

**الوحدة 02: العمل والطاقة الحركية (حركة انسحابية).**

**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز  
**المدة الاجمالية:** 4 سا.

**المستوى:** السنة ثانية ثانوي تقني رياضي + رياضيات.  
**المجال:** الميكانيك والطاقة.  
**الوحدة:** العمل والطاقة الحركية (حركة انسحابية).

**النشاطات المقترحة:**

☞ تأثير قوّة على سرعة جسم في حركة انسحابية مستقيمة.  
☞ تأثير القوّة واتجاهها.  
☞ دراسة تغيّر سرعة متحرك، خاضع لقوّة ثابتة بدلالة عمل هذه القوّة وكتلة المتحرك بغرض الوصول للعلاقة  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  أو التحقق منها.

**مؤشرات الكفاءة:**

☞ يعبر ويحسب عمل قوّة ثابتة والطاقة الحركية لجسم صلب في حركة انسحابية.  
☞ يستعمل مبدأ انحفاظ الطاقة لتحديد سرعة جسم صلب في حركة مستقيمة.

**الوسائل المستعملة:**

☞ جهاز الكمبيوتر المحمول.  
☞ جهاز العرض.  
☞ مختلف تجهيزات المخبر.

**مراحل سير الوحدة:****1- عمل قوّة ثابتة (حركة انسحابية).**

- 1.1- مفهوم القوّة.
- 2.1- العمل المحرك والعمل المقاوم.
- 3.1- عمل قوّة الثقل.

**2- العمل والطاقة الحركية.**

- 1.2- المقادير التي تتعلق بها الطاقة الحركية.
- 2.2- عبارة الطاقة الحركية (دراسة كمية).

**المراجع:**

☞ الكتاب المدرسي.  
☞ الوثيقة المرافقة.  
☞ المنهاج.  
☞ وثائق من شبكة الأنترنت.

**التقويم:**

- مجموعة تطبيقات تحقق الكفاءات المستهدفة.

**ملاحظات:**

**أكاديمية طواهرية**  
للعلوم الفيزيائية  
WWW.TOUAHRIA.COM

**البطاقة التربوية رقم 01: عمل قوّة ثابتة (حركة انسحابية).**

**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.  
**نوع النشاط:** نظري.  
**المدة الاجمالية:** 4 سا.  
**المدة:** 1سا + 1سا.

**المستوى:** السنة الثانية ثانوي تقني رياضي + رياضيات.  
**المجال:** الميكانيك والطاقة.  
**الوحدة:** العمل والطاقة الحركية (حركة انسحابية).  
**الموضوع:** عمل قوّة ثابتة (حركة انسحابية).

**مؤشرات الكفاءة:**

- يدرك مفهوم القوّة.
- يدرك مفهوم العمل المحرك والعمل والمقاوم.
- يطبق قانون عمل قوّة ثابتة في حالة حركة مستقيمة منتظمة.
- يمثل عمل قوّة الثقل.
- يستنتج عبارة عمل الثقل لجسم ينزل وفق مستو مائل.
- يدرك أن عمل الثقل لا يتعلق بالمسار المتبع.

**النشاطات المقترحة:**

- تأثير قوّة على سرعة جسم في حركة انسحابية مستقيمة.
- تأثير القوّة واتجاهها.

**المراجع:**

- الكتاب المدرسي.
- الوثيقة المرافقة.
- المنهاج.
- وثائق من شبكة الأنترنت.

**الوسائل المستعملة:**

- جهاز الكمبيوتر المحمول.
- جهاز العرض.

**التقويم:**

- أسئلة خلال الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.

**ملاحظات:****مراحل سير الدرس:****1- عمل قوّة ثابتة (حركة انسحابية).**

- 1.1 - مفهوم القوّة.
- 2.1 - العمل المحرك والعمل المقاوم.
- 3.1 - عمل قوّة الثقل.



**أكاديمية طواهرية**  
 للعلوم الفيزيائية  
 WWW.TOUAHRIA.COM

## 1- عمل قوّة ثابتة (حركة انسحابية):

## 1.1- مفهوم عمل قوّة:

## النشاط 01:



نطبّق قوّة الهواء المنبعث من مجفف الشعر على عربة بحيث تكون ثابتة تقريبا. (الشكل -01-)

1- ما هي أحسن جهة لتأثير هذه القوّة على العربة بحيث تنتقل من النقطة A إلى النقطة B بأقصى سرعة؟  
 ➤ أحسن جهة لتأثير هذه القوّة على العربة بحيث تنتقل من النقطة A إلى النقطة B بأقصى سرعة إذا كان حاملها مواز أو من منطبق على المسار (AB) ووجهتها مع جهة الحركة.

