

المستوى: 2 ع ت + 2 ت ر
الدرس رقم: 02

الوحدة 02 :
العمل و الطاقة الحركية

المجال :
الميكانيك و الطاقة

الوحدة رقم 02 : العمل و الطاقة الحركية

| مؤشرات الكفاءة | أمثلة للنشاطات | المحتوى- المفاهيم |
|--|--|--|
| <p>1 - يكشف عن مختلف أشكال الطاقة وأنماط تحويلها من أجل وضعيات مختلفة وحسب الجملة المختارة.</p> <p>2 - ينجز كيفيا حصيلة طاقوية ويعبر عنها بالكتابة الرمزية.</p> <p>3 - يكتب، في أمثلة مختلفة، المعادلة المعبرة عن انخفاض الطاقة.</p> <p>4 - يفسر مجهريا ظاهرة طاقوية</p> | <p>1 - تأثير قوة على سرعة جسم في حركة انسحابية مستقيمة. تأثير قيمة القوة واتجاهها.</p> <p>2 - دراسة تغير سرعة متحرك، خاضع لقوة ثابتة، بدلالة عمل هذه القوة وكتلة المتحرك، بغرض الوصول إلى العادقة $E_c = \frac{1}{2} mV^2$ أو التحقق منها</p> | <p>1 - عبارة عمل قوة ثابتة: حالة حركة انسحابية.</p> <p>$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$</p> <p>2 - وحدة العمل: الجول</p> <p>3 - العمل المحرك، العمل المقاوم.</p> <p>4 - الطاقة الحركية لجسم صلب في حالة الحركة الانسحابية:</p> <p>$E_c = \frac{1}{2} mV^2$</p> |

مرجع النشاط

الوثيقة
-د-

التدرج

- الطاقة الحركية

- العمل، العمل المحرك والعمل المقاوم

المدة الزمنية

2 سا أ.م.

1 سا + 1 سا

العمل والطاقة الحركية

1. الحركة الانسحابية لجسم صلب :

* نشاط ص 33 :

- * الشكل 1 أ ← حركة انسحابية مستقيمة لأن مسارات كل نقاطه متماثلة .
- * الشكل 1 ب ← حركة انسحابية منحنية لأن مسارات كل نقاطه متماثلة .
- * الشكل 1 ج ← ليست حركة انسحابية لأن مسارات نقاطه ليست متماثلة .

نتيجة :

- نقول جسم أنه يقوم بحركة انسحابية إذا كانت مسارات كل نقاطه متماثلة .
- في الحركة الانسحابية لجسم صلب تكون لكل نقطة من نقاطه نفس شعاع السرعة \vec{V} ،
نقول حينئذ أن للجسم الصلب سرعة \vec{V} .

ملاحظة :

لدراسة حركة جسم صلب في حالة جركة انسحابية نختار نقطة كيفية منه وتعود دراسة هذا الجسم الى دراسة هذه النقطة .

2. مفهوم عمل قوة :

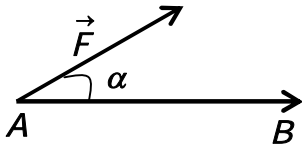
- * العمل الفيزيولوجي يتطلب وجود قوة فقط .
- * العمل الفيزيائي يتطلب وجود قوة و انتقال نقطة تأثير القوة .

3. عمل قوة ثابتة (حالة الحركة انسحابية مستقيمة) :

* نشاطات 1 ، 2 ، 34 ، 35 :

* تعريف :

يعرف عمل قوة \vec{F} ثابتة عندما تنتقل نقطة تطبيقها وفق مسار مستقيم AB بالعبرة التالية :



$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

$W_{AB}(\vec{F})$: عمل القوة \vec{F} (الجول) (J) ، F : القوة المطبقة على الجسم (N) ، AB : الانتقال (m) .

α : هي الزاوية التي يصنعها شعاع القوة \vec{F} مع شعاع الانتقال \vec{AB} .

