

الوحدة 02: العمل والطاقة الحركية مخففة (حركة انسحابية)

الأستاذ: طواهرية عبد العزيز
المدة الاجمالية: 6 سا.

المستوى: السنة الثانية 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- 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: 6 سا.
المدة: (45د)×4.

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:

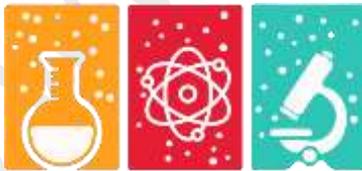
- ➔ جهاز الكمبيوتر المحمول.
- ➔ جهاز العرض.

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؟

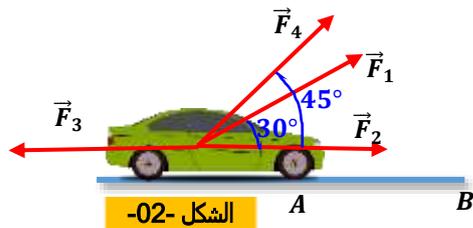
➤ إذا طبقت القوّة F_2 لوحدها تجعل السيارة تصل إلى النقطة B بأقصى سرعة من بين جميع القوى ثم القوّة

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	العبرة	$W_{AB}(\vec{F}) = f \cdot d$	$W_{AB}(\vec{F}) = f \cdot d \cdot \cos(\alpha)$	$W_{AB}(\vec{F}) = f \cdot d \cdot \sin(\alpha)$
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 العبرة التي تحقق الترتيب السابق للقوى (سؤال 1)؟

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

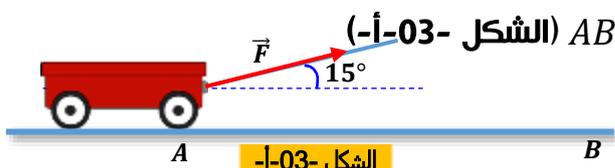
نتيجة: عمل قوّة ثابتة \vec{F} عندما تنتقل نقطة تطبيقها وفق مسار AB يعطى بالعبرة التالية:

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

حيث: d هو الانتقال من النقطة A إلى النقطة B و α 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؟

حل النشاط 03:

1.1- القوة F قوة مساعدة لأنها في جهة الحركة.

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

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

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

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 α .

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

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

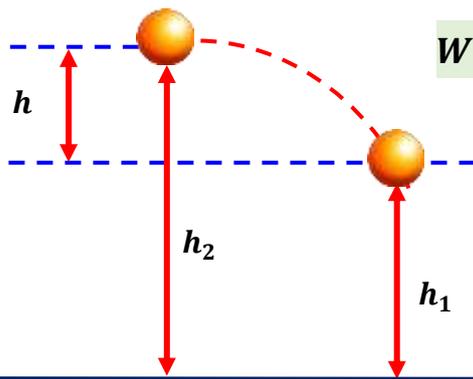
$$W(\vec{P}) = P \cdot L \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = P \cdot L \cdot \sin(\alpha)$$
 ولدينا: $\cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \sin(\alpha)$

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

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

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

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



سطح الأرض

البطاقة التربوية رقم 02: العمل والطاقة الحركية..

الأستاذ: طواهرية عبد العزيز.
نوع النشاط: عملي.
المدة الاجمالية: 6 سا.
المدة: ((45د)×2.

المستوى: السنة ثانية 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 تغيّر 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- عبارة الطاقة الحركية (دراسة كمية).

ملاحظات:

-2- عبارة الطاقة الحركية (دراسة كمية):

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 $\tau = 0,08s$ (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.

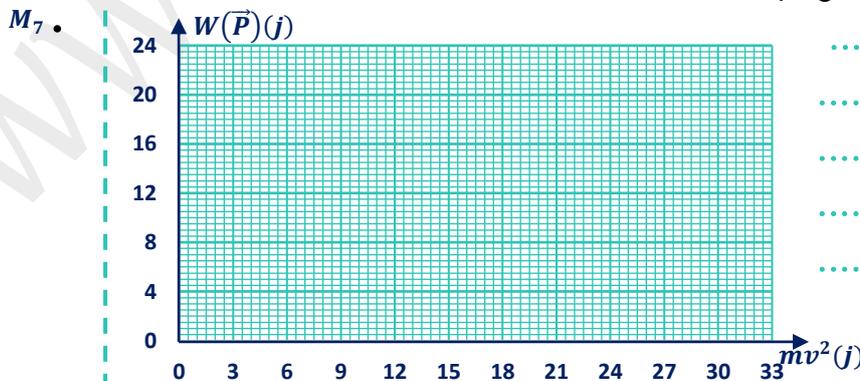
يعطى: $v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$.