2- في رأيك كيف يكون تأثير القوّة إذا كان حاملها عموديا على السكتين؟

➤ لا وجود لتأثير القوّة إذا كان حاملها عموديا على السكتين (تبقى ساكنة).

## النشاط 02:

يمثل الشكل -02- سيارة خاضعة لأربع قوى:  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$  و  $\vec{F}_4$  يؤثر بها أربعة أشخاص على هذه السيارة انطلاقا من النقطة A إلى النقطة B ( $AB = 50m$ ), حيث يكون لهذه القوى نفس الشدّة 30N.

1- من بين القوى ما هي القوّة التي تجعل السيارة تصل إلى النقطة B بأقصى سرعة عندما تؤثر لوحدها على السيارة؟

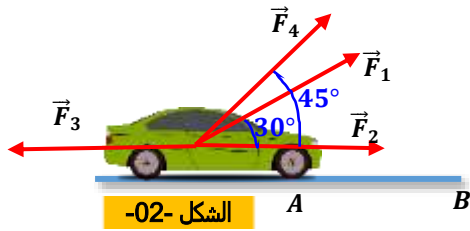
➤ إذا طبقت القوّة  $F_2$  لوحدها تجعل السيارة تصل إلى النقطة B بأقصى سرعة من بين جميع القوى ثم القوّة

$F_1$  وتليها القوّة  $F_4$  وأخيرا القوّة  $F_3$  التي تعمل على ارجاع السيارة الى الوراء.

2- من اجابتك على السؤال السابق بم يتعلق عمل القوة F المحركة للسيارة؟

➤ يتعلق عمل القوّة بقيمة المسافة [AB] وقيمة الزاوية  $\alpha = (\vec{F}, \vec{AB})$ .

3- أكمل الجدول التالي:



القوّة العبارة	$W_{AB}(\vec{F}) = f \cdot d$	$W_{AB}(\vec{F}) = f \cdot d \cdot \cos(\alpha)$	$W_{AB}(\vec{F}) = f \cdot d \cdot \sin(\alpha)$
القوّة $F_1$	1500	1299,03	750
القوّة $F_2$	1500	1500	0
القوّة $F_3$	1500	-1500	0
القوّة $F_4$	1500	1060,66	1060,66

4- ماهي العبارة التي تحقق الترتيب السابق للقوى (سؤال 1)؟

العلاقة:  $W_{AB}(\vec{F}) = f \cdot d \cdot \cos(\alpha)$  هي التي تحقق ذلك.

**نتيجة:** عمل قوّة ثابتة  $\vec{F}$  عندما تنتقل نقطة تطبيقها وفق مسار AB يعطى بالعبارة التالية:

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

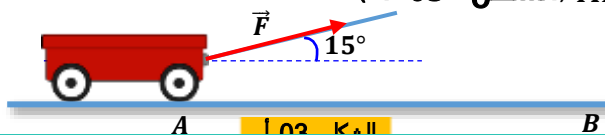
حيث: d هو الانتقال من النقطة A إلى النقطة B و  $\alpha$  هي الزاوية بين  $\vec{F}$  و  $\vec{AB}$ .

## 2.1- العمل المحرك والعمل المقاوم:

## النشاط 03:

1- نجر عربة بقوة ثابتة  $F = 10^2 N$  من A إلى B. حيث:  $AB = 10m$  (الشكل -03-أ-)

1.1- هل القوّة F مساعدة أم معيقة للحركة؟



2.1- أحسب عمل القوة  $F$ .

2- تتوقف سيارة بواسطة فرملة قوتها  $F' = 200N$  بعد قطع مسافة  $BC = 50m$ .

1.2- هل القوة  $F'$  مساعدة أم معيقة للحركة؟

2.2- أحسب عمل القوة  $F'$ .

3- ماذا تستنتج؟



الشكل-03-ب-

**حل النشاط 03:**

1.1- القوة  $F$  قوة مساعدة لأنها في جهة الحركة.

