البينية الميكانيكية

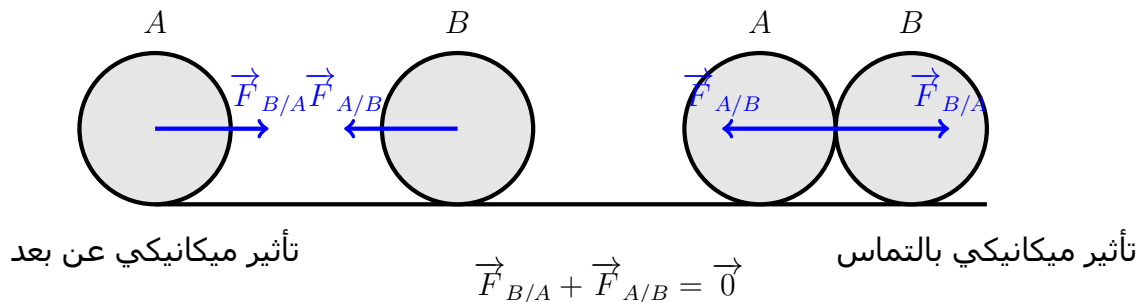
### I - التجاذب الكوني

#### 1 - 1 - مبدأ التأثيرات البينية

##### نص المبدأ :

عندما يتم تأثير بيني ، سواء بالتماس أو عن بعد ، بين جسمين A و B . فإن القوة  $\vec{F}_{A/B}$  التي يطبقها الجسم A على الجسم B والقوة  $\vec{F}_{B/A}$  التي يطبقها الجسم B على الجسم A لهما :

- نفس خط التأثير
- نفس الشدة  $F_{A/B} = F_{B/A}$
- منحيان متعاكسان

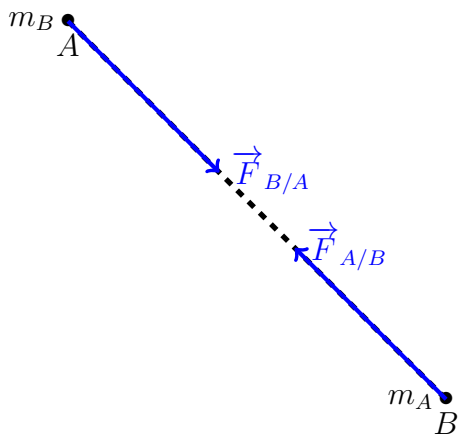


#### 1 - 2 - قوى التجاذب الكوني

في سنة 1666 م تمكن العالم نيوتن من تفسير ملاحظته : سقوط تفاحة نحو سطح الأرض حيث افترض وجود قوة تجاذب بين الأرض والتفاحة وعمم هذه النتيجة على جميع الأجسام المادية ( تتميز بكتلة ) مما يمكنه من تفسير الظواهر الفلكية كحركة الكواكب حول الشمس والأقمار حول الكواكب يسمى هذا التأثير بالبيني التجاذبي .

##### نص قانون التجاذب الكوني

تتجاذب الأجسام بسبب كتلتها ، فيطبق بعضها على البعض قوى تأثير تجاذبي .