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 للجملة (كرية) بين لحظة سقوطها وموضع كفي M_i .

5- استنتج عبارة الطاقة الحركية باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة.



2- عبارة الطاقة الحركية (دراسة كمية):

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 $\tau = 0,08s$ (يعطى: $g = 10N.Kg^{-1}$ ، سلّم الرسم: $0,1m \rightarrow 1cm$)

1- أكمل الجدول التالي:

 M_0 M_2 M_3 M_4 M_5 M_6 M_7 M_8

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	$X = (0,46 + 0,45 + 0,56 + 0,48 + 0,51 + 0,49)/6 \approx 0,5$						

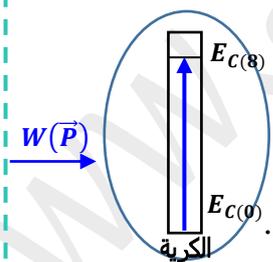
حيث: $h'(cm)$: المسافة بين الموضع M_0 و M_i على الوثيقة.

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 للجملة (كرية) بين لحظة سقوطها وموضع كيفي M_i .

- الحصيلة الطاقوية -

5- استنتج عبارة الطاقة الحركية باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة.

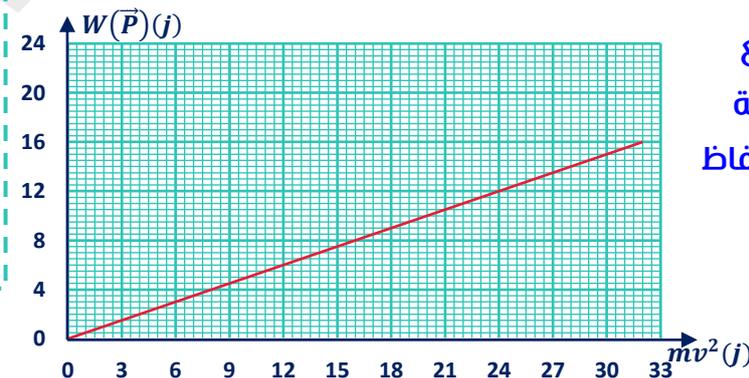
$$E_{C(f)} = E_{C(i)} + W(\vec{P})$$

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

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

بتعويض العلاقة (1) نجد أن:

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



- تقويم الوحدة -

التمرين 01:

- 1- هل تمثل الطاقة الحركية بعدد أم بشعاع؟
- 2- ما هي إشارة الطاقة الحركية؟
- 3- هل تتضاعف الطاقة الحركية لجسم عندما تتضاعف سرعته؟
- 4- هل تزداد الطاقة الحركية لجسم أثناء سقوطه؟

التمرين 02:

جسم نقطي كتلته m معلق بخيط غير قابل للامتطاط طوله L . عند اللحظة $t = 0$ يكون الجسم في النقطة A . يترك بدون سرعة ابتدائية، باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة حصلنا على العبارات التالية ما هي العبارة الصحيحة؟ علّل.

$$\frac{1}{2}v_A^2 - \frac{1}{2}v_B^2 = gL(1 - \cos \alpha) \quad \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}v_B^2 = gL(1 - \cos \alpha) \quad \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}v_B^2 - \frac{1}{2}v_A^2 = gL(1 - \cos \alpha) \quad \Rightarrow$$

التمرين 03:

- سيارة كتلتها $m = 900Kg$ انطلقت على طريق مستقيم من نقطة A بسرعة ابتدائية $v_0 = 100Km.h^{-1}$ وعند قطعها مسافة $AB = 97m$ خلال مدة $\Delta t = 6,54s$ توقف المحرك عن الدوران بشكل مفاجئ.
- 1- أحسب الطاقة الحركية الابتدائية للسيارة.
 - 2- نعتبر أنّ شدة قوى الاحتكاك المطبقة من طرف الطريق على العجلات ثابتة وان المحرك موقوف عن الدوران:
 - 1.2- مثل كافة القوى المؤثرة على السيارة. 2.2- أكتب معادلة انحفاظ الطاقة.
 - 3.2- أحسب شدة قوى الاحتكاك المطبقة من طرف الطريق على العجلات.
 - 3- احسب الاستطاعة المتوسطة لقوى الاحتكاك.