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot d \cdot \cos \alpha = (10^2)(10) \cdot \cos(15) = 759,68 \text{ J} \quad 2.1$$

1.2- القوة  $F'$  قوة معيقة لأنها عكس جهة الحركة.

$$W_{AB}(\vec{F}') = \vec{F}' \cdot \vec{BC} = F \cdot d' \cdot \cos \alpha = (200)(50) \cdot \cos(180) = -10^4 \text{ J} \quad 2.2$$

**الاستنتاج:** نقول عن عمل قوة  $F$  أنه محرك إذا كان  $W_{AB}(\vec{F}) > 0$  وأنه مقاوم إذا كان  $W_{AB}(\vec{F}) < 0$ .

**3.1- عمل قوة الثقل:**

**نشاط 04:**

نضع عربة فوق مستوي مائل خشن الشكل -04- ثم ندرس حركة هذه العربة.

1- ما هو سبب انتقال العربة من النقطة A إلى النقطة B؟

سبب انتقال العربة من النقطة A إلى النقطة B هو قوة الثقل  $\vec{P}$  للعربة.

2- مثل القوى المؤثرة على العربة.

قوة الثقل  $P$  الشاقولية والموجهة نحو مركز الأرض.

رد فعل الطاولة على العربة  $R$  عمودية على مسار الحركة.

قوة الاحتكاك  $f$  معاكسة لجهة الحركة.

3- أكتب الارتفاع  $h$  بدلالة الانتقال  $AB$  وزاوية الميل  $\alpha$ .

$$\sin \alpha = \frac{h}{L} \Rightarrow h = L \cdot \sin \alpha \quad \dots (1)$$

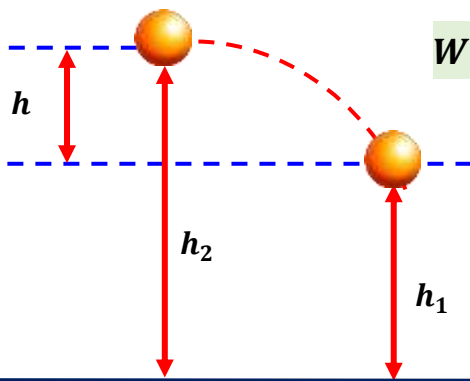
4- أوجد عبارة عمل الثقل خلال الانتقال  $AB$ ؟ ماذا تستنتج؟

$$W(\vec{P}) = P \cdot L \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = P \cdot L \cdot \sin(\alpha) \quad \text{ولدينا: } \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \sin(\alpha)$$

$$W(\vec{P}) = P \cdot L \cdot \sin(\alpha) \quad \text{ومن العلاقة (1) نجد أن: } W(\vec{P}) = P \cdot h$$

$$\Rightarrow W(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h$$

**الاستنتاج:** عمل ثقل جسم لا يتعلق بالمسار المسلك بل بشدة الثقل والفرق في الارتفاع بين نقطتي الانتقال.



$$W(\vec{P}) = P \cdot h = m \cdot g \cdot h \Rightarrow m \cdot g \cdot (h_2 - h_1) \quad \text{بصفة عامة:}$$

**البطاقة التربوية رقم 02: العمل والطاقة الحركية..**

**الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.  
**نوع النشاط:** عملي.  
**المدة الإجمالية:** 4 سا.  
**المدة:** 2 سا.

**المستوى:** السنة الثانية ثانوي تقني رياضي + رياضيات.  
**المجال:** الميكانيك والطاقة.  
**الوحدة:** العمل والطاقة الحركية (حركة انسحابية).  
**الموضوع:** العمل والطاقة الحركية.

**مؤشرات الكفاءة:**

يتوصل الى العلاقة  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  أو التحقق منها.

**النشاطات المقترحة:**

دراسة تغير سرعة متحرك، خاضع لقوة ثابتة بدلالة عمل هذه القوة وكتلة المتحرك بغرض الوصول للعلاقة  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  أو التحقق منها.

**المراجع:**

الكتاب المدرسي.  
 الوثيقة المرافقة.  
 المنهاج.  
 وثائق من شبكة الأنترنت.

**الوسائل المستعملة:**

جهاز الكمبيوتر المحمول.  
 جهاز العرض.  
 عربة صغيرة، خيط مطاطي، مسطرة 1متر.

**التقويم:**

- أسئلة حول الأنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.

**مراحل سير الدرس:****2- العمل والطاقة الحركية.**

1.2- المقادير التي تتعلق بها الطاقة الحركية.

2.2- عبارة الطاقة الحركية (دراسة كمية).