4. العمل المحرك و العمل المقاوم :

* نشاط 1 ، 2 ، 35 :

نتيجة :

1- تكون القوة المطبقة على متحرك في جهة الحركة مساعدة لحركته و تكون إشارة عمل هذه القوة موجبة و ندعوه عملا

محركا . أي لما يكون $W_{AB}(\vec{F}) > 0$ يسمى عملا محركا .

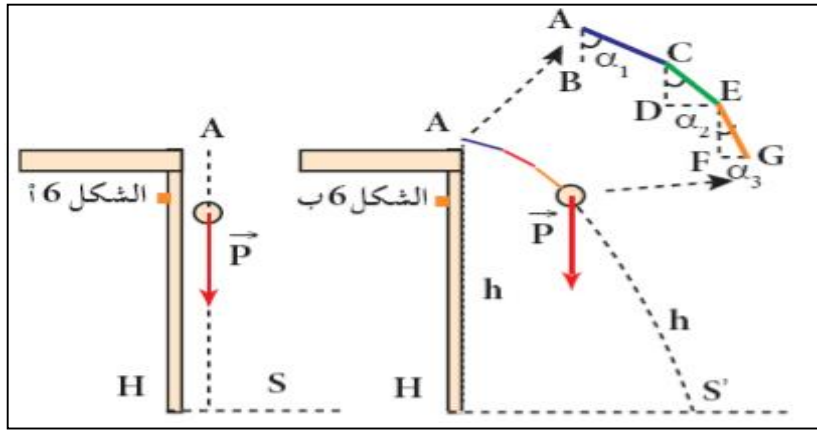
2- تكون القوة المطبقة على متحرك في الاتجاه المعاكس للحركة معيقة لحركته و تكون إشارة عمل هذه القوة سالبة و

ندعوه عملا مقاوما . أي لما يكون $W_{AB}(\vec{F}) < 0$ يسمى عملا مقاوما .

5. عمل الثقل :

نترك كرية تسقط شاقوليا دون سرعة ابتدائية من الموضع A الى الموضع S .

- جد عبارة عمل ثقل هذه الكرية خلال السقوط .



$$W_{EG}(\vec{P}) + \dots \Leftrightarrow W_{CE}(\vec{P}) + W_{AC}(\vec{P}) + W_{AS}(\vec{P}) =$$

$$W_{AS}(\vec{P}) = P.AC.Cos \alpha_1 + P.CE.Cos \alpha_2 + P.EG.Cos \alpha_3 + \dots \Leftrightarrow$$

$$W_{AS}(\vec{P}) = P(AB + BD + DF + \dots) \Leftrightarrow W_{AS}(\vec{P}) = Ph, \quad P = m.g$$

نتيجة :

1- عمل الثقل لا يتعلق بالطريق المتبع من طرف المتحرك بل يتعلق بشدة الثقل والفرق في الارتفاع بين الموضع الابتدائي

والموضع النهائي فقط أي : $W_{AS}(\vec{P}) = Ph$

2- لما يكون الجسم نازلا لا يكون العمل محركا أي : $W(\vec{P}) = +Ph$

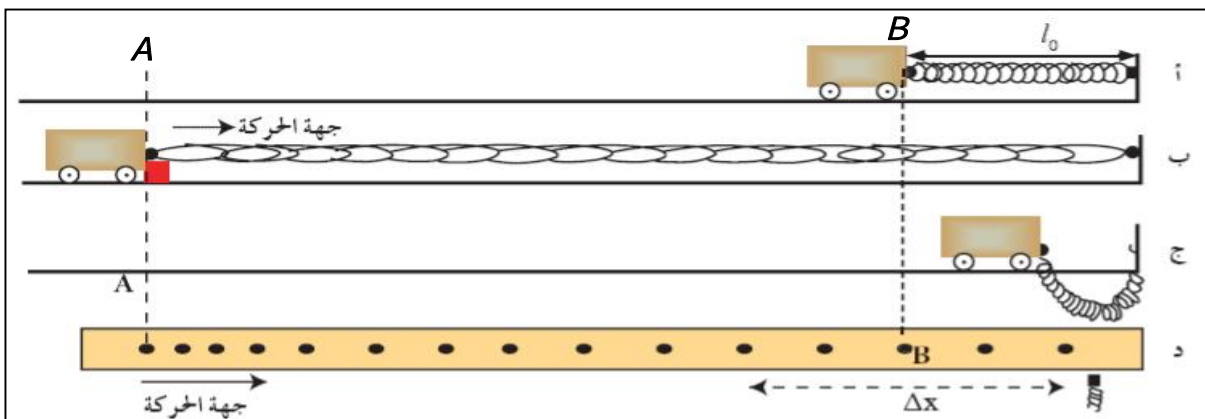
3- لما يكون الجسم صاعدا يكون العمل مقاوما أي : $W(\vec{P}) = -Ph$

