الظواهر الميكانيكية

الكفاءة

يصف الحالة الحركية لجسم بالنسبة لمرجع
بتوظيف المقاربة الأولية لمفهوم القوة

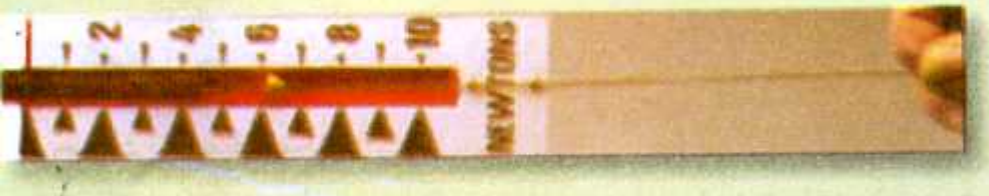
الوحدة 01

المقاربة الأولية للقوة كشعاع

Première approche vectorielle de la force

هل مفهوم القوة عند عامة الناس هو المفهوم نفسه عند الفيزيائي ؟

كيف ننمذج فعل اليد
على الكرة ؟



كيف نمثل القوة ؟

Force	قوة
Vecteur	شعاع
Système mécanique	جملة ميكانيكية
Action mécanique	فعل ميكانيكي
Intéractions	أفعال متبادلة

1 ـ الجملة الميكانيكية

■ مفهوم الجمل الميكانيكية

1. ما هي الجملة الميكانيكية؟

• أخبر علي زميله منير أن دراجته أصبحت تجنح به دوما نحو اليمين، وأن الخلل يكمن في المقود والعجلة الأمامية، فما كان من منير إلاّ أن نصحه بأخذها كاملة إلى مصلّح الدراجات.

– هل يقتضي الكشف عن الخلل أخذ الدراجة بكاملها إلى مصلّح الدراجات؟

– لو كان الخلل مثلا هو انغراز مسمار في العجلة الأمامية، هل يستدعي ذلك أخذ الدراجة كاملة إلى مصلّح الدراجات؟

– ما هي الجملة الميكانيكية المعنية في كل حالة من الحالتين السابقتين؟

• خذ كأسا واملأه بالماء، ضعه على كفة ميزان رقمي.

– لأي جملة ميكانيكية تنسب الكتلة المسجلة؟

• خذ الكأس السابق وأفرغه من الماء، ثم أعد وزنه.

– ما هي الجملة الميكانيكية المعنية بالكتلة المقاسة في هذه الحالة؟

2. كيف أختار جملة ميكانيكية؟

• خذ كرية وعلقها بخيط (وثيقة 1).

عندما يكون الخيط مشدودا والكرية متوقفة، نقول أن هذه جملة ميكانيكية ساكنة بالنسبة للأرض.

– ما هي الجملة الميكانيكية المقصودة في العبارة السابقة؟

• قم بإزاحة الكرية مع إبقاء الخيط مشدودا، حتى يصنع زاوية مع الشاقول المار من نقطة التعليق، ثم اتركها لحالها.

– عيّن الجملة الميكانيكية المتحركة.

• قم بحرق الخيط بواسطة شمعة أو ولاعة، والكرة دائما في حالة حركة.

– ماذا يحدث ؟ ما هي الجملة الميكانيكية المتحركة بالنسبة للأرض في هذه الحالة؟

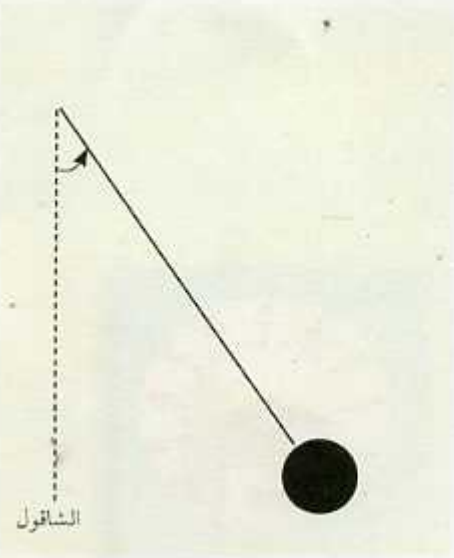
• خذ نابضا مرنا وضعه على طاولتك (وثيقة 2)، تمعّن فيه.

– هل النابض يشكل جملة ميكانيكية؟ أشرح.

