الوحـدة الرابعة

الشغل والقدرة والطاقة

الشغـل:

إذا قلت أنك تبذل شـغلاً نتيجة إحساسك بالتعب عندما تحمل ثقلاً كبيراً دون أن تتحرك، تعتبر مخطئاً من وجهة النظر الفيزيائية، وإذا قلت أنك تبذل شغلاً عندما تدفع سيارة معطلة دون أن تتمكن من تحريكها تكون مخطئاً أيضاً، وإذا قلت أنك تبذل شغلاً عندما تحمل ثقلاً وتمشي به على أرض أفقية مسطحة فأنت مخطئ أيضاً لأنك والثقل تتحركان كجسم واحد عمودياً على اتجاه القوة المؤثرة (قوة جذب الأرض لكما معاً).

ومن وجهة النظر الفيزيائية يكون الشغل المبذول في هذه الحالة صفراً. فمفهوم الشغل الشائع استخدامه بين الناس يختلف عن مفهومه عند الفيزيائيين.

المعنى الفيزيائي للشغل: "يقال إن قوة ما تبذل شغلاً عندما تؤثر هذه القوة على جسم ما، فتحركه إزاحة معينة على طول خط عمل القوة ".

الشروط اللازم توافرها لبذل شغل:

١ــ وجود قوة مؤثرة ٢ــ حدوث إزاحة في اتجاه القوة

ويتناسب الشغل المبذول طردياً مع كل من مقدار القوة المؤثرة والمسافة التي يتحركها الجسم في اتجاه القوة (الإزاحة).

حسـاب الشغل الذي تبذله قوة ما:

إذا أثرت قوة مقدارها (ق) على جسم فحرّكته مسافة مقدارها (ف) في نفس اتجاه القوة فإنه يمكن حساب الشغل (شـغ) الذي تبذله القوة من العلاقة:

$$\text{شـغ} = \overrightarrow{ق} \cdot \overrightarrow{ف} \quad \text{نيوتن. متر}$$

ملحوظات:

١ــ الوحدة العملية لقياس الشغل هي نيوتن. متر وتسمى جول وهي تساوي كجم م^{٢}/ث^{٢} أيضاً.

٢ــ معادلة أبعاد الشغل هي: [ك . ل^{٢} . ز$^{-٢}$] لأن

الشغل = قوة × مسافة = [كتلة × عجلة] × مسافة

$$= \text{كتلة} \times \frac{\text{مسافة}}{\text{زمن}^{2}} \times \text{مسافة}$$

$$= \frac{\text{كتلة} \times \text{مسافة}^{٢}}{\text{زمن}^{٢}} = \text{ك} \times \frac{\text{ل}^{2}}{\text{ز}^{2}} =$$

ك.ل^{٢}.ز^{٢}

٣ــ هنـاك وحدة نظرية لقياس الشغل [وحدة في نظام جاوس] وهي داين. سم وتسمى إرج.

٤ــ العلاقة بين الجول والإرج: الجـول = نيوتن × متر

= ١٠^{٥} داين × ١٠^{٢}سم = ١٠^{٧} داين سم = ١٠^{٧} ارج .

٥ــ الشغل كمية قياسية رغم أنه حاصل ضرب كميتين متجهتين وهما القوة والإزاحة (علــل) لأن الضرب ضرباً قياسياً ويسمى ضرب بالنقطة

تعريف الجـول:

شـغ = ق . ف

(١) جول = (١) نيوتن × (١) متر

ومن ذلك يمكن تعريف الجول كما يلي:

الجـول: هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها (١) نيوتن لتحريك جسم إزاحة مقدارها (١) متر في اتجاهها.

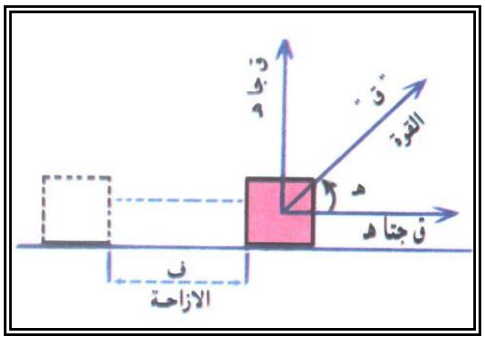
تعريف الإرج:

∵ شـغ = ق . ف

∴ إرج = (١) داين × (١) سـم

ومن ذلك يمن تعريف الإرج كما يلي:

الإرج: هو الشغل الذي تبذلـه قوة مقدارها (١) داين لتحريك جسم إزاحة مقدارها (١) سم في اتجاهها.