6. الطاقة الحركية لجسم صلب في حالة حركة انسحابية :

6.1. مقارنة أولية لعبارة الطاقة الحركية :

نشاط 01 :

1- نربط عربة بنابض ثم نسحبها على مستوى أفقي حتى يصبح النابض مستطيلا كفاية (في حدود مرونته) ثم نضع أمامها حاجز أو نمسكها باليد. نحرر العربة في لحظة معينة مع أخذ صور متعاقبة خلال حركتها، يمثل الشكل المرفق نموذج لتسجيل حركة العربة حيث المجال الزمني بين نقطتين متتاليتين هو $(\tau = 0.01s)$. نعلم على الشريط التقطتين A و B الموافقتين لموضع انطلاق العربة وموضع العربة حيث يكون النابض في طول الأصلي l_0 (حالة راحة).



في الموضع A :

1. هل تكتسب العربة طاقة ؟

ب. هل يخزن النابض طاقة ؟

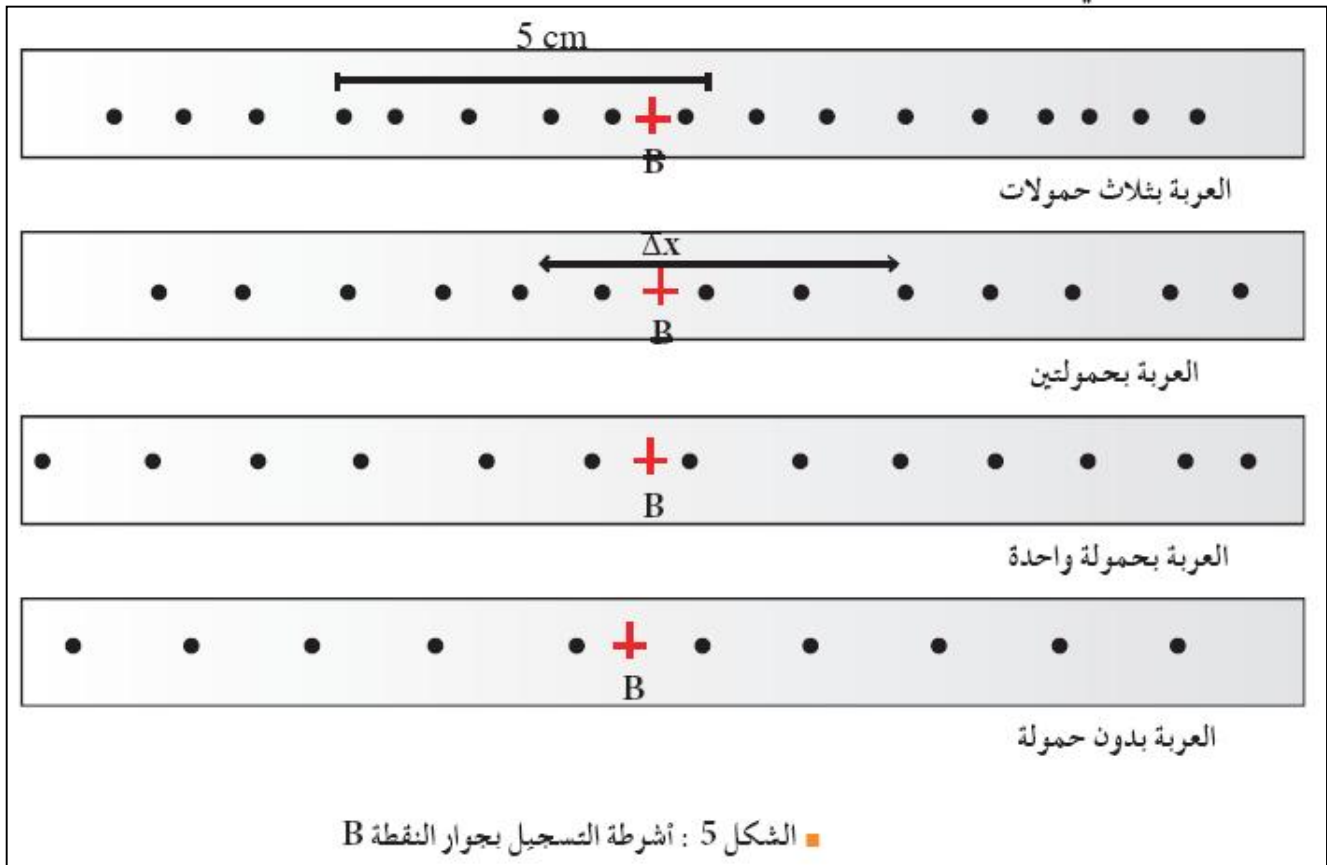
2. 1. في الموضع B :

