الفصل الرابع : الشغل والطاقة

الدرس الأول : الشغل والقدرة :

1-الشغل: مقدار الطاقة اللازمة لتحريك جسم ذي كتلة مُعينة لمسافة

الشغل = القوة × الإزاحة المقطوعة بإتجاه القوة

ش = ق × Δس

وحدة قياس الشغل = نيوتن . م = [جول]

❖ العوامل التي يعتمد عليها الشغل :

1- القوة : كلما زادت قوة الجسم زاد الشغل المنجز (علاقة طردية)

2- الازاحة : كلما زادت الازاحة زاد الشغل (العلاقة طردية)

الكمية الفيزيائية	الوحدة الفيزيئية	نوع الكمية
القوة (ق)	نيوتن	متجهة
الازاحة (س)	متر	متجهة
الشغل (ش)	نيوتن.م = جول	قياسية

❖ متى نقول ان الشغل يساوي صفر :

1- إذا أثرت قوة في جسم ولم تحركه .

2- إذا تحرك جسم باتجاه يتعامد مع اتجاه القوة (زاوية 90)

❖ سؤال : ماذا نعني بقولنا يقاس الشغل بوحدة الجول :

✓ اي ان الشغل الذي تبذله قوة مقدارها (نيوتن) عندما تؤثر في جسم، وتحرك إزاحة مقدارها (متر) في اتجاهها

أحمد العزازمة أسيل حسن

يؤثّـرُ عاملٌ في ثلاجةٍ بقـوّةِ دفعٍ أفقيّةٍ ثابتـةٍ مقدارُها ١٢٠ نيوتـن، فيحرّكُهـا على سطحٍ أفقـيٍّ إزاحةً مقدارُها ٣م باتّجاهِ القوّةِ، كما في الشّكلِ (٤-٢). احسبْ الشغلَ الذي أنجزَتْهُ كلٌّ منْ: قوّةِ الدّفعِ وقوّةِ الجاذبيّةِ (الوزْنِ).

الشّكل (٤-٢):

الحلُّ

(١) بما أنَّ اتّجاهَ قوةِ الدّفعِ نحوَ اليمينِ، واتّجاهَ الحركةِ نحوَ اليمينِ، إذنْ، شغلُ قوّةِ الدّفعِ:

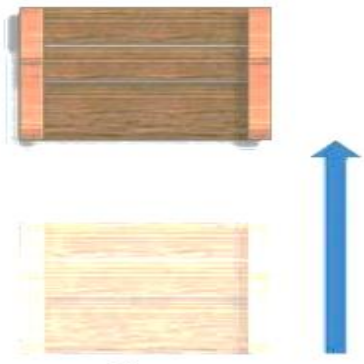
ش = ق × Δ س

ش = ١٢٠ × ٣ = ٣٦٠ جول.

(٢) بما أنَّ قوةَ الجاذبيةِ (الوزنَ) رأسيّةٌ باتّجاهِ الأسفلِ، فهيَ عموديّةٌ على اتّجاهِ الحركةِ، ولا تنجزُ شغلًا (ش = صفر).

****

يرفعُ خالدٌ صندوقًا خشبيًا وزنُهُ ٨٠ نيوتن نحوَ الأعلى إلى ارتفاعِ ٠,٥م بسرعةٍ ثابتةٍ. احسبْ الشّغلَ الّذي أنجزَتْهُ قوّةُ الرّفع.



ق = و = ٨٠ نيوتن.

شغلُ خالدٍ: ش = ق × Δ ص

ش = ٨٠ × ٠,٥ = ٤٠ جول.