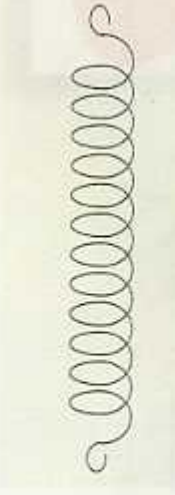
• علّق النابض السابق من إحدى نهايتيه في مسمار ثابت، ثم اسحب قليلا نهايته الثانية نحو الأسفل وحررها. ماذا تلاحظ؟

• اربط النهاية الحرة للنابض بجسم صلب، وأزحه قليلا نحو الأسفل، ثم اتركه لحاله .

– ماذا تلاحظ؟ حدّد الجملة الميكانيكية المتحركة بالنسبة للأرض.

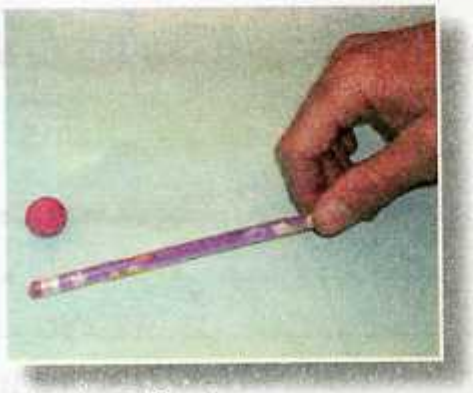


وثيقة 1: كرية معلقة بخيط


وثيقة 2: نابض

■ مفهوم التأثير المتبادل بين جملتين ميكانيكيتين

3. الفعل الميكانيكي و آثاره.



وثيقة 3: كرة وقلم رصاص

• خذ كرية صغيرة (وثيقة 3)، ضعها على الأرض قريبا من حائط ثم اضربها ضربة خفيفة بالقلم باتجاه الحائط.

– ماذا يحدث بين القلم والكرية وكذلك بين الحائط والكرية؟

– حاول أن تشرح هذه الوضعية.

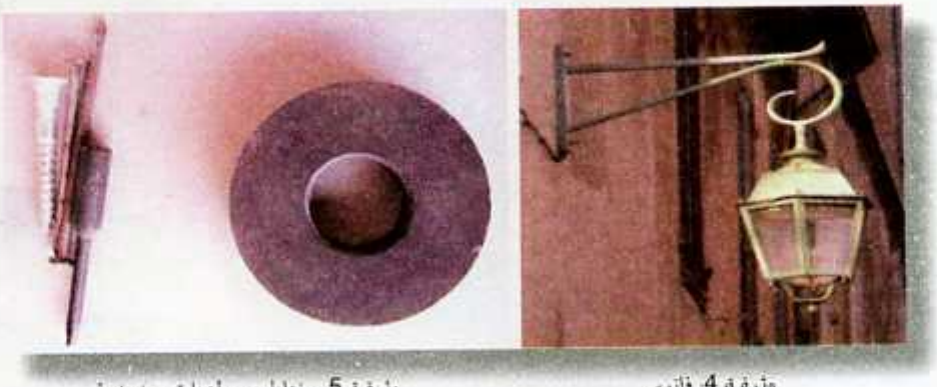
• أحضر قطعة إسفنج، اتركها على طاولة، حدد شكلها. ضع قطعة الإسفنج بين السبابة والإبهام ثم اضغط عليها.

– ماذا تلاحظ؟ اشرح.

– استنتج مما سبق كيف يمكن أن يكون تأثير الفعل الميكانيكي على جملة ميكانيكية.

4. كيف يتم الفعل الميكانيكي؟

• تمعّن في الصورتين المواليتين:



وثيقة 4: فانوس

وثيقة 5: مغناطيس وأدوات حديدية

– حدد كيفية تأثير الحامل على المصباح (وثيقة 4). وكيفية تأثير المغناطيس على الأدوات الحديدية (وثيقة 5).

• هناك تأثير ميكانيكي على كل من العربة (وثيقة 6) والقارب الشراعي (وثيقة 7).

وثيقة 6: عربة مجرورة بخيط

وثيقة 7: قارب شراعي

– ما هو الاختلاف بين التأثيرين؟

– تعرف على كل تأثير.

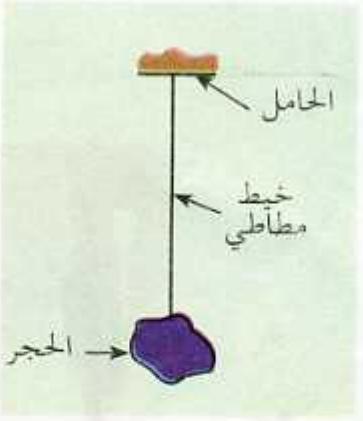
■ مفهوم الفعل الميكانيكي لجملة ميكانيكية على أخرى : المقاربة الأولية لمفهوم القوة.