أ. هل يخزن النابض طاقة ؟

ب. هل تكتسب العربة طاقة ؟

ج. اذا كان الجواب بـ نعم ، من أين اكتسبتها ؟

2. نكرر نفس التجربة بتحميل العربة بحمولة واحدة ثم حمولتين اثنتين ثم ثلاث حمولات بسحب النابض بنفس الاستطالة في كل مرة . يبين (الشكل 5) التسجيلات الموافقة المتحصل عليها .



نقيس على أشرطة التسجيلات المعطاة في (الشكل 5) قيم المسافات Δx المقاسة باختيار أربعة مجالات بجوار النقطة B (يمكنك التحقق من هذه النتائج)
2. 1. احسب سرعة العربة في الموضع B في مختلف الحالات و اكمل الجدول التالي :

| كتلة العربة (kg) M | Δx (cm) | سرعة العربة (m/s) v | $M^2 v$ | Mv | $M v^2$ |
|------------------------|-------------------|-------------------------|---------|------|---------|
| عربة بدون حمولة | 0,276 | 6,38 | | | |
| عربة بحمولة واحدة | 0,376 | 5,48 | | | |
| عربة بحمولتين | 0,476 | 4,86 | | | |
| عربة بثلاث حمولات | 0,576 | 4,41 | | | |

في الموضع A :

أ. ما هو شكل طاقة الجملة المكونة من العربة والناض؟
ب. هل طاقة الجملة متساوية في الحالات الأربع؟ علل.

2-3. في الموضع B :

أ. ما هو شكل طاقة الجملة؟ علل

ب. هل طاقة الجملة متساوية في الحالات الأربع؟ علل.

ج. ما هو نمط التحويل الطاقوي الذي حدث بين النابض والعربة؟

د. هل قيمة هذا التحويل هي نفسها في كل تجربة؟ علل.

هـ. كيف تتغير سرعة العربة في الموضع B عندما تزداد كتلة العربة؟

و. ما هي العبارة من العبارات الثلاث المقترحة ($M v^2$, $M v$, $M^2 v$) التي تناسب التحويل الذي حدث في الجملة في مختلف الحالات؟

ي. تحقق من نتيجة السؤال السابق برسم بيان تغيرات مربع السرعة v^2 بدلالة تغيرات مقلوب الكتلة ($M/1$).

3. استنتج باكمال الفراغات :

تتعلق الطاقة الحركية لجسم متحرك ب..... و..... وتتناسب طردا مع المقدار..... وتكون عبارتها من الشكل $E_c = \dots\dots\dots K_c$ حيث K_c قيمة ثابتة تمثل معامل التناسب

الأجوبة :

1-1. في الموضع A :

أ. لا تكتسب العربة طاقة .

ب. يخزن النابض طاقة كامنة مرونية .

2-1. في الموضع B :

أ. النابض لا يخزن طاقة .

ب. تكتسب العربة طاقة .

ج. نعم ، اكتسبتها من النابض .