أسيل حسن

القدرة

- **القدرة : المعدّل الزمني للشغل المبذول، أي إنّها تساوي ناتج قسمة الشغل المبذول (ش) على الزمن المستغرق لبذله (ز) .**

القدرة = $\frac{\text{ش}}{\text{ز}}$
وحدة قياس القدرة
جول/ثانية =[واط]
الحصان = 746 واط"

الوحدة الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	الوحدة الفيزيائية
الشغل (ش)	جول
الزمن (ز)	ثانية (ث)
القدرة	▪ جول/ث ▪ واط ▪ الحصان

❖ ملاحظة مهمة :

1- تقاس القدرة بوحدة الكيلو واط لان الواط وحدة صغيرة *1كيلو واط = 1000واط*

2- تقاس القدرة بوحدة الحصان اي انها تبذل شغل 764واط خلال 1ث 1حصان= 76واط

ملاحظة :

- عند التحويل من الواط الى الحصان نقسم على (746)
- عند التحويل من حصان الى واط نضرب(746)

حلول اسئلة الدرس ص112

س1: ماذا يقصد بالمفهوم الفيزيائي للشغل؟ وما معنى الشغل باللغة؟

١. المفهوم الفيزيائي للشغل: هو ما تنجزه قوة أثرت في جسم فحركته مسافة باتجاهها. أما في اللغة فتدل كلمة شغل على إنجاز الأعمال البدنية والذهنية.

س2:ما وحدة قياس الشغل؟ وما ارتباطها بوحدتي القوة والمسافة؟

٢- الوحدة التي يقاس بها الشغل تدعى: "الجول"، وهي من الوحدات المشتقة، مدلولها بالوحدات الأساسية هو: (كغ . م)

س3: ما الحالات التي تؤثر فيها قوة في جسم ولا تنجز شغلا؟

٣- عندما لايتحرك الجسم، وعندما يتحرك باتجاه عمودي على اتجاه تأثير القوة.

س4 : ماذا يقصد بالقدرة؟ وما وحدة قياسها؟

٤- تعرف القدرة بأنها: الشغل المنجز في وحدة الزمن. وتقاس بوحدة "الواط".

س5: ما العوامل التي تعتمد عليها قدرة إنسان أو قدرة آلة ؟

٥- الشغل الذي ينجزه الإنسان أو الآلة، والزمن المستغرق لانجاز ذلك الشغل.

٦- **تفكيرٌ ناقدٌ:** تُقاسُ قدرةُ محرّكِ السيّارةِ عندَ وضعٍ معيّنٍ، يتمُّ فيهِ تحديدُ عددِ دوراتِ المحرّكِ في الدّقيقةِ، كأنْ يقالُ قدرةُ المحرّكِ ٥٠٠ حصانٍ (500 hp)، عندَ ٦٠٠٠ دورةٍ في الدّقيقةِ (6000 rpm). هلْ يعني ذلكَ أنّ قدرةَ المحركِ تتغيّرُ عندَما يتغيّرُ دورانُهُ؟ وضّحْ ذلكَ.

٦- تفكير ناقد: تعتمد قدرة محرك السيارة بشكل مباشر على عدد دوراته في الدقيقة، فزيادة عدد الدورات تعني زيادة استهلاك الوقود في وحدة الزمن، وبالتالي زيادة الطاقة الحركية الناتجة في وحدة الزمن، أي القدرة.

الدرس الثاني : الطاقة الميكانيكيا

- التعريف الفيزيائي للطاقة : مقدرة الجسم على بذل الشغل
- الوحدة الفيزيائية بالنظام الدولي للوحدات : جول
- نوع الكمية الفيزيائية :كمية قياسية (مقدار فقط دون اتجاه)

➢ تقسم الطاقة الى عدة أنواع منها : 1- الطاقة الحركية 2- طاقة الوضع

الطاقة الحركية(ط ح) : الطاقة المرتبطة بحركة جسم (ط ح = $\frac{1}{2}$ ك ع^2)

الطاقةُ الحركيةُ = $\frac{١}{٢}$ × الكتلة × مربعِ السرعةِ

من حيث	الوحدة الفيزيائية
الكتلة (ك)	كغ
السرعة(ع)	م/ث
الطاقة الحركية (ط ح)	كغ.م^2 /ث^2 = جول