حساب الشغل المبذول عندما يميل اتجاه القوة على اتجاه حركة الجسم بزاوية ما:

١- نتصور جسماً يتحرك على سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك تحت تأثير قوة (ق) وكان اتجاه هذه القوة يميل على السطح بزاوية (هـ) كما بالشكل.

٢- نحلل القوة (ق) إلى مركبتين متعامدتين هما:

أــ مركبة في اتجاه الحركة (مركبة أفقية) = ق جتاهـ

وهذه القوة هي التي تبذل شغلاً على الجسم فتحركه على السطح الأفقي مسافة قدرها (ف)

ب\ــ مركبة عمودية على اتجاه الحركة (مركبة رأسية) = ق جاهـ

وهذه القوة لا تبذل شغلاً لأنها عمودية على اتجاه حركة الجسم.

∴ الشغل المبذول = الشغل الذي تبذله المركبة الأفقية فقط

∴ $\boxed{\text{شـغ} = \overrightarrow{\text{ق}}.\overrightarrow{\text{ف}}\ \text{جتاهـ}}$ جول

حيث (هـ) هي الزاوية المحصورة بين اتجاه القوة واتجاه حركة الجسم.

وهذه هي المعادلة العامة لحساب الشغل.

ملحوظات:

١ــ إذا كانت القوة في نفس اتجاه الحركة فإن هـ = صفر ، جتاهـ=١ وعليه يكون

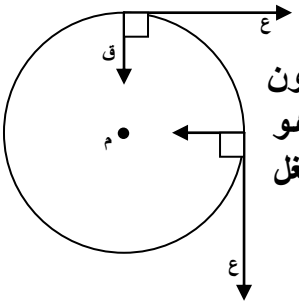
$\boxed{\text{شـغ} = \overrightarrow{\text{ق}}.\overrightarrow{\text{ف}}}$ جول ويكون الشغل أكبر ما يمكن في هذه الحالة.

٢ــ إذا كانت القوة ⊥ اتجاه حركة الجسم ∴ هـ = ٩٠ ، جتا٩٠ = صفر

وعليه يكون الشغل المبذول صفراً.

٣ــ إذا كانت القوة معاكسة للإزاحة فإن هـ = ١٨٠° ، جتا١٨٠° = ــ ١

∴ **شغ = – ق . ف** جول



٤– القوة الجاذبة المركزية التي تسبب حركة جسم ما حركة دائرة منتظمة يكون اتجاهها في أي لحظة نحو مركز الدوران أي عمودية على اتجاه حركة الجسم وهو المماس لمحيط الدائرة في تلك اللحظة، وعلى ذلك فإن هذه القوة لا تبذل أي شغل أثناء دوران الجسم.

أمثلة محلولة

مثال١: احسب الشغل الذي تبذله قوة مقدارها (٢٠) نيوتن عندما تؤثر على صندوق موضوع على مستوى أفقي وإزاحته مسافة مقدارها (٠.٣) متر في اتجاهها.

الحل:

ق = ٢٠ نيوتن ، ف = ٠.٣م شغ = ؟؟

شغ = ق . ف جول = ٢٠ × ٠.٣ = ٦ نيوتن متر أو جول

مثال٢:احسب الشغل الذي تبذله آلة ميكانيكية لرفع جسم كتلته (٦٠٠) كجم رأسياً إلى أعلى مسافة قدرها (٥) أمتار، علماً بأن د = ١٠ م/ث^{٢}

الحل:

شغ = ؟؟ ك = ٦٠٠ كجم ف = ٥متر د = ١٠ م/ث^{٢}

شغ = ق . ف جول = ك × د × ف = ٦٠٠ × ١٠ × ٥ = ٣٠٠٠٠ جولاً

مثال٣:أثرت قوة مقدارها (٥٠) نيوتن على جسم في اتجاه يصنع زاوية مقدراها (٦٠^{o}) مع المستوى الأفقي فأزاحته مسافة مقدارها (٢) متر، أحسب الشغل الذي بذلته تلك القوة.