5. التأثير المتبادل بين جملتين ميكانيكيتين.

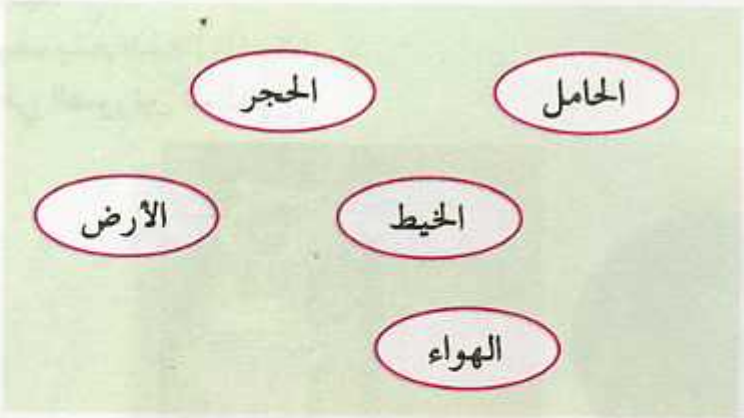
ملاحظة: استعن في هذا النشاط بالبطاقة المنهجية رقم 1.

• علّق حجرا في نهاية خيط مطاطي، نهايته الأخرى مثبتة بحامل كما في الشكل (**وثيقة 8**).

– بالاعتماد على تحليلك للشكل، أكمل المخطط (وثيقة 9) بتمثيل التأثيرات المتبادلة بين مختلف الجمل الميكانيكية وذلك بالاستعانة بالبطاقة المنهجية رقم 1 ص 190.



وثيقة 8: حجر معلق بخيط مطاطي



وثيقة 9: مخطط أجسام متأثرة

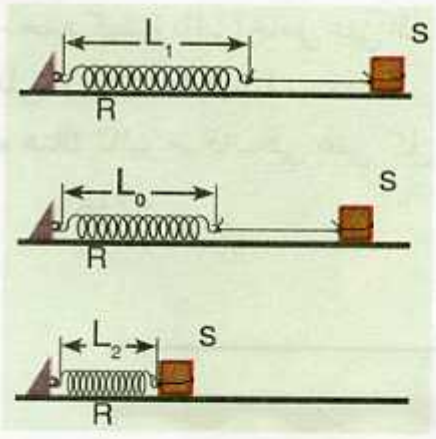
• يمكن لنابض مرن أن يستطيل أو ينضغط تحت التأثيرات الميكانيكية (**وثيقة 10**).

علما أن للنابض (R) طولا (L_0)في حالة الراحة.

– مثّل باستعمال "مخطط أجسام متأثرة" التأثير المتبادل بين الجملة الميكانيكية (S) والجمل الميكانيكية الأخرى المطلوب تحديدها.

• ما هو الفعل الميكانيكي للنابض (R) على الجسم(S)؟

– مثّل باستعمال "مخطط أجسام متأثرة" التأثير المتبادل بين الجسم والجمل الميكانيكية الأخرى الممثلة في الشكل.



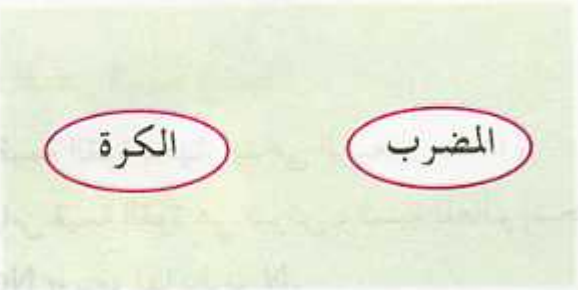
وثيقة 10: نابض مرن

6. من يؤثر على من؟

• لاحظ الصورة (**وثيقة 11**) التي تبين قذف كرة بالمضرب من طرف لاعبة التنس.

– مثّل الفعلين الميكانيكيين المتبادلين بين المضرب (الجملة الميكانيكية الأولى) والكرة (الجملة الميكانيكية الثانية)، مع تحديد اتجاه كل فعل (**وثيقة 12**).

وثيقة 11: قذف كرة بالمضرب



وثيقة 12: مخطط التأثيرات

2ـ المقاربة الأولية للقوة كشعاع

■ تمثيل القوة بشعاع.