➢ **العوامل التي تعتمد عليها الطاقة الحركية :**

1- الكتلة :تتناسب الطاقة الحركية طرديا مع الكتلة (كلما زادت الكتلة زادت الطاقة)

2-مربع السرعة:تتناسب الطاقة طرديا مع مربع السرعة(كلما زادت السرعة زادت الطاقة)

تكون الطاقة الحركية صفر عندما يكون الجسم ساكن لايتحرك ع=صفر

❖ **أنواع الطاقة الحركية بناءا على حركة الجسم :**

أ- الطاقة الحركية الخطية : الحركة الخطية للجسم

ب- الطاقة الحركية الدورانية : حركة الجسم حول محور دورانه

كرةٌ كتلتُها ٠,٤ كغ، تتحرّكُ بسرعةٍ أفقيّةٍ ثابتةٍ مقدارُها ٥م/ث. احسبْ ما يأتي:

١- الطاقةَ الحركيّةَ للكرةِ.

٢- الطاقةَ الحركيّةَ للكرةِ عندمَا تتحرّكُ بسرعةٍ تبلغُ ضعفَيْ سُرعتِها الأُولى.

(١) $ط_ح = \frac{١}{٢} ك ع^{٢}$

$ط_ح = \frac{١}{٢} \times ٠,٤ \times (٥)^{٢} = ٥$ جول

(٢) عندَ مضاعفةِ السرعةِ مرتينِ، فإنّ سرعةَ الكرةِ تصبحُ ١٠ م/ث

$ط_ح = \frac{١}{٢} \times ٠,٤ \times (١٠)^{٢} = ٢٠$ جول

ما العلاقةُ بينَ إجابتي الحالتين؟ كيفَ يكونُ التغيّرُ في الطاقةِ الحركيةِ؟

الطاقة الكامنة (طاقة الوضع)

- **الطاقة الكامنة (طاقة الوضع): هي طاقة مختزنة في نظام مكون من جسمين أو أكثر**
- **القانون الفيزيائي : طاقة الوضع = الكتلة × تسارع السُّقوط الحرّ × الارتفاع**

ط و = ك جـ ص

- **وحدات القياس**

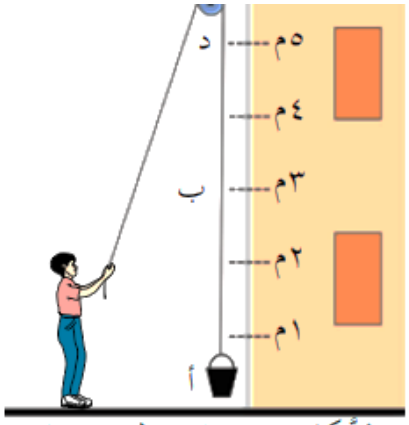
من حيث	الوحدة الفيزيائية
الكتلة (ك)	**كغ**
تسارع السقوط الحر (ج)	**م/ث^2**
الارتفاع(ص)	**متر**
طاقة الوضع (طو)	**كغ.م^2 /ث^2 = جول**

سؤال : متى تكون طاقة الوضع صفر : عند المستوى المرجعي (من سطح الارض)

يبيّنُ الشّكلُ (٤–١٠) جسمًا كتلتُهُ ٢٠ كغ، وهُوَ مربوطٌ بحبلٍ يمرُّ حولَ بَكَرَةٍ، معتمدًا على البياناتِ المثبتةِ على الشّكلِ، احسبْ:

١– طاقةَ الوضعِ المختزنةَ في الجسمِ عندَ كلٍّ منَ النّقاطِ: (أ، ب، د).

٢– التغيّرَ في طاقةِ وضعِ الجسمِ عندَما ينتقلُ منَ النّقطةِ (ب) إلى النقطةِ (د).