الحل:

ق = ٥٠ نيوتن ، هـ = ٦٠^{o} ، ف = ٢م ، شغ = ؟؟

شغ = ق . ف جتاهـ = ٥٠ × ٢ × جتا٦٠^{o} = ٥٠ × ٢ × $\frac{1}{2}$ = ٥٠ جولاً

مثال٤: في المثال السابق أوجد الشغل المبذول عندما هـ = ٣٠^{o} ، ٤٥^{o} ، ٩٠^{o} ، صفر

الحل:

١– عندما هـ = ٣٠^{o} فإن شغ = ق . ف جتاهـ جول

= ٥٠ × ٢ × جتا٣٠ = ٥٠ × ٢ × $\frac{3}{2}$ = ٥٠ ٣ جول

٢– عندما هـ = ٤٥^{o} فإن شغ = ق . ف جتاهـ جول

= ٥٠ × ٢ × جتا٤٥^{o} = ٥٠ × ٢ × $\frac{1}{2}$ = ٥٠ ٢ جول

٣– عندما هـ = ٩٠^{o} فإن شغ = ق . ف جتاهـ = ٥٠ × ٢ × جتا٩٠ = صفر

٤– عندما هـ = صفر فإن شغ = ق . ف جتاهـ = ٥٠ × ٢ جتاصفر = ١٠٠ جول

شغل قوة الاحتكاك (شغ ح)

عرفت فيما سبق أنه عند تحريك جسم على سطح خشن تتولد قوة معاكسة لحركته تعمل على إعاقة تلك الحركة وهذه القوة تعرف بقوة الاحتكاك (ق ح) .

∵ شغ = ق . ف جتاهـ جول

∵ قوة الاحتكاك تكون معاكسة لحركة الجسم

∴ هـ = ١٨٠° ، جتاهـ ١٨٠° = –١

∴ شغل قوة الاحتكاك : شغ ح = – ق ح . ف جول

والإشارة السالبة هنا تعني أن قوة الاحتكاك معاكسة لاتجاه حركة الجسم وأننا بحاجة لبذل شغل للتغلب على قوة الاحتكاك كي يتحرك الجسم.

ملحوظات:

١– شغل قوة الاحتكاك دائماً سالب (علل)

⇐ لأن قوة الاحتكاك تكون معاكسة لحركة الجسم دائماً.

∴ هـ = ١٨٠° ، جتا١٨٠° = –١ ∴ شغ ح = – ق ح . ف جول

٢– اتجاه قوة الاحتكاك يكون معاكس لاتجاه الإزاحة.

✍مثال: وضعت قطعة من الخشب على سطح أفقي خشن فإذا كانت قوة الاحتكاك بينهما (٦) نيوتن، فكم يكون مقدار الشغل المبذول لتحريك قطعة الخشب مسافة مقدارها (٢٠) متر؟

الحل:

شغ ح = – ق ح . ف جول = –٦ × ٢٠ = –١٢٠ جولاً.

والشغل اللازم بذله لتحريك قطعة الخشب يجب أن يساوي شغل قوة الاحتكاك في المقدار ويضاده في الاتجاه. ∴ الشغل اللازم = ١٢٠ جولاً

شغل قوة الجاذبية (شغد)

إن قوة جذب الأرض على جسم كتلته (ك) هي (و) أو ق = ك × د ، ويطلق عليها اسم وزن الجسم كما مر معك سابقاً.

وأن هذه القوة يمكن اعتبارها قوة ثابتة قرب سطح الأرض. واتجاه هذه القوة عمودياً إلى أسفل. فعندما يسقط الجسم سيتطابق اتجاه قوة جذب الأرض عليه مع اتجاه الإزاحة التي يتحركها. وعلى هذا الأساس يكون الشغل الذي تنجزه قوة جذب الأرض كمية موجبة.

∴ شغد = – ق × – ف = + ق. ف جول

∵ ق = ك × د ∴ شغد = + ك دف جول

لأن القوة إلى أسفل إشارتها سالبة والإزاحة إلى أسفل سالبة (– × – = +).

وإذا رُفع الجسم رأسياً إلى أعلى ضد قوة جذب الأرض تكون القوة معاكسة للإزاحة وعليه يكون شغل قوة جذب الأرض سالباً.

∴ شغد = – ق . ف جول = – ك دف جول

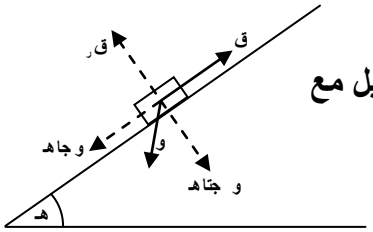
مثال: أحسب مقدار الشغل اللازم بذله لرفع جسم كتلته (٥) كجم إلى ارتفاع (٢) متر، علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية (د) = ٩.