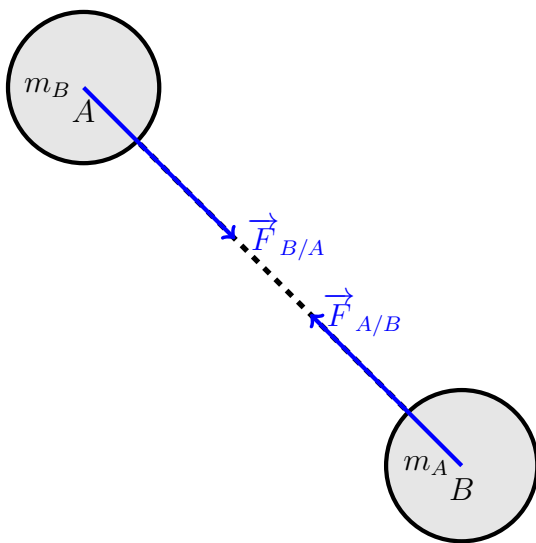
### الصياغة الرياضية لقانون نيوتن

نعتبر جسمان نقطيان A و B كتلتاهما على التوالي  $m_A$  و  $m_B$  وتفصل بينهما مسافة  $d = AB$  يحدث بين هاذين الجسمين تأثير بيني تجاذبي قوته  $\vec{F}_{A/B}$  و  $\vec{F}_{B/A}$  لهما المميزات التالية :  
- نفس خط التأثير - منجياهما متعاكسان - لهما نفس الشدة ونعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

G تسمى ثابتة التجاذب الكوني ، وقيمتها في النظام العالمي للوحدات هي :

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$$

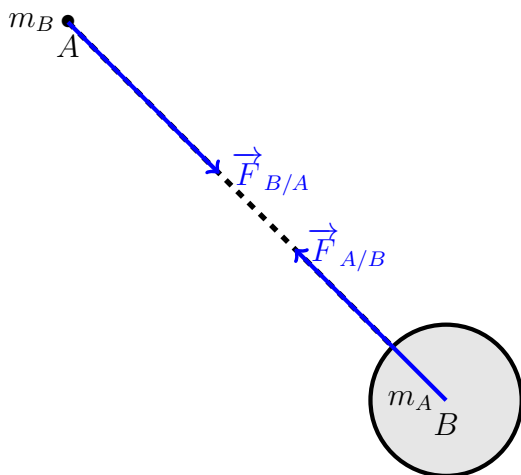


### التأثير البيني لجسمين غير نقطيين

يخضع جسمان A و B لهما تماثل كروي للكتلة إلى تأثير بيني تجاذبي ، حيث تكون لقوتي هذا التجاذب نفس الشدة F بحيث :

$$F = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

$m_A$  و  $m_B$  كتلتا الجسمين و d المسافة بين مركزيهما .



### التأثير البيني لجسم ذي تماثل كروي وجسم نقطي

جسم نقطي كتلته  $m_A$  ويوجد على ارتفاع h من سطح كوكب الأرض ذي الكتلة  $M_T$  يخضع لقوة تجاذب كوني شدتها :

$$F = G \frac{m_A \cdot M_T}{(R + h)^2}$$

R شعاع كوكب الأرض .

### 1 - 3 - وزن الجسم Poids d'un corps

وزن الجسم هو القوة المقرونة بتأثير الأرض على الجسم ونرمز له بالمتجهة  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$  مميزاته هي : خط التأثير هو الخط الشاقولي أو الرأسي المار من مركز ثقل الجسم . شدته هي  $P = mg$  بحيث m كتلة الجسم و g شدة الثقالة وتسمى  $\vec{g}$  متجهة مجال الثقالة **العلاقة بين شدة الثقالة g والارتفاع h**

نعتبر جسما كتلته m يوجد على ارتفاع h من سطح الأرض ذي الكتلة  $M_T$  والشعاع R ، وجود الجسم في

مجال الثقالة للأرض فهو يخضع لوزنه  $P = mg$  وكذلك حسب قانون التجاذب الكوني فهو يخضع لقوة التأثير البني الجاذبي  $F = G \frac{m.M_T}{(R+h)^2}$  وبإهمال دوران الأرض حل قطبيها يمكن أن نكتب :

$$F = P \Rightarrow G \frac{m.M_T}{(R+h)^2} = mg$$

$$g = \frac{G.M_T}{(R+h)^2} \quad (1)$$

g شدة الثقالة تتعلق بالارتفاع h

على سطح الأرض تكون  $h = 0$  في هذه الحالة نرسم لشدة الثقالة ب  $g_0$  وتعبيرها

$$g_0 = \frac{G.M_T}{R^2} \quad (2)$$

ونسنتج من العلاقة (2) :