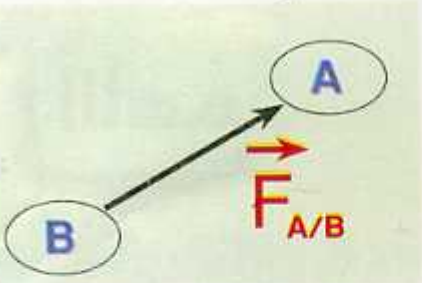
7. كيف أمثل القوة؟

• ننمذج الفعل الميكانيكي بقوة تمثل بشعاع.

عندما يكون هناك تأثير متبادل بين جملة ميكانيكية A وجملة ميكانيكية B نسمي تأثير الجملة الميكانيكية A على الجملة الميكانيكية B بـ"القوة" و يرمز لها بـ : $\vec{F}_{A/B}$ حيث A هي الجملة المؤثرة و B الجملة المتأثرة .

تمثل هذه القوة بشعاع (**وثيقة 13**) بدايته الجملة الميكانيكية B وطويلته تتناسب مع شدة الفعل وحامله هو خط رابط بين B و A .

و بصفة مماثلة،ننمذج تأثير الجملة B **على الجملة** A بالقوة $\vec{F}_{B/A}$.



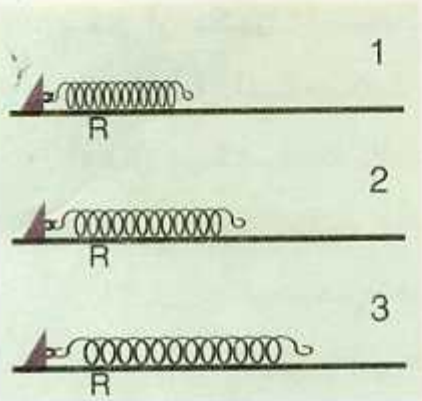
وثيقة 13: تمثيل قوة

• خذ نابضا، ثبت إحدى نهايتيه بنقطة ثابتة (**وثيقة 14**). اسحب نهاية النابض بمقدار $d_1 = 1$ cm ثم $d_2 = 2$ cm ثم $d_3 = 3$ cm .

– ماذا تلاحظ؟

– هل تأثير النابض على اليد ($\vec{F}_{R/m}$) هو نفسه في الحالات الثلاث؟ اشرح.

– اقترح تمثيلا يوضح الاختلاف إن وجد .



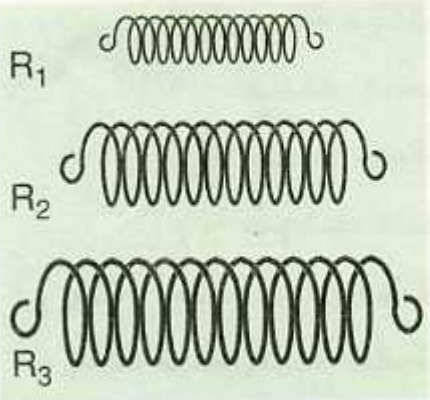
وثيقة 14: سحب نهاية نابض

• أحضر ثلاثة نوابض مرنة مختلفة (**وثيقة 15**).ثبت كل نابض من أحد طرفيه ثم اسحب الطرف الحر لكل منها بمقدار 1 cm .

– هل تأثير النابض على اليد ($\vec{F}_{R/m}$) في النوابض الثلاثة هو نفسه؟ برّر إجابتك.

– ماذا تستنتج؟

– **النتيجة** : بماذا يتميز الشعاع الممثل للقوة؟



وثيقة 15: نوابض مختلفة

7. بماذا أقيس قيمة القوة؟

• تقاس قيمة القوة بجهاز يدعى الربيعة (وثيقة 16).

وحدة قياس قيمة القوة هي نيوتن ، نسبة للعالم إسحاق نيوتن (Newton)ويرمز لها بالرمز N.

– حاول بواسطة ربيعة أن تقيس قيم بعض القوى الصغيرة في محيطك، مثل: قيمة القوة الأصغرية اللازمة لسحب كراسك على الطاولة ؛ قيمة القوة اللازمة لزيادة طول نابض مرن باستطالة معينة ...الخ

وثيقة 16: جهاز الربيعة.

الأهم

. يمكن أن تكون الجملة الميكانيكية جسما أو جزءا من جسم أو عدة أجسام.

. يمكن أن يكون الجسم المكون للجملة الميكانيكية صلبا أو سائلا أو غازا.