2.1. حساب سرعة العربة في الموضع B في مختلف الحالات و اكمال الجدول التالي :

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{4\tau} \Rightarrow v = \frac{6,38 \times 10^{-2}}{4 \times 0,01} \Rightarrow v = 1,595 \text{ m / s}$$

مثال :

| كتلة العربة (kg) M | Δx (cm) | سرعة العربة (m/s) v | $M^2 v$ | Mv | $M v^2$ | |
|------------------------|-------------------|-------------------------|---------|-------|---------|-------|
| عربة بدون حمولة | 0,276 | 6,38 | 1,595 | 0,121 | 0,440 | 0,702 |
| عربة بحمولة واحدة | 0,376 | 5,48 | 1,370 | 0,193 | 0,515 | 0,705 |
| عربة بحمولتين | 0,476 | 4,86 | 1,217 | 0,275 | 0,579 | 0,704 |
| عربة بثلاث حمولات | 0,576 | 4,41 | 1,103 | 0,365 | 0,365 | 0,700 |

2-2. في الموضع A :

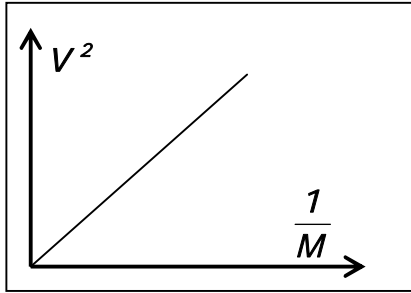
أ. شكل طاقة الجملة المكونة من العربة والناض هي طاقة كامنة مرونية .

ب. طاقة الجملة متساوية في الحالات الأربع لأن النابض يستطيل في كل مرة بنفس الاستطالة .

2-3. في الموضع B :

مثل طاقة الجملة هي طاقة حركية . لان النابض في هذه الحالة رجع الى طوله الأصلي أي طاقته الكامنة المرونية معروفة .

- ب. طاقة الجملة متساوية في الحالات الأربع لأن النابض يستطيل في كل مرة بنفس الاستطالة اذن فهو يخزن نفس الطاقة في الموضع A التي يحولها في كل مرة الى العربة في الموضع الذي يرجع فيه الى طوله الأصلي أي عند النقطة B .
- ج. نمط التحويل الطاقوي الذي حدث بين النابض و العربة هو تحويل ميكانيكي .
- د. قيمة هذا التحويل هي نفسها في كل تجربة .
- هـ. سرعة العربة في الموضع B تتناقص عندما تزداد كتلة العربة ؟
- و. العبارة التي تناسب التحويل الذي حدث في الجمل في مختلف الحالات هي $(M v^2)$
- ي. التحقق من نتيجة السؤال السابق برسم بيان تغيرات مربع السرعة v^2 بدلالة تغيرات مقلوب الكتلة $(M / 1)$.
- نلاحظ أن البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل :



$$v^2 = a \frac{1}{M} \Rightarrow a = v^2 M = cst$$

3 - نتيجة :

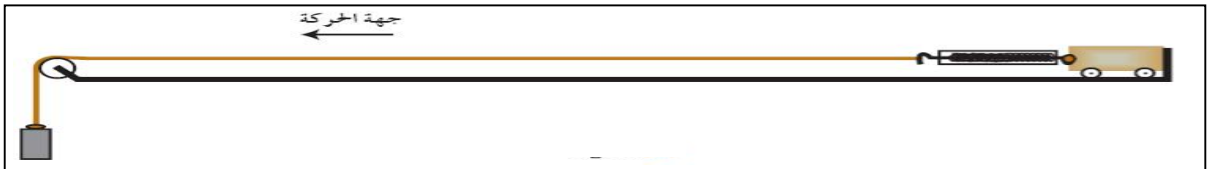
تتعلق الطاقة الحركية لجسم متحرك بـ **كتلته** و**سرعته** وتتناسب طردا مع المقدار $M v^2$ وتكون عبارة من الشكل $E_c = K_c M v^2$ حيث K_c قيمة ثابتة تمثل معامل التناسب .