التمرين 04:

- يتحرك قطار سريع بسرعة $300Km.h^{-1}$ على طريق أفقية. فجأة تحدث حالة طارئة فيوقف السائق القطار على مسافة $3300m$ خلال $t = 8min$
- 1- احسب الطاقة الحركية الابتدائية للقطار.
 - 2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (قطار).
 - 3- أكتب معادلة انحفاظ الطاقة.
 - 4- أحسب قوة الفرملة التي سببت توقف القطار.
 - 5- أحسب الاستطاعة المتوسطة لقوة الفرملة. (كتلة القطار 500 طن)



التمرين 05:

- يقفز مغامر كتلته $m = 75Kg$ بدون سرعة ابتدائية من فوق جسر يعلو مسافة $h = 120m$ من سطح النهر وهو مربوط بحبل مرن.
- يبدأ المغامر في سقوط حر خلال مسافة $30m$ فيستطيل الحبل المرن مطبقاً قوة على المغامر تزداد شدتها بزيادة مسافة السقوط ليتوقف المغامر على ارتفاع بعد $100m$ من نقطة الانطلاق لبدأ بعد ذلك في الصعود. (نهمل قوة الهواء).

- 1- أكتب معادلة انحفاظ الطاقة بين نقطة الانطلاق ونقطة بلوغ مسافة $30m$.
- 2- أحسب قيمة السرعة العظمى عند قطع مسافة $30m$ من نقطة الانطلاق.
- 3- مثل كافة القوى المؤثرة على المغامر لحظة استتالة النابض.
- 4- ما طبيعة عمل قوّة شد الحبل.
- 5- أحسب عمل قوّة شد الحبل للمغامر بين لحظة استتالة الحبل ولحظة توقف المغامر. (استعمل مبدأ انحفاظ الطاقة)
- 6- هل يمكن حساب شدّة قوّة شد الحبل أثناء استتالة الحبل؟ علّل.
(نعتبر سطح الجسر كمرجع لحساب الطاقة الكامنة الثقالية)

التمرين 06:

أعطت دراسة السقوط الحر لكروية من الفولاذ، بلا سرعة ابتدائية القيم التالية:

$h(cm)$	20	40	60	80	100	120	140
$v(m.s^{-1})$	1,98	2,8	3,43	3,96	4,43	4,84	5,23

حيث v سرعة الكرية عند قطعها الارتفاع h .

- 1- مثل منحني تغيرات v^2 بدلالة h .
 - 2- باستعمال الحصيلة الطاقوية ومبدأ انحفاظ الطاقة بين أن: $v^2 = 2gh$.
 - 3- اوجد قيمة الجاذبية الأرضية g .
- نعتبر سطح مستوي مرجعي لحساب الطاقة الكامنة الثقالية.

التمرين 07:

تقذف مريم بحجر كتلته $m = 200g$ شاقوليا نحو الأعلى بسرعة ابتدائية $v_0 = 10m.s^{-1}$. (نفرض أن قوى الاحتكاك مهملة).

- 1- مثل الحصيلة الطاقة للجلمة (حجر + أرض). وأكتب معادلة انحفاظ الطاقة من لحظة القذف إلى أقصى ارتفاع تصله الكرة.
- 2- ماه الارتفاع الاعظمي الذي يصل اليه الحجر؟
- 3- احسب طاقته الكامنة الثقالية عند هذا الارتفاع.
- 4- ماهي قيمة السرعة الابتدائية الواجد اعطاؤها للحجر لنصل الى ضعف الارتفاع المحسوبة سابقا؟

حل التمرين 01:

- 1- تمثل الطاقة الحركية بعدد.
- 2- إشارة الطاقة الحركية موجبة.
- 3- لا تتضاعف الطاقة الحركية لجسم عندما تتضاعف سرعته.
- 4- تزداد الطاقة الحركية لجسم أثناء سقوطه لأن سرعته تزداد.