. تؤثر الجمل الميكانيكية على بعضها البعض بأفعال ميكانيكية وهي نوعان: أفعال ميكانيكية تلامسية و أفعال ميكانيكية بُعدية.

. للأفعال الميكانيكية تأثير:

- موضعي: جر عربة بالخيط مثلا.
- موزع على سطح الجملة الميكانيكية: فعل الرياح على شراع القارب مثلا.

. نمثل التأثير الميكانيكي المتبادل بين جمل ميكانيكية بـ " مخطط أجسام متأثرة ".

. ننمذج فعل جملة ميكانيكية (A) على جملة ميكانيكية (B) بقوة نمثلها بالشعاع $\vec{F}_{A/B}$:

- حامله: منحى الفعل.
- جهته: جهة الفعل.
- طويلته: تتناسب مع قيمة القوة.

. يمكن أحيانا قياس قيمة القوة بالربيعة.

. وحدة قياس قيمة القوة في النظام الدولي (SI) هي النيوتن. ويرمز لها بـ: (N).

الأفعال المتبادلة بين جملتين ميكانيكيتين

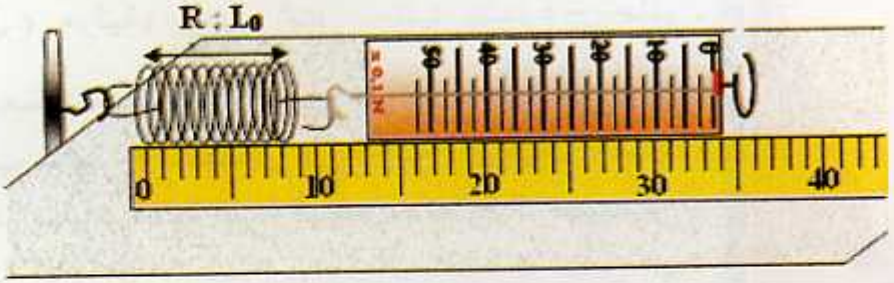
الأدوات المستعملة:

ربيعة(دينامومتر)، مسطرة، نابض مرن.

التجربة الأولى:

- حقق التركيب الممثل في الشكل(وثيقة 17)
- اسحب الربيعة قليلا، ماذا يحدث للنابض؟
- أنشئ مخطط أجسام متأثرة للجملة الميكانيكية (النابض، الربيعة، اليد).

التجربة الثانية:



وثيقة 17: التركيب التجريبي

- ثبت إحدى نهايتي النابض بحامل واربط النهاية الثانية بالربيعة (وثيقة 17) ثم طبق قوة على النهاية الحرة للنابض باستعمال الربيعة .
- عبرعن القوة المطبقة على النهاية الحرة للنابض بالترميز $\vec{F}_{A/B}$، اقرأ قيمتها على الربيعة.
- هل بإمكانك استنتاج قيمة القوة المطبقة من طرف المعلاق على النهاية المثبتة للنابض؟
- اقترح تركيبا لقياسها ثم قسها. ماذا تستنتج؟

التجربة الثالثة:

- أنجز جدولا لقيم القوة المطبقة على النابض بدلالة الزيادة في طول النابض كما يلي :

قيمة القوة المطبقة F(N)						
الزيادة في طول النابض x(cm)						

- ارسم المنحنى البياني الذي يعطي القوة المطبقة بدلالة الزيادة في الطول، حيث :
  . تمثل القوة على المحور العمودي وأن كل 1cm يمثل 1N
  . تمثل الزيادة في الطول على المحور الأفقي وأن كل 1cm يمثل 1cm
- من أجل كل ثنائية (F , x) في الجدول، أحسب النسبة F/x. ماذا تستنتج؟
- استخلص علاقة رياضية للربط بين القوة المطبقة والزيادة في طول النابض.

بطاقة وثائقية

شيء من التاريخ

- مفهوم القوة -

يشير مفهوم القوة منذ القدم إلى التأثير الميكانيكي بين الأجسام وإلى القدرة المعنوية عند الانسان.ولكنه استغرق وقتا طويلا للتبلور عند الفيزيائي مقارنة بمفاهيم فيزيائية أخرى كالطول والكتلة. ذلك أن القوة لا ترى كما أنها ليست حقيقية؛ فهي مفهوم معنوي مجرد لا يمكن إخضاعه للتجريب المباشر، بل إنها تطبيق لتأثيرات (أفعال) مرئية، وهي تُمثل حاليا بنموذج عالمي.