الشّكل (٤–١٠): مثال (٤–٤).

(١) ط و = ك جـ ص وحيث أنّ: ص(أ) = صفرًا، لأنَّ سطحَ الأرضِ مستوىً مرجعيٌّ

ط و(أ) = ٢٠ × ١٠ × ٠ = ٠

ط و(ب) = ٢٠ × ١٠ × ٣ = ٦٠٠ جول

ط و(د) = ٢٠ × ١٠ × ٥ = ١٠٠٠ جول

(٢) Δ ط و = ط و٢ – ط و١

= ط و(د) – ط و(ب) = ١٠٠٠ – ٦٠٠ = ٤٠٠ جول.

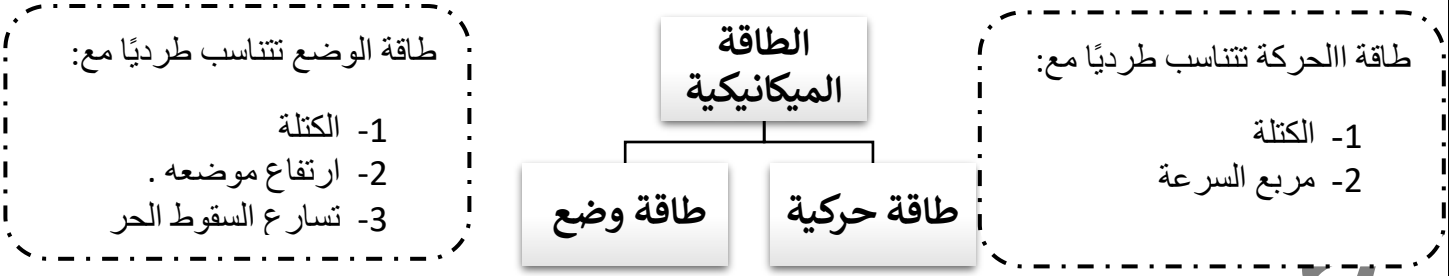
➢ **من الامثلة على اشكال اخرى لطاقة الوضع الطاقة الكامنة المرورية ومن الامثلة عليها :**

- الطاقة المرونية المختزنة في وتر القوص المشدود الذي يتحول الى طاقة حركية يمتلكها السهم عندما تتحرر الطاقة
- الغاز المضغوط
- النابض المشدود او المضغوط

الملخص :

الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة وحدة قياس الطاقة = جول

$$\text{ط م} = \text{ك جـ ص} + \frac{1}{2}\text{ك ع}^2$$



حلول اسئلة الدرس ص120

١- ماذا يُقصدُ بكلٍ منْ: طاقةِ الحركةِ، وطاقةِ الوضعِ، والطاقةِ الميكانيكيَّةِ؟

١- طاقة حركية: طاقة يمتلكها الجسم بسبب حركته.

طاقة الوضع: طاقة كامنة في الجسم يمتلكها بسبب وضعه، وتساوي الشغل المبذول على الجسم ضد الجاذبية.

الطاقة الميكانيكية: مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم المتحرك ضمن نظام معين.

٢- اذكرِ العواملَ الّتي تعتمدُ عليها الطّاقةُ الحركيَّةُ.

٢- كتلة الجسم وسرعته فقط.

٣- اذكرِ العواملَ الّتي تعتمدُ عليها طاقةُ الوضعِ النّاتجةِ عنِ الجاذبيةِ الأرضيةِ.

٣- كتلة الجسم وارتفاعه عن سطح الأرض وتسارع السقوط الحرّ.

٤- ما نوعُ الطاقةِ المختزنةِ في بالونٍ مملوءٍ بالماءِ؟ وما الّذي يمكنُ أن ينتجَ عن تحرّرِها؟

٤- طاقة وضع مرونية، تتحول عند تحررها إلى طاقة حركية تنشر رذاذ الماء بعيدًا عن الماء.