$$GM_T = g_0.R^2$$

في العلاقة (1) :

$$g = g_0 \left( \frac{R}{R+h} \right)^2$$

### ملحوظة

نظرا لكون أن الأرض ليست كروية الشكل فإن  $g_0$  تتغير حسب خط العرض

$g_0$  في الرباط :  $9,796N/kg$

في باريس :  $g_0 = 9,810N/kg$

– يمكن تعريف وزن الجسم على سطح كوكب آخر حيث تتعلق  $g$  بالثقالة التي يحدثها هذا الكوكب .

على سطح القمر  $g_0 = 1,7N/kg$

على سطح المريخ  $g_0 = 3,7N/kg$

## II – أمثلة للتأثيرات الميكانيكية

### 2 – 1 – تذكير بمفهوم القوة

عند تأثير جسم على آخر يسمى هذا التأثير بالتأثير الميكانيكي  
مثال : عند وضع كتاب على طاولة ، فإن الطاولة تؤثر على الكتاب حتى لا يسقط نحو الأرض . أي أن مفعول

هذا التأثير هو جعل الكتاب في حالة سكون

نقرن كل تأثير ميكانيكي بمقدار متجهي نسميه متجهة القوة

مميزات القوة : نقطة التأثير ، الاتجاه ، المنحى ، الشدة

تمثل القوة بمتجهة لها مميزات متجهة القوة ويتعلق طولها بالسلم المختار.

وحدة القوة في النظام العالمي للوحدات هي النيوتن N .

### 2 – 2 – تصنيف القوى

**النشاط 1**

نعتبر التأثيرات البيئية الميكانيكية التالية :

- تأثير الطاولة على الكتاب .
  - تأثير الهواء على الشراع .
  - عند غرز مسمار في لوحة خشبية بواسطة مطرقة ، تأثير المسمار على اللوحة .
  - تأثير المغناطيس على الحديد .
  - عند قذف كرة من طرف لاعب وتصطدم بالعارضة . تأثير رجل اللاعب على الكرة وتأثير العارضة على الكرة .
  - تأثير الأرض على الأجسام المادية
- 1 - صف القوى المقرونة بالتأثيرات الميكانيكية السابقة إلى قوى التماس وقوى عن بعد . 2 - حدد بالنسبة لكل حالة المكان الذي يتم فيه التماس بين الجسمين . ماذا تستنتج ؟

يمكن تصنيف القوى إلى قوى التماس وقوى عن بعد حسب وجود أو عدم وجود تماس بين جسمين .

**2 - 2 - 1 . القوى عن بعد**

وزن الجسم : نرسم له بالمتجهة  $\vec{P}$

مميزاتها : نقطة التأثير مركز ثقل الجسم

الاتجاه : الخط الرأسى

المنحى : نحو مركز الأرض أو من الأعلى نحو الأسفل

الشدة :  $P = m.g$  بحيث أن  $m$  كتلة الجسم و  $g$  شدة الثقالة .

**تمرين تطبيقي :**

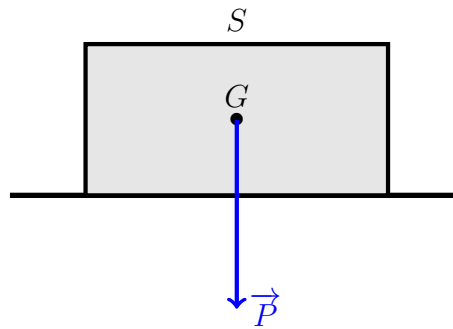
نضع جسما  $S$  كتلته  $m = 250g$  على طاولة أفقية . مثل باستعمال سلم مناسب وزن الجسم  $\vec{P}$  .  
نعطي شدة مجال الثقالة :  $g = 10N/kg$

الجواب :

لدينا :

$$P = m.g = 0,25 \times 10 = 2,5N$$

نختار كسلم ملاءم :  $1N \longleftrightarrow 1cm$  أي أن طول المتجهة :  $2,5cm$

**2 - 2 - 2 . قوى التماس**

تعريف :

القوى التي تطبقها الأجسام المتماسية فيما بينها تسمى بقوى التماس ، ويمكن أن يكون هذا التماس موزعا أو مموضعا .