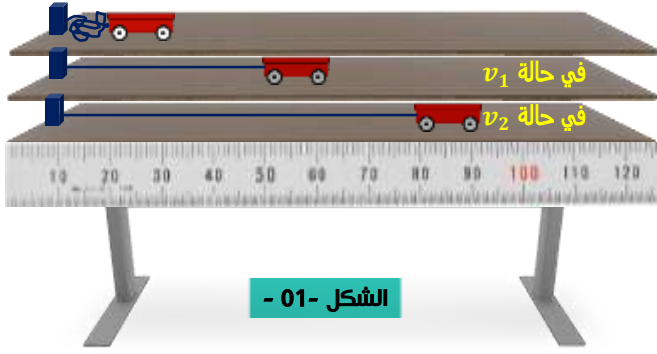
**ملاحظات:**

**أكاديمية طواهرية**

للعلوم الفيزيائية

WWW.TOUAHRIA.COM

## - بطاقة التلميذ -



الشكل - 01 -

## 1.2- المقادير التي تتعلق بها الطاقة الحركية:

## النشاط 01:

I - ضع عربة على مستوي أفقي أملس (طاولة مثلا) مربوطة لحاجز مثبت بواسطة خيط مطاطي مسترخ (شكل -01-). ادفعها (بواسطة مسطرة مثلا) بحيث تنطلق في حركة مستقيمة بسرعة معينة  $v_1$ .

1- ما هي أقصى نقطة بلغتها العربة؟

2- هل المطاط يخزن طاقة؟ ما هو شكلها؟ ومن أين اكتسبها؟

II - أعد التجربة بدفع العربة من نفس الموضع السابق بحيث تنطلق بسرعة  $v_2$  أكبر ( $v_2 > v_1$ ).

1- ما هي أقصى نقطة بلغتها العربة في هذه الحالة؟ ماذا تلاحظ؟

2- ماذا تستنتج؟

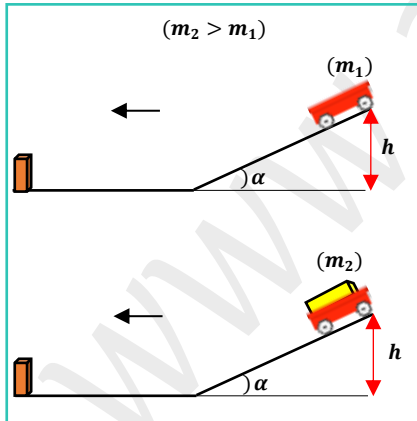
## النشاط 02:

نحقق التركيب التجريبي (الشكل -02-) بحيث نستعمل عربتين من نفس النوع احدهما فارغة (عربة A) والأخرى بحمولة (العربة B).

1- هل العربتان تخزان طاقة؟ ما هو شكلها؟

2- أي العربتين تحدث أثرا أكبر بالجدار؟

3- ما تستنتج؟



الشكل -02-

4- أكمل الفقرة التالية:

إذا تحرك جسم في ..... فان يملك طاقة نسميها طاقة ..... ونرمز لها بالرمز ( $E_C$ ) وتتعلق ب ..... و ..... الجسم المتحرك، وكلما زادت ..... أو ..... زادت طاقته الحركية.

## 2.2- عبارة الطاقة الحركية (دراسة كمية):

## النشاط 03:

نصور باستعمال كاميرا رقمية حركة سقوط كرية كتلتها  $m = 1Kg$  من ارتفاع معين من سطح الأرض ثم نعالج الفيديو المسجل بواسطة برنامج المعالجة *AviStep* للحصول على المواضع المتتالية لحركة الكرية خلال مجالات زمنية متساوية  $\tau = 0,08s$  (الشكل -03-). (يعطى:  $g = 10N.Kg^{-1}$ ، سلّم الرسم:  $0,1m \rightarrow 1Cm$ )

1- أكمل الجدول التالي:

الموضع	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$	$M_7$	$M_8$
$h'(cm)$							
$h(m)$							
$W(j)$							
المجالات المعتبرة							
$v(m/s)$							
$v^2$							
$m.v^2$							
$W/m.v^2$							
المتوسط الحسابي $X$							

حيث:  $h'(cm)$ : المسافة بين الموضع  $M_0$  و  $M_i$  على الوثيقة  
 $h(m)$ : المسافة بين الموضع  $M_0$  و  $M_i$  في الحقيقة.