٥- تفكيرٌ ناقدٌ: الترامبولين (Trampolin) منصّةُ قفزٍ دائريّةٌ، تشدّها أفقيًّا نحوَ الخارجِ مجموعةُ نوابضَ، يقفزُ اللاعبُ فوقَها إلى الأعلى ثمَّ يهبطُ إليها ليقفزَ مرّةً ثانيةً لارتفاعٍ أكبرَ. اذكرْ أنواعَ الطّاقةِ الّتي يمتلكُها جسمُ اللّاعبِ عندَ أعلى موضعٍ، وعندَ أخفضِ موضعٍ، وفي منتصفِ المسافةِ.

٥- تفكير ناقد: صور الطاقة التي يمتلكها اللاعب في مواضع مختلفة:

عند أعلى ارتفاع: يمتلك طاقة وضع جاذبية فقط.

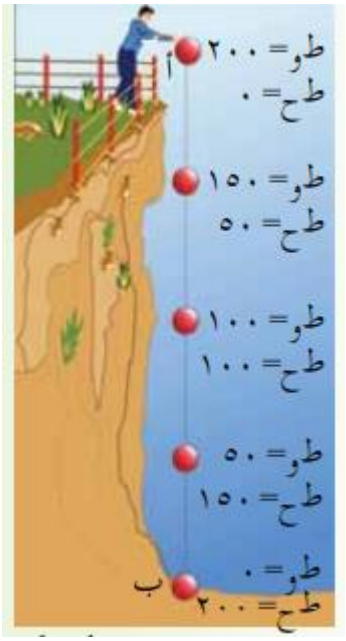
عند منتصف المسافة يمتلك طاقة حركية وطاقة وضع جاذبية.

عند أخفض نقطة يمتلك طاقة وضع مرونية فقط.

htt

حفظ الطاقة الميكانيكيا

- الطاقة الميكانيكيا :مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع
- مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكيا :عندما تتحرك قوة قريبا من سطح الارض يكون مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع (لجاذبية) محفوظا ويساوي مقدار ثابت



$$ط_م = ط_و + ط_ح$$

مثال :ماذا يحدث عندما يتغير ارتفاع الكرة :

- تحول طاقة الوضع إلى طاقة حركية عند حركة الجسم إلى أسفل
- تتحول الطاقة الحركية الى طاقة وضع عند حركة الجسم إلى أعلى
- تبقى الطاقة الميكانيكية ثابتة مادامت الكرة تتحرك بتأثير الجاذبية فقط

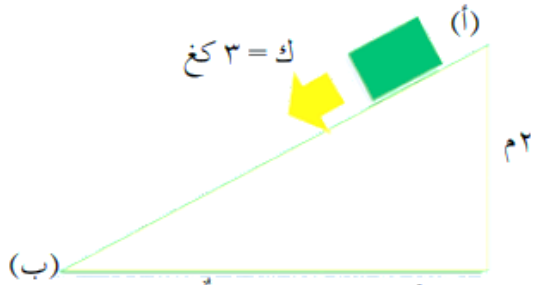
$$ط_م \text{ عند } (أ) = ط_م \text{ عند } (ب)$$

$$ط_و(أ) + ط_ح(أ) = ط_و(ب) + ط_ح(ب)$$

يوضِّحُ الشَّكلُ (٤–١٣) صندوقًا بدأ بالحركةِ منَ السُّكونِ منْ أعلى مستوىً أملسَ إلى أسفلِه، تحتَ تأثيرِ الجاذبيَّةِ. إذا كانتْ كتلةُ الصُّندوقِ ٣كغ، وارتفاعُ المستوى ٢م احسبْ:

١– الطَّاقةَ الميكانيكيَّةَ للصُّندوقِ عندَ النُّقطةِ (أ).

٢– الطَّاقةَ الحركيَّةَ للصُّندوقِ عندَ النُّقطةِ (ب).