2.6 - تحديد قيمة الثابت K_c :

نشاط 02 :

لتحديد قيمة الثابت K_c نقوم بالتجربة التالية :

يجر جسم عربة كتلتها $M = 0.60 \text{ kg}$ بواسطة خيط عديم الامتصاص مرتبطة بربيعة . تطبق هذه الأخيرة قوة ثابتة على العربة فتسحب العربة على مستو أفقي أملس . (الشكل)



ندرس حركة العربة باستعمال التصوير المتعاقب فنحصل على التسجيل الممثل في (الشكل) حيث المجال الزمني بين نقطتين متتاليتين هو $\tau = 0,04 \text{ s}$



1- الجزء أ :

- مثل الحصلة الطاقوية لعربة بين الانطلاق و لحظة كيفية .
- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة تحقق ان معادلة انحفاظ الطاقة تكتب على الشكل : $W = E_c$ حيث W يمثل عمل القوة خلال انتقالها و E_c الطاقة الحركية للعربة $(E_c = K_c M v^2)$

2- الجزء ب :

1. م مواضع العربة على شريط التسجيل (M_0, M_1, M_2, \dots) .
2. احسب سرعة العربة في المواضع $M_2, M_4, M_6, M_8, M_{10}$.
3. تحقق أن القوة المطبقة على العربة ثابتة بحساب شعاع تغير السرعة ΔV .
4. احسب المسافات di الموافقة لانتقالات العربة من نقطة الانطلاق M_0 الى الموضع M_{10} .
5. احسب عمل القوة الموافق لهذه الانتقالات، علما أن الربيع كانت تشير الى القيمة $0.67 N$ خلال حركة العربة .
6. احسب المقدار Mv^2 الموافق لكل موضع .
7. دون نتائجك في الجدول التالي :

| الموضع | $V (m/s)$ | $d (m)$ | $Mv^2 (j)$ | $W = F d (j)$ |
|--------|-----------|---------|------------|---------------|
| 2 | | | | |
| 4 | | | | |
| 6 | | | | |
| 8 | | | | |
| 10 | | | | |

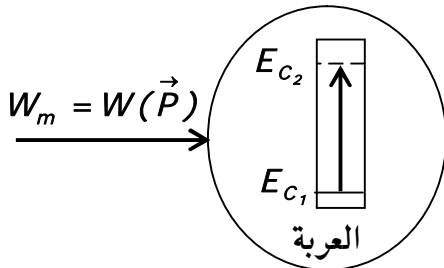
3- الجزء ج :

1. ارسم المنحنى الممثل لتغيرات المقدار Mv^2 بدلالة العمل W . ماذا تلاحظ ؟
2. احسب ميل المنحنى ؟
3. استنتج قيمة الثابت K_c وبالاعتماد على نتائج الجزء أ .، استنتج عبارة الطاقة الحركية للعربة .

4- الجزء د :

1. مثل الحصيلة الطاقوية لعربة بين لحظتين كيفيتين .
2. بالاعتماد على معادلة انحفاظ الطاقة ، جد العلاقة التي تربط تغير الطاقة الحركية وعمل القوة المؤثرة على العربة بين الموضعين الموافقين للحظتين المعتبرتين (نمل قوى الاحتكاك)
5. استنتج باكمال الفراغات :

عندما ينسحب جسم ذو كتلة M بسرعة v تكون طاقته الحركية $Mv^2 = \dots$ E_c تغير..... للعربة بين موضعين يساوي..... المؤثرة على هذه العربة بين هذين الموضعين



الأجوبة :

1- الجزء أ :

1- تمثيل الحصيلة الطاقوية لعربة بين الانطلاق ولحظة كيفية :

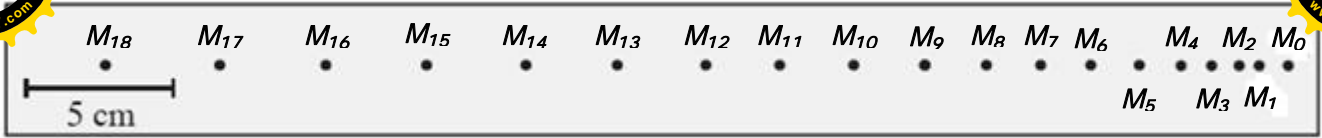
2- كتابة معادلة انحفاظ الطاقة :

$$E_{c_1} + W(\vec{P}) = E_{c_2} \Leftrightarrow E_{c_2} - E_{c_1} = W(\vec{P}) \Leftrightarrow \Delta E_c = W(\vec{P}) \Leftrightarrow E_{c_2} = W(\vec{P})$$

لأن $E_{c_1} = 0$ (باعتبار السرعة الابتدائية للعربة معدومة) أي أن الطاقة الحركية تساوي الى قيمة العمل المنجز .