ارخميدس

استعملت القوة كمفهوم فيزيائي قديما وحديثا كل بحسب منظوره للتطبيق في الحياة اليومية. فقديما، أثناء دراسة إشكالية أذرع الرافعات تطرق أرخميدس- ضمنيا- لأوزان الأجسام ، دون أن يكون له سابق عهد بمفهوم القوة . فخلال دراسة البكرات كان استعمال مفهوم القوة مجازا ويكمن في توتر خيوط الربط.

كما تمكن غاليلي من حل إشكالية دراسة المستوي المائل وقذف الأجسام، دون التطرق، ولو ضمنيا لمفهوم القوة.

ابن سينا

كان لعلماء العرب إسهامات في إعطاء مفهوم للقوة إذ وردت في كتاباتهم نصوص كثيرة نذكر بعضا منها على سبيل المثال :

يقول الشيخ الرئيس أبو الحسن بن عبد الله بن الحسن ابن سينا (970-1037م) في كتابه "نجاة" (طبعة سنة 1331هـ الجزء الثاني ص 161- 162) :

«... ليس شيء من الأجسام الموجودة يتحرك أو يسكن بنفسه، أو يتشكل أو يفعل شيئا غير ذلك، وليس ذلك له عن جسم آخر أو قوة فائضة عن جسم ...».

و قال أيضا : « ... وهذه القوى التي غرزت في الأجسام على أقسام ثلاثة :

فمنها قوى سارية في الأجسام تحفظ عليها كمالاتها من أشكالها ومواضعها الطبيعية وأفاعيلها، وإذا زالت عن مواضعها الطبيعية وأشكالها وأحوالها أعادتها إليها وثبتتها عليها... وهذه القوى

تسمى طبيعية ...

والنوع الثاني قوى تفعل في الأجسام أفعالها من تحريك أو تسكين ، وحفظ نوع ، وغيرها من الكمالات بتوسط آلات ووجوه مختلفة...

ومن النوع الثالث قوى تفعل مثل هذا الفعل لا بآلات ولا بأحناء متفرقة ، بل بإرادة متجهة إلى سنة واحدة، وتسمى فلكية...».

ستيفين.

بالموازاة فإن تركيب القوى ظهر ضمنيا في أعمال ستيفين Stevin عام 1586م .

كما بقي عدم التمييز بين مفهوم القوة ومفهوم السرعة سائدا إلى أن جاءت أعمال نيوتن لتحمل صياغة دقيقة لمفهوم القوة في كتابه الشهير (Philosophiae Naturalis Principia Mathematica) عام 1687م. وهي الصياغة التي مازالت مقبولة إلى يومنا هذا. يقول نيوتن: " القوة فعل ميكانيكي قادر على تغيير سرعة جملة ميكانيكية أو تشويهها (تغيير شكلها)". سمح تعريف مفهوم القوة بتمثيل مبسط للميكانيك الكلاسيكي (النيوتوني).

إنّ مفهوم القوة كثير الاستعمال في التعليم والهندسة، مقارنة بوجود مقادير أساسية أخرى في الفيزياء، مثل الطاقة.

نيوتن.

ويبقى مفهوم القوة تصور عند الفيزيائي، يوظف باستعمال الرياضيات في تفسير أغلب الظواهر الميكانيكية.

مفهوم القوة أكثر من ضروري لدراسة حركة جملة ميكانيكية، مهما كانت مسبباتها الناتجة عن التأثيرات المتبادلة مع جمل ميكانيكية أخرى، فتكون الجملة الميكانيكية كما لو أنها مربوطة بعدد من الخيوط المطاطية المتوترة بقدر الأفعال المتبادلة مع الجمل الميكانيكية المؤثرة عليها.

السؤال:

من بين العلماء العرب والآخرين الذين خاضوا في مفهوم القوة :

إخوان الصفا (من علماء وفلاسفة القرن العاشر الميلادي)، الإمام فخر الدين الرازي، نصير الدين الطوسي (1247م-1201م)، إسحاق نيوتن.

- إبحث وسجل مقاطع من أقوالهم في الموضوع، مع ذكر بعض مؤلفاتهم في ميادين أخرى من العلوم.

01

• أختبر معلوماتي

1. أعط مثالا واحدا على الأقل لتعزّز به العبارات التالية:

يمكن أن تكون الجملة الميكانيكية:

أ – جسما صلبا فقط.

ب – جسما غازيا فقط.

جـ – جسما سائلا فقط.

د – جسمين أحدهما صلب والآخر سائل.

هـ – ثلاثة أجسام مختلفة الحالة الفيزيائية.

و – مجموعة من الأجسام متماثلة الحالة الفيزيائية.