الشَّكل (٤–١٣): مثالٌ (٤–٥).

الحلُّ

(١) $ط_م = ط_و + ط_ح$

$ط_و(أ) = ك \times جـ \times ص(أ) = ٣ \times ١٠ \times ٢ = ٦٠$ جول

$ط_ح(أ) = \frac{١}{٢} ك \times ع^{٢}(أ) =$ صفر $\quad ع(أ) =$ صفرًا، لأنَّ الجسمَ ساكنٌ عند (أ)

إذن: $ط_م(أ) = ٦٠$ جول.

(٢) بما أنّ الجسمَ تحرّكَ على سطحٍ أملسَ فإنَّ الطَّاقةَ الميكانيكيَّةَ محفوظةٌ؛ أيْ أنّ:

$ط_{م(ب)} = ط_{م(أ)}$

$ط_{و(ب)} + ط_{ح(ب)} = ٦٠$ لكن $ط_{و(ب)}$ = صفر

$ط_{ح(ب)} +$ صفر $= ٦٠$

أي إنّ: $ط_{ح(ب)} = ٦٠$ جول

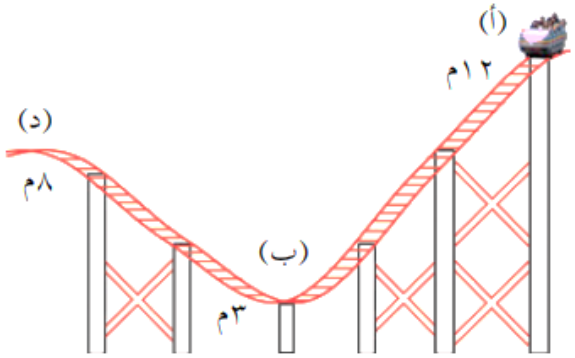
****

يوضّحُ الشَّكلُ (٤–١٤) عربةَ ملاهٍ كتلتُها ٢٠٠ كغ، بدأتْ حركتَها من السكونِ تحتَ تأثيرِ الجاذبيةِ من النقطةِ (أ)، فوقَ ممرٍّ أملسَ. معتمدًا على البياناتِ المدوّنةِ على الشَّكلِ، جدْ ما يأتي:

١– الطَّاقةَ الميكانيكيَّةَ للعربةِ عندَ النُّقطةِ (أ).

٢– الطَّاقةَ الحركيَّةَ للعربةِ عندَ النُّقطةِ (ب).

٣– سرعةَ العربةِ عندَ النُّقطةِ (د).



الشَّكل (٤–١٤): مثالٌ (٤–٦).

الحلُّ

(١) $ط_{م(أ)} = ط_{و(أ)} + ط_{ح(أ)}$

$= ك\ جـ\ ص_{(أ)} + \frac{١}{٢} ك\ ع^{٢}_{(أ)}$

$= ٢٠٠ \times ١٠ \times ١٢ +$ صفر $= ٢٤٠٠٠$ جول

(٢) $ط_{م(ب)} = ط_{م(أ)} = ٢٤٠٠٠$ جول. لأنَّ المسارَ أملسُ والطَّاقةَ الميكانيكيَّةَ محفوظةٌ.

$ط_{و(ب)} + ط_{ح(ب)} = ٢٤٠٠٠$

$ك\ جـ\ ص_{(ب)} + ط_{ح(ب)} = ٢٤٠٠٠$

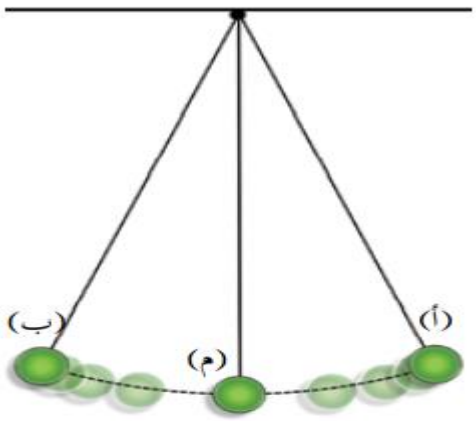
$ط_{ح(ب)} = ٢٤٠٠٠ - (٢٠٠ \times ١٠ \times ٣) = ٢٤٠٠٠ - ٦٠٠٠ = ١٨٠٠٠$ جول