2- الجزء ب :

1- ترقيم مواضع العربة على شريط التسجيل (M_0, M_1, M_2, \dots)



2. حساب سرعة العربة في المواضع M_{10} ، M_8 ، M_6 ، M_4 ، M_2
* تعيين مقياس الرسم :

(الواقع) 5 cm (الوثيقة) $1,7\text{ cm}$ $\rightarrow x = 2,94\text{ cm}$ ومنه (الواقع) $2,94\text{ cm}$ (الوثيقة) 1 cm
(الواقع) x (الوثيقة) 1 cm

$$V_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau} = \frac{0,6 \times 2,94 \times 10^{-2}}{0,08} \Leftrightarrow V_2 = 0,22\text{ m / s}$$

$$V_4 = \frac{M_3 M_5}{2\tau} = \frac{0,8 \times 2,94 \times 10^{-2}}{0,08} \Leftrightarrow V_4 = 0,29\text{ m / s}$$

$$V_6 = \frac{M_5 M_7}{2\tau} = \frac{1,1 \times 2,94 \times 10^{-2}}{0,08} \Leftrightarrow V_6 = 0,40\text{ m / s}$$

$$V_8 = \frac{M_7 M_9}{2\tau} = \frac{1,4 \times 2,94 \times 10^{-2}}{0,08} \Leftrightarrow V_8 = 0,51\text{ m / s}$$

$$V_{10} = \frac{M_{11} M_9}{2\tau} = \frac{1,7 \times 2,94 \times 10^{-2}}{0,08} \Leftrightarrow V_{10} = 0,62\text{ m / s}$$

| المواضع | M_2 | M_4 | M_6 | M_8 | M_{10} |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| السرعات | V_2 | V_4 | V_6 | V_8 | V_{10} |
| قيمة السرعة (m / s) | 0,22 | 0,29 | 0,40 | 0,51 | 0,62 |

3. التحقق أن القوة المطبقة على العربة ثابتة بحساب شعاع تغير السرعة ΔV :
* نحسب قيم تغير السرعة ΔV_3 ، ΔV_5 ، ΔV_7 ، ΔV_9 ، عند المواضع M_9 ، M_7 ، M_5 ، M_3

$$\Delta V_3 = V_4 - V_2 = 0,29 - 0,22 \Leftrightarrow \Delta V_3 = 0,07\text{ m / s}$$

| المواضع | M_3 | M_5 | M_7 | M_9 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| تغير السرعة | ΔV_3 | ΔV_5 | ΔV_7 | ΔV_9 |
| $\Delta v (\text{m / s})$ | 0,07 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |

نلاحظ أن قيمة ΔV ثابتة. و منه
 $F = cst$ أي القوة المطبقة على العربة ثابتة.

4. أحسب المسافات di الموافقة لانتقالات العربة من نقطة الانطلاق M_0 الى الموضع M_1 .

$$A_0 A_2 = 0,7 \times 2,94 \times 10^{-2} = 0,02\text{ m}$$

| المواضع | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| المسافات | $A_0 A_2$ | $A_0 A_4$ | $A_0 A_6$ | $A_0 A_8$ | $A_0 A_{10}$ |
| قيمتها (m) | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,11 | 0,17 |

5. حساب عمل القوة الموافق لهذه الانتقالات، علما أن الربيع كانت تشير الى القيمة $0,67\text{ N}$ خلال حركة العربة.
مثال: $W_2 = F \cdot d_2 = F \cdot A_0 A_2 = 0,67 \times 0,02 \Leftrightarrow W_2 = 0,0134\text{ J}$

| | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| المواضع | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| (j) $w = F \cdot d$ عمل القوة | 0,013 | 0,027 | 0,047 | 0,074 | 0,114 |