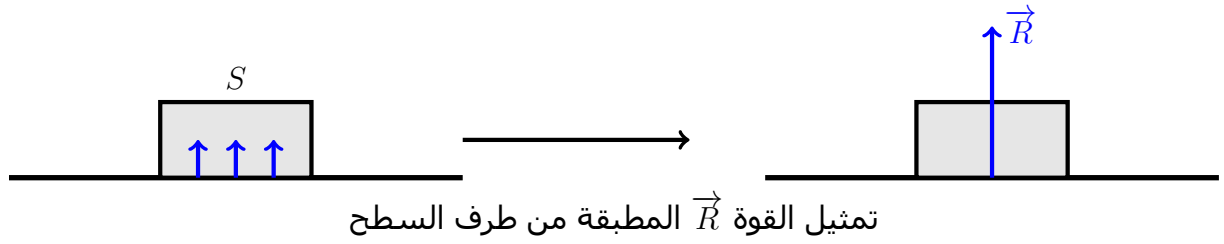
**قوى التماس الموزعة**

عندما يتم التماس بين جسمين على مساحة ، نسمي القوى المطبقة على المساحة بكاملها بقوى التماس

الموزعة نرسم لها بالمتجهة  $\vec{R}$  .

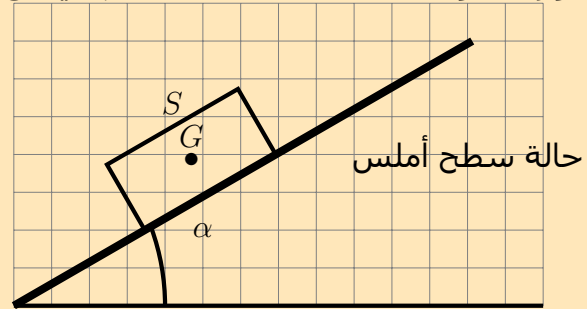
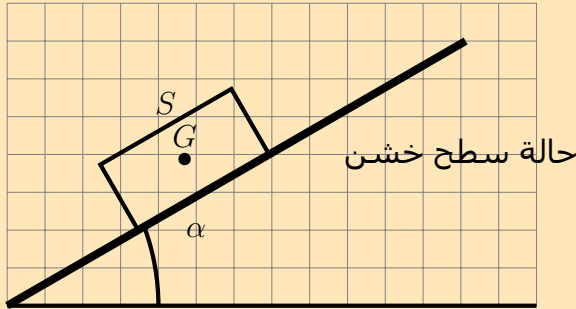
مميزات قوة التماس الموزعة :

كيفية تمثيل قوى التماس الموزعة : نقطة تأثيرها : قوى موزعة على مساحة . فاصطلح على أن تمثل بالمتجهة  $\vec{R}$  أصلها ينتمي إلى مركز مساحة التماس بين الجسمين



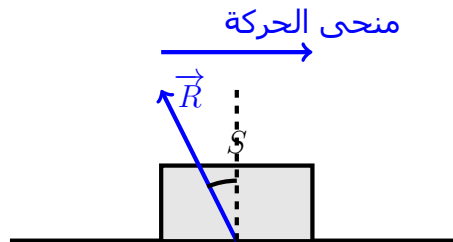
## النشاط 2

- نأخذ لوحيتين من الخشب ، الأولى سطحها أملس ، والثانية سطحها خشن . نميلها بنفس الزاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي . نضع جسم من الخشب مرة فوق السطح الأملس ومرة فوق السطح الخشن .
- 1 - أوجد القوى المطبقة على الجسم في كل تجربة وصنفها .
  - 2 - أين يتم التماس بين الجسم واللوح الخشبية ؟
  - 3 - مثل كيفية القوى المطبقة على الجسم في كل حالة .
  - 4 - هل تتوازن القوتان المطبقتان على الجسم في كل حالة ؟



الاتجاه : يتعلق بطبيعة التماس :

- في حالة وجود احتكاكات بين الجسمين يكون اتجاه القوة مائل بالنسبة للخط المنظمي على السطح التماس بين الجسمين



- في غياب الاحتكاكات يكون اتجاه القوة عمودي على سطح التماس

### \* قوى التماس المموضعة . forces de contact localisés

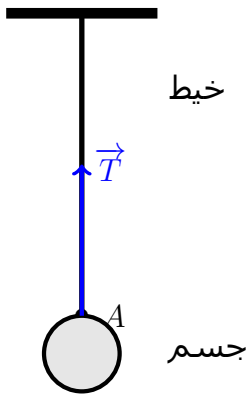
عندما تكون مساحة التماس بين جسمين عبارة عن نقطة فالقوة المطبقة من طرف أحد الجسمين على

الآخر هي قوة تماس مموضعة ونمثل نقطة التماس بين الجسمين نقطة تأثير القوة .  
أمثلة لبعض قوى التماس المموضعة :

### النشاط 3

- نعلق جسما (A) صلبا بخيط وجسما آخر (B) نابض .
- 1 - عبر عن هذه التجربة بتبيانة بسيطة .
  - 2 - أجرد القوى المطبقة على الجسمين في كلتا الحالتين .
  - 3 - صنف هذه القوى إلى قوى بالتماس وقوى عن بعد .
  - 4 - أين يتم التماس بين الجسم (A) والخيط ، تم بين الجسم (B) والنابض ؟
  - 5 - نسمي القوة المطبقة من طرف الخيط على الجسم (A) بتوتر الخيط وكذلك بالنسبة للقوة المطبقة من طرف النابض على الجسم (B) بتوتر النابض .

#### \* توتر الخيط

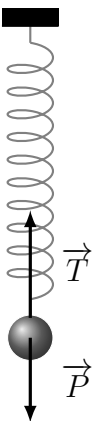


نسمي توتر الخيط القوة التي يؤثر بها الخيط على جسم آخر ( ويكون الخيط في هذه الحالة متوترا ) ونرمز لها غالبا  $\vec{T}$  ومميزات القوة :

نقطة التأثير : نقطة التماس بين الخيط والجسم  
الاتجاه : المستقيم الذي يجسده الخيط  
المنحى : نحو حامل الخيط  
الشدة : يرمز لها ب  $T$

**ملحوظة :**  
في حالة التماس المموضع نقطيا فإن نقطة التأثير والاتجاه يحددان خط التأثير .

#### \* توتر النابض



هو القوة المطبقة من طرف نابض مطال أو مكبس على جسم صلب مثبت في أحد طرفيه . ويرمز إليها في الغالب ب  $\vec{T}$  ومميزات القوة :

نقطة التأثير : نقطة التماس بين النابض والجسم  
الاتجاه : المستقيم الذي يجسده النابض  
المنحى : نحو حامل النابض  
الشدة : يرمز لها ب  $T$

## 2 - 2 - 3 القوى الداخلية والقوى الخارجية forces intérieures et forces extérieures

تحديد المجموعة المدروسة يمكن من تصنيف القوى إلى قوى داخلية وقوى خارجية القوى الخارجية هي القوى المطبقة على المجموعة المدروسة من طرف أجسام لا تنتمي إليها.  
القوى الداخلية هي القوى المطبقة من طرف أجسام تنتمي إلى المجموعة المدروسة.

## 2 - 2 - 4 القوة الصاغطة Force pressante

### \* القوة الصاغطة

**مثال :**

- تملاً نفاخة بكمية من الهواء ونحكم سد فوهتها .  
 - ما سبب انتفاخ النفاخة ؟ سبب انتفاخ النفاخة هو وجود قوة تضغط على السطح الداخلي للنفاخة .  
 - أعط نوع القوة المطبقة من طرف الهواء المكبقة على الجوانب الداخلية للنفاخة .  
 قوة تماس موزعة تسمى **بالقوة الضاغطة** .

**مثال 2**

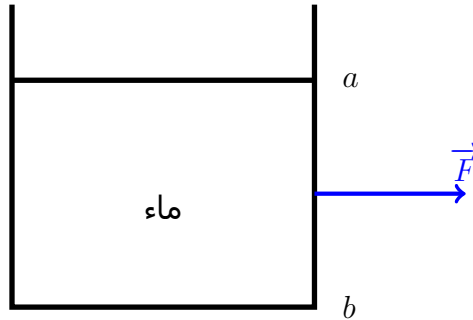
- تملاً إناء بالماء ونجعل به ثقوباً يندفع من الماء .  
 - ما نوع القوة المطبقة على على الجانب الداخلي للإناء وحدد اتجاه هذه القوة ؟  
 قوة تماس موزعة مطبقة على كل الجوانب الداخلية للإناء في تماس مع الماء ، إذن فهي قوة ضاغطة .  
 واتجاهها عمودي على سطح التماس بين الماء ولإناء.

**خلاصة :**

تؤثر الموائع ( السوائل والغازات ) على كل الأجسام التي توجد في تماس معها . نسمي القوة المقرونة بهذا التأثير الميكانيكي **بالقوة الضاغطة** .

**مميزات القوى الضاغطة :**

- مثلاً القوة الضاغطة المطبقة من طرف الجانب ab للإناء:  
 نقطة التأثير : وسط مساحة التماس بين الماء والجانب ab  
 الاتجاه : الخط العمودي على الجانب ab  
 المنحى : منحى اندفاع الماء  
 شدة القوة الضاغطة : لحساب الشدة لابد من تعريف الضغط

**\* مفهوم الضغط**

نعرف الضغط  $P$  في النقطة  $M$  على الجزء المحيط بهذه النقطة الذي مساحته  $S$  بالعلاقة التالية :

$$P = \frac{F}{S}$$

$F$  شدة القوة الضاغطة في النقطة  $M$  وحدتها النيوتن ( $N$ )  
 $S$  مساحة الجزء المحيط بالنقطة  $M$  وحدتها المتر مربع  $m^2$   
 $P$  الضغط وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الباسكال Pa

**\* الضغط الهوائي**

يسلط الهواء على كل الأجسام الموجودة على سطح الأرض قوة موزعة ضاغطة .

يسمى الضغط في كل نقطة من الجو : بالضغط الجوي *pression atmosphérique*  
وحدات أخرى لقياس الضغط :  
– البار : *bar*

$$1bar = 10^5 Pa$$

– السنتميتير من الزئبق *Hg de cm*

$$1cmHg = 101325Pa$$

– الأتموسفير *atm*

$$1atm = 101325Pa$$

يقاس الضغط بواسطة جهاز يسمى بالمضغاط .

\* ملحوظة : معرفة الضغط في التأثيرات البينية التي تتم بين الموائع والأجسام الصلبة تمكن من معرفة شدة القوة الضاغطة التي يؤثر بها الجسم المائع .

**تمرين تطبيقي :**

يطبق غاز على جزء من جوانب إناء مساحته  $10m^2$  ، قوة ضاغطة شدتها  $F = 0,5N$

1 – احسب قيمة الضغط المطبق من طرف الغاز

2 – قارن هذه القيمة بقيمة الضغط الجوي

3 – أذكر كيف تصبح قيمة الضغط عندما تتضاعف المساحة باعتبار أن شدة القوة تبقى ثابتة .