2. هل العبارة التالية صحيحة أم خاطئة مع التعليل:

« ... لكل جملة ميكانيكية فعل ميكانيكي على الجمل الميكانيكية المحيطة بها، القريبة منها أو البعيدة عنها... ».

3. أشطب الإجابات الخاطئة:

يمكن للفعل الميكانيكي أن:

أ – يحرك جملة ميكانيكية.

ب – يشوه مطاطا.

جـ – يغلي الماء.

د – يشعل مصباحا.

4. أذكر ثلاثة أمثلة عن الأفعال الميكانيكية التلامسية.

5. أذكر مثالا عن فعل ميكانيكي يؤثّر عن بعد.

• أستعمل معلوماتي

6. هل الفعل الميكانيكي خاصية مميزة للجملة الميكانيكية؟ علّل.

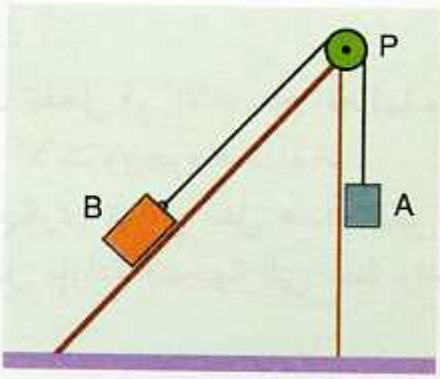
7. وأنت جالس على الكرسي:

أ – ما هي الأفعال المتبادلة بين جسمك والكرسي؟

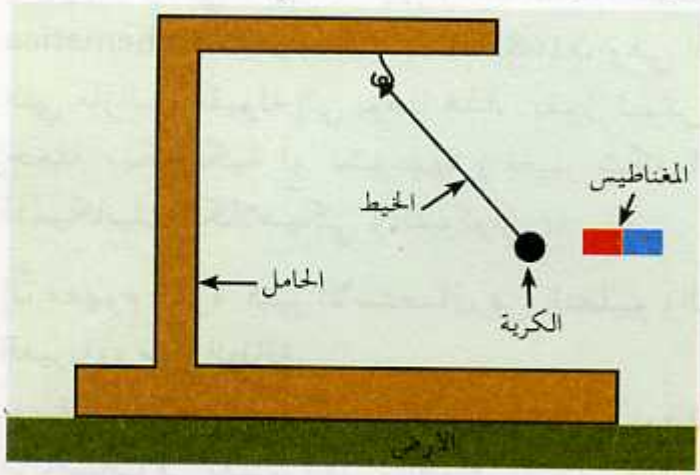
ب – حدّد جهة كل فعل من الأفعال السابقة.

8. هل جذب المغناطيس لمسمار حديدي فعل ميكانيكي؟ علل.

9. مثّل مخطط الأجسام المتأثرة للجملتين الميكانيكيتين المبينتين في الشكلين التاليين:



10. كرية حديدية معلقة بخيط نهايته الثانية مربوطة بمعلاق مثبت هو الآخر على حامل ثابت، نقرب مغناطيسا من الكرية فتنجذب إليه، وينحرف الخيط عن الشاقول.



ضع علامة (X) في الخانة الموافقة للإجابة الصحيحة:

أ – يؤثر الخيط على الكرية: نعم ☐ لا ☐. في حالة الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

ب – تؤثر الكرية على المعلاق: نعم ☐ لا ☐. في حالة الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

جـ – تؤثر الكرية على المغناطيس: نعم ☐ لا ☐. في حالة الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

د – تؤثر الأرضية على الكرية: نعم ☐ لا ☐. في حالة الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

هـ – تؤثر الكرية على الخيط: نعم ☐ لا ☐. في حالة الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

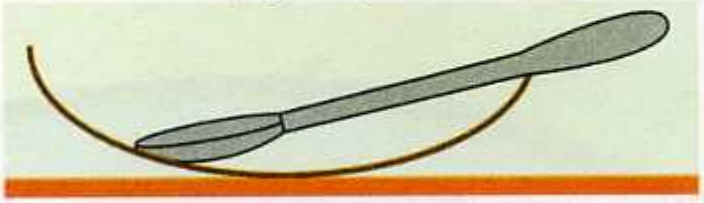
و – يؤثر المغناطيس على الكرية: نعم ☐ لا ☐. في حالة الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