حل التمرين 02:

$$\frac{1}{2}v_B^2 - \frac{1}{2}v_A^2 = mgL(1 - \cos \alpha) \text{ : العبارة الصحيحة:}$$

التعليل: حسب مبدأ انحفاظ الطاقة:

$$\begin{aligned} E_{C(A)} + E_{PP(A)} &= E_{C(B)} + E_{PP(B)} \\ \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A &= \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B \\ \frac{1}{2}v_A^2 + gh_A &= \frac{1}{2}v_B^2 + gh_B \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2}v_B^2 - \frac{1}{2}v_A^2 = g(h_A - h_B) \text{ : ومنه:}$$

$$h = h_A - h_B \text{ : الفرق بين الارتفاعين:}$$

$$h = l(1 - \cos \alpha) \text{ و}$$

$$\frac{1}{2}v_B^2 - \frac{1}{2}v_A^2 = gL(1 - \cos \alpha) \text{ : ومنه:}$$

حل التمرين 03:

$$E_{C(0)} = \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ : الطاقة الحركية الابتدائية للسيارة:}$$

$$E_{C(0)} = \frac{1}{2}(900) \left(\frac{100 \times 1000}{3600} \right)^2 = 3,5 \cdot 10^5 \text{ J} \text{ : ع:}$$

1.2- تمثيل كافة القوى المؤثرة:

2.2- معادلة انحفاظ الطاقة:

$$E_{C(0)} - W(\vec{F}) = E_C$$

السيارة توقفت في الأخير $E_C = 0$ ومنه: $E_{C(0)} = W(\vec{F})$.

$$E_{C(0)} = W(\vec{F}) \text{ : شدة قوى الاحتكاك المطبقة:}$$

$$F = \frac{E_{C(0)}}{AB \cdot \cos \alpha} \text{ : بالتعويض: } E_{C(0)} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

$$F = \frac{3,5 \cdot 10^5}{(97)(1)} = 3,61 \cdot 10^3 \text{ N} \text{ : ع:}$$

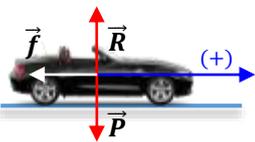
$$P = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t} \text{ : الاستطاعة المتوسطة لقوى الاحتكاك:}$$

$$P = \frac{3,5 \cdot 10^5}{6,54} = 3,35 \cdot 10^4 \text{ W} \text{ : ع:}$$

حل التمرين 05:

1- معادلة انحفاظ الطاقة:

يقفز المغامر انطلاقاً من نقطة فوق الجسر بسرعة ابتدائية معدومة $v_A = 0$ ومنه $E_{C(A)} = 0$ وتزداد سرعته أثناء السقوط $v_B > 0$ وبالتالي طاقته الحركية تزداد $E_{C(B)} > 0$. طاقته الكامنة الثقالية تتناقص باعتبار أن الجسر مرجع لحساب الطاقة الكامنة الثقالية $E_{PP(A)} = 0$ حتى قيمة $E_{PP(B)} < 0$ (لأن القفز يتم أسفل الجسر).
منه:



$$E_{C(A)} + E_{PP(A)} = E_{C(B)} + E_{PP(B)}$$

$$E_{C(B)} + E_{PP(B)} = 0 \text{ أي:}$$

2- السرعة عند النقطة B:

$$E_{C(B)} = -E_{PP(B)} \text{ ومنه: } E_{C(B)} + E_{PP(B)} = 0$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = -mgh \text{ بالتعويض}$$

$$\text{أي } v_B = \sqrt{-2gh} \text{ أو } v_B^2 = -2gh$$

الارتفاع $h = -30m$ (المغامر يقفز أسفل الجسر) ومنه:

$$v_B = \sqrt{-2(9,8)(-30)} = 24,25m/s$$

3- القوى المؤثرة: (قوة شد الحبل \vec{T} شاقولية نحو الأعلى وقوة الثقل \vec{P} شاقولية نحو الأسفل)

4- طبيعة عمل قوة شد الحبل:

أثناء سقوط المغامر يطبق الحبل عليه قوة شد معاكسة لجهة حركته (معاكسة لقوة الثقل) وبالتالي فعملها سالب ومنه طبيعة عمل قوة شد الحبل عمل مقاوم.