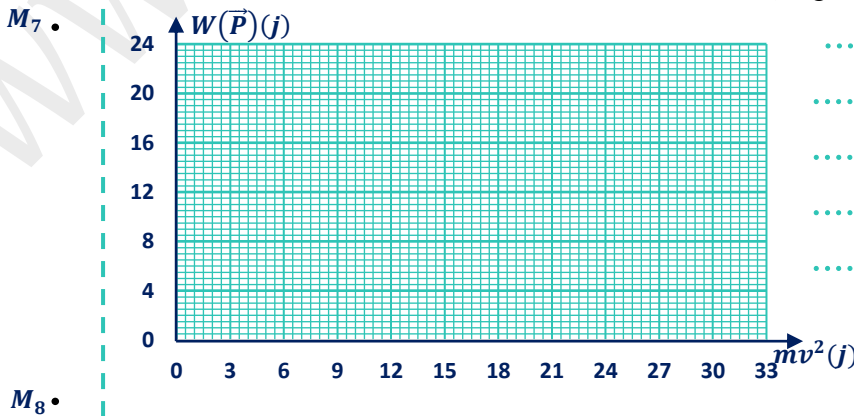
يعطى:  $v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$ .

2- أرسم البيان  $w(\vec{P}) = f(mv^2)$ .

3- استنتج العلاقة التي تربط  $mv^2$  بعمل الثقل  $w(\vec{P})$ .

4- مثل الحصيلة الطاقوية للكرية بين لحظة سقوطها وموضع كفي  $M_i$ .

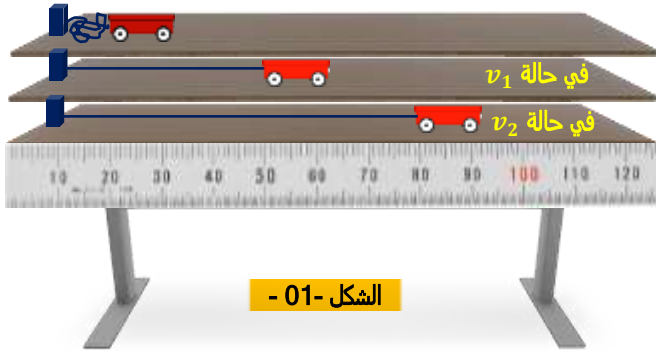
5- استنتج عبارة الطاقة الحركية باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة.



## - بطاقة الأستاذ -

### 1.2- المقادير التي تتعلق بها الطاقة الحركية:

#### النشاط 01:



I - ضع عربة على مستوي أفقي أملس (طاولة مثلا) مربوطة لحاجز مثبت بواسطة خيط مطاطي مسترخ (شكل -01-). ادفعها (بواسطة مسطرة مثلا) بحيث تنطلق في حركة مستقيمة بسرعة معينة  $v_1$ .

1- ما هي أقصى نقطة بلغتها العربة؟

→ أقصى نقطة بلغتها العربة تبعد عن الحاجز بـ  $60\text{cm}$ .

2- هل المطاط يخزن طاقة؟ ما هو شكلها؟ ومن أين اكتسبها؟  
→ نعم.

→ شكلها طاقة كامنة مرونية اكتسبها من تمدده بفعل حركة العربة.

II - أعد التجربة بدفع العربة من نفس الموضع السابق بحيث تنطلق بسرعة أكبر ( $v_2 > v_1$ ).

1- ما هي أقصى نقطة بلغتها العربة في هذه الحالة؟ ماذا تلاحظ؟

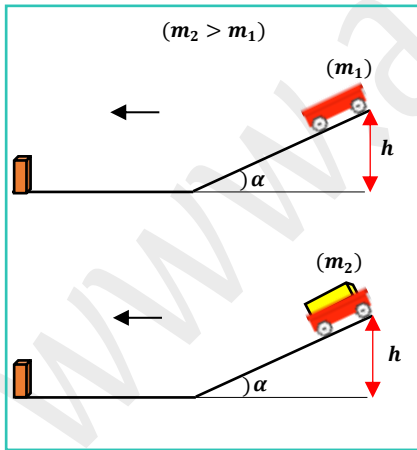
→ أقصى نقطة بلغتها العربة تبعد عن الحاجز بـ  $90\text{cm}$ .

→ نلاحظ المسافة التي قطعها العربة في حالة السرعة  $v_2$  أكبر من المسافة التي قطعها في حالة السرعة  $v_1$ .  
2- ماذا تستنتج؟

→ الطاقة الحركية لجسم تتعلق بسرعه ( $v$ ).