6. حساب المقدار Mv^2 الموافق لكل موضع :

$$Mv^2 = 0,6 \times (0,22)^2 = 0,029 \text{ j}$$

مثال :

| | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| المواضع | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Mv^2 (j) | 0,029 | 0,050 | 0,096 | 0,156 | 0,231 |

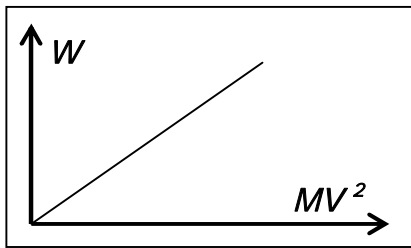
7. تدوين النتائج في الجدول الاتي :

| الموضع | V (m/s) | d (m) | Mv^2 (j) | $W = Fd$ (j) |
|--------|-----------|---------|------------|--------------|
| 2 | 0,22 | 0,02 | 0,029 | 0,013 |
| 4 | 0,29 | 0,04 | 0,050 | 0,027 |
| 6 | 0,40 | 0,07 | 0,096 | 0,047 |
| 8 | 0,51 | 0,11 | 0,151 | 0,074 |
| 10 | 0,62 | 0,17 | 0,230 | 0,114 |

3. الجزء ج :

1. رسم المنحنى المثل لتغيرات المقدار W بدلالة العمل Mv^2 .

البيان خط مستقيم يمر بالمتأداً معادلته من الشكل : $W = K_c \cdot Mv^2$



2. حساب ميل المنحنى :

$$\tan \alpha = \frac{\Delta W}{\Delta (Mv^2)} = \frac{(0,114 - 0,013)}{(0,230 - 0,029)} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{1}{2}$$

3. * استنتاج قيمة الثابت K_c :

$$\tan \alpha = K_c = \frac{1}{2}$$

من العبارة البيانية نستنتج أن :

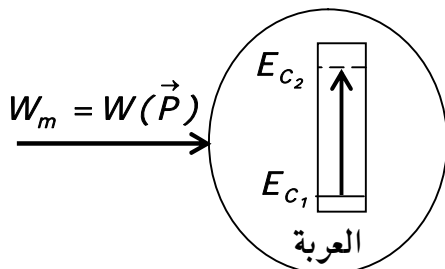
* استنتاج عبارة الطاقة الحركية للعربة بالاعتماد على نتائج الجزء أ :

$$E_c = \frac{1}{2} Mv^2 \quad \text{ومنه} \quad E_c = K_c Mv^2 \quad \text{ومنه}$$

$$(1) \quad E_c = W(\vec{P})$$

$$(2) \quad W = K_c \cdot Mv^2$$

لدينا



4. الجزء د :

1. تمثيل الحصيلة الطاقوية لعربة بين لحظتين كئيفيتين :

اعتماد على معادلة انحفاظ الطاقة ، ايجاد العلاقة التي تربط تغير الطاقة الحركية و عمل القوة المؤثرة على العربتين في الموضعين الموافقين للمحظتين المعترتين (معمل قوى الاحتكاك) :

$$E_{C_1} + W(\vec{P}) = E_{C_2} \Leftrightarrow E_{C_2} - E_{C_1} = W(\vec{P}) \Leftrightarrow \Delta E_C = W(\vec{P})$$

5 - نتيجة :

عندما ينسحب جسم ذو كتلة M بسرعة v تكون طاقته الحركية $E_C = 1/2 Mv^2$ تعبر الطاقة الحركية للعربة بين موضعين يساوي عمل القوة المؤثرة على هذه العربة بين هذين الموضعين .

ملاحظة :

نلاحظ من نتائج التجربة السابقة أن عمل القوة التي تؤثر بها الربيع على العربة خلال انتقالها من الموضع الابتدائي A_0 الى الموضع A_1 يساوي الطاقة الحركية في الموضع A_1 علما ان طاقتها الحركية في الموضع A_0 كانت معدومة (العربة ساكنة)