5- عمل قوة شد الحبل:

$$\text{معادلة انحفاظ الطاقة: } E_{C(A)} - W(\vec{T}) + W(\vec{P}) = E_{C(C)}$$

$$E_{C(A)} - W(\vec{T}) + W(\vec{P}) = 0 \text{ المغامر يتوقف في الأخير:}$$

$$\text{عبارة عمل قوة الشد: } W(\vec{T}) = W(\vec{P}) + E_{C(A)}$$

$$\text{بالتعويض } W(\vec{T}) = mg(h_A - h_C) + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\text{ت ع: } W(\vec{T}) = (75)(9,8)((-30) - (-100)) + \frac{1}{2}(75)(24,25)^2$$

$$W(\vec{T}) = 7,35.10^4 J$$

6- لا يمكن عمل قوة شد الحبل أثناء استطلاته انطلاقا من عبارة عمل قوة $W(\vec{T}) = T \cdot AB \cdot \cos \alpha$ لأن قوة شد الحبل في هذه المرحلة (بين 30m و 100m) لا تكون ثابتة.

ملاحظة: عبارة العمل تكون صالحة من أجل قوة ثابتة الشدة وعلى مسار مستقيمة.

حل التمرين 06:

1- تمثيل منحنى تغيرات v^2 بدلالة h :

$h(cm)$	20	40	60	80	100	120	140
$v^2(m.s^{-1})^2$	3,92	7,86	11,78	15,71	19,64	23,5	27,44

2- عبارة السرعة:

$$\text{مبدأ انحفاظ الطاقة: } E_{C(A)} + E_{PP(A)} = E_{C(B)} + E_{PP(B)}$$

$$\text{تم الحركة بدون سرعة ابتدائية: } v_A = 0 \text{ أي: } E_{C(A)} = 0$$

$$\text{المستوي المرجعي سطح الأرض: } h_B = 0 \text{ ومنه: } E_{PP(B)} = 0$$

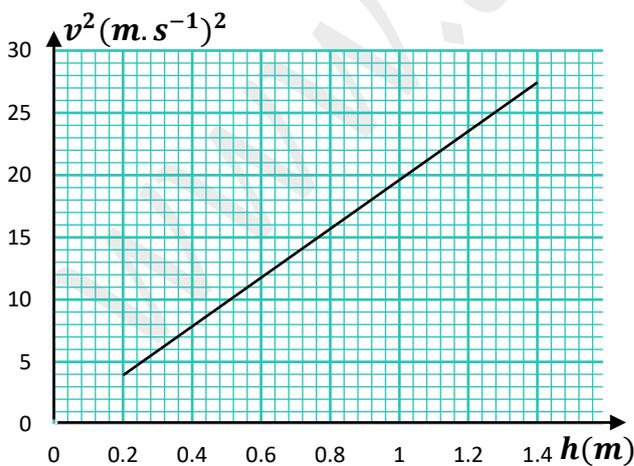
$$\text{تصبح المعادلة: } E_{PP(A)} = E_{C(B)} \text{ بالتعويض: } mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{ومنه: } v^2 = 2gh \text{ أي: } v = \sqrt{2gh}$$

3- قيمة الجاذبية الأرضية:

البيان $v^2 = f(t)$ خط مستقيم يمر من بالمبدأ معادلته من الشكل $v^2 = a \cdot h$ حيث a معامل توجيه البيان او الميل.

العلاقة النظرية الموجودة سابقا $v^2 = 2gh$.



ومنه من العلاقة البيانية والنظرية نجد ان: $a = 2g$ أي: $g = \frac{a}{2}$.

$$a = \frac{19,64 - 15,71}{1 - 0,8} = 19,65 m/s^2 \text{ - حساب الميل}$$

$$g = \frac{a}{2} = \frac{19,65}{2} = 9,825 N/Kg \text{ ومنه}$$

www.ac.touahria.com