#### النشاط 02:

نحقق التركيب التجريبي (الشكل -02-) بحيث نستعمل عربتين من نفس النوع احدهما فارغة (عربة A) والأخرى بحمولة (العربة B).



1- هل الجملة (عربة + أرض) تخزن طاقة؟ ما هو شكلها؟  
→ نعم.

→ طاقة كامنة ثقلية  $E_{pp}$ .

2- أي العربتين تحدث أثرا أكبر بالجدار؟

→ العربة B (الأثقل) تحدث أثرا أكبر.

3- ما تستنتج؟

→ الطاقة الحركية لجسم تتعلق بكتلته ( $m$ ).

4- أكمل الفقرة التالية:

إذا تحرك جسم في مرجع معين فإن يملك طاقة نسميها طاقة حركية

ونرمز لها بالرمز ( $E_c$ ) وتتعلق بكتلة وسرعة الجسم المتحرك، وكلما زادت كتلته أو سرعته زادت طاقته الحركية.





## 2-2- عبارة الطاقة الحركية (دراسة كمية):

## النشاط 03:

نصور باستعمال كاميرا رقمية حركة سقوط كرية كتلتها  $m = 1Kg$  من ارتفاع معين من سطح الأرض ثم نعالج الفيديو المسجل بواسطة برنامج المعالجة *AviStep* للحصول على المواضع المتتالية لحركة الكرية خلال مجالات زمنية متساوية  $\tau = 0,08s$  (الشكل -03-). (يعطى:  $g = 10N.Kg^{-1}$ ، سلّم الرسم:  $0,1m \rightarrow 1Cm$ )

1- أكمل الجدول التالي:

الموضع	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$	$M_7$	$M_8$
$h'(cm)$	1,2	2,8	5,2	7,8	11,6	15,4	20,2
$h(m)$	0,12	0,28	0,52	0,78	1,16	1,54	2,06
$W(j)$	1,2	2,8	5,2	7,8	11,6	15,4	20,6
المجالات المعتبرة	$M_1M_3$	$M_2M_4$	$M_3M_5$	$M_4M_6$	$M_5M_7$	$M_6M_8$	$M_7M_9$
$v(m/s)$	1,6	2,5	3,1	4	4,75	5,6	/
$v^2$	2,56	6,25	9,61	16	22,6	31,36	/
$m.v^2$	2,56	5,76	9,61	16	22,6	31,36	/
$W/m.v^2$	0,46	0,45	0,56	0,48	0,51	0,49	/
المتوسط الحسابي X	$X = (0,46 + 0,45 + 0,56 + 0,48 + 0,51 + 0,49)/6 \approx 0,5$						

حيث:  $h'(cm)$ : المسافة بين الموضع  $M_0$  و  $M_i$  على الوثيقة.

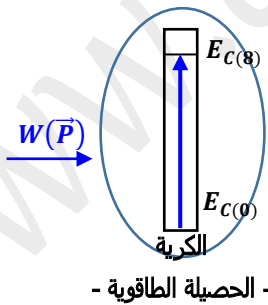
و  $h(m)$ : المسافة بين الموضع  $M_0$  و  $M_i$  في الحقيقة. يعطى:  $v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$ .

2- أرسم البيان  $w(\vec{P}) = f(mv^2)$ .

3- استنتج العلاقة التي تربط  $mv^2$  بعمل الثقل  $w(\vec{P})$ .

البيان عبارة على مستقيم يمر من المبدأ (دالة خطية) من الشكل:  $y = ax$  حيث  $a$  معامل توجيه

هذا المستقيم ومنه:



$$w(\vec{P}) = amv^2 \Rightarrow a = \frac{w(\vec{P})}{mv^2} = \frac{1}{2}$$

$$w(\vec{P}) = \frac{1}{2}mv^2 \dots (1)$$

4- مثل الحصيلة الطاقوية للكرية بين لحظة سقوطها وموضع كفي  $M_i$ .

5- استنتج عبارة الطاقة الحركية باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة.

$$E_{C(f)} = E_{C(i)} + W(\vec{P})$$

- الطاقة الابتدائية للكرية  $E_{C(i)}$  في الموضع  $M_0$  معدومة لأن الكرية انطلقت بدون سرعة ابتدائية ( $v_0 = 0$ ). ومنه تصبح معادلة انحفاظ

$$E_{C(f)} = W(\vec{P})$$

بتعويض العلاقة (1) نجد أن:

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