(٣) $ط_{ح(د)} = ٢٤٠٠٠ - (٢٠٠ \times ١٠ \times ٨) = ٢٤٠٠٠ - ١٦٠٠٠ = ٨٠٠٠$ جول

$\frac{١}{٢} ك\ ع^{٢}_{(د)} = ٨٠٠٠$

$ع^{٢} = \frac{٢ \times ٨٠٠٠}{٢٠٠} = ٨٠ \Leftarrow ع \approx ٩$ م/ث.

من الأمثلة على تحولات الطاقة الميكانيكيا حركة البندول البسيط



- عند سحب الكرة عن النقطة (أ)، فإنها تختزن أكبر طاقة وضع
- عند حركتها من النقطة (أ) إلى النقطة (م)، فإن طاقة الوضع تقل، والطاقة الحركية تزداد
- عند الثقطة (م) يكون للطاقة الحركية قيمة عظمى.
- وفي أثناء الحركة من (م) إلى (ب) تتناقص الطاقة الحركية وتزداد طاقة الوضع
- عند النقطة (ب).يكون لطاقة الوضع قيمة عظمى

❖ **سؤال : لماذا يتناقص ارتفاع البندول تدريجيا، حتى يتوقف عن الحركة؟**

✓ **لان الطاقة الميكانيكية لا تكون محفوظة بسبب قوة الإحتكاك اي انها تبذل شغلا، وتستهلك جزءا من طاقة الحركة لتحوله إلى طاقة حرارية (تفقد جزء من الطاقة على صورة حرارة)**

حلول اسئلة الدرس ص124

١ – ماذا نعني بقولِنا إنّ الطاقةَ الميكانيكيَّةَ لجسم محفوظةٌ؟

١ – عندما يتحرك جسم داخل نظام، تكون الطاقة الميكانيكية له محفوظة، عندما تساوي مقدارًا ثابتًا عند نقاط مسار الحركة جميعها.

٢ – كيفَ يُستدلّ على أنَّ الطّاقةَ الميكانيكيَّةَ للبندولِ غيرُ محفوظةٍ؟

٢ – يستدل على ذلك من تخامد حركته في أثناء الاهتزاز إلى أن يتوقف عن الحركة تمامًا، مما يعني أن طاقته الميكانيكية تقل باستمرار.

٣- ما أنواعُ الطَّاقةِ الّتي يمتلكُها القمرُ في أثناءِ دورانِهِ حولَ الأَرضِ؟ وهلْ تعدُّ طاقتُهُ محفوظةً؟

٣- يمتلك القمر طاقة حركية لأنه يتحرك بسرعة وله كتلة، ويمتلك طاقة وضع جاذبية ناتجة عن وجوده في مجال جذب الأرض.

٤- تفكيـرٌ ناقـدٌ: بينما كانَ سائقُ سيـارةٍ يقودُها بسرعةٍ، استعملَ الكوابـحَ بشدّةٍ، فظهرتْ رائحةُ المطّاطِ المحترقِ، وتصاعدَ الدُّخانُ من الْعَجلاتِ. صفْ تحوُّلاتِ الطَّاقةِ الَّتي حدثتْ، مبينًا مصدرَ الحرارةِ المتولِّدةِ.

٤- تفكير ناقد: تحولت الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية بسبب قوة الاحتكاك بين العجلات والطريق، مما يرفع درجة حرارة الإطار إلى أن يبدأ بالاحتراق.

العزازمة & أسيل حسن