ز – تؤثر الأرضية على الحامل: نعم ☐ لا ☐. في حالة

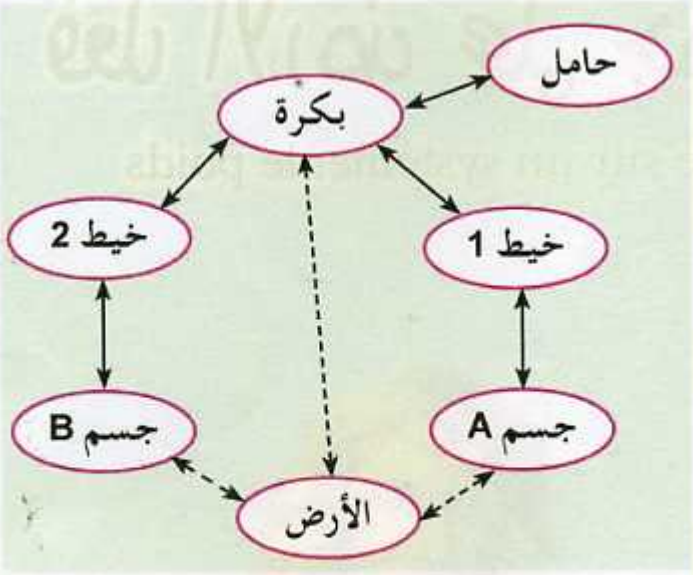
01

• أنمّي كفاءاتي

14. ارسم مخطط أجسام متأثرة في الجملة المبينة في الوثيقة أدناه، ملعقة داخل صحن فوق أرضية.



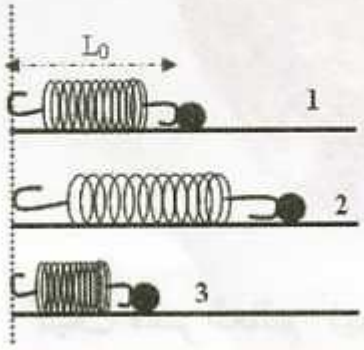
15. مثل الشكل الموافق لمخطط أجسام متأثرة التالي:



16. أزحنا كرية B ملتحمة بنابضR ثم تركناها لحالها. إليك وضعيات للنابض عند لحظات مختلفة.

– مثل القوة $\vec{F}_{R/B}$ في هذه الوضعيات الممثلة.

– باستعمال سلم رسم مناسب، مثل القوة $\vec{F}_{R/B}$ من أجل الاستطالات $X, 2X, 1/2X$ مع التعليل.



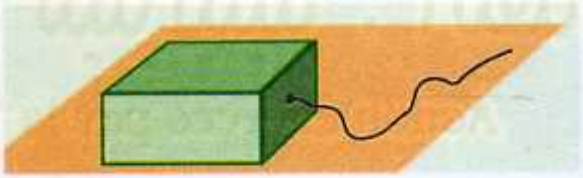
الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

م – يؤثر المعلاق على الكرية: نعم ☐ لا ☐. في حالة الإجابة بنعم: فإن التأثير عن بعد ☐ بالتلامس ☐.

11. لدينا علبة موضوعة على سطح أفقي أملس،

– مثّل القوى المؤثرة عليها في الحالات التالية:

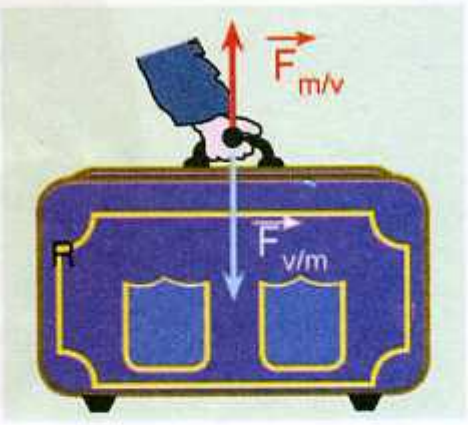
أ– العلبة ساكنة. ب– أثناء جر العلبة بخيط يميل عن المستوى الأفق بزاوية 30^0.



12. عربة مربوطة بنهاية خيط، لنقل العربة من الموضع الأول إلى الموضع الثاني، تُسحب النهاية الحرة للخيط.

– ما هو – برأيك – الشرط أو الشروط الواجب توفرها لتحديد تأثير الخيط على العربة؟

13. ترفع سناء حقيبتها (v) لوضعها على رف مرتفع، نقترح التمثيل التالي للقوى المؤثرة على الحقيبة.



– هل هذا التمثيل صح أم خطأ؟ في حالة الإجابة بخطأ، أعط التمثيل الصحيح مع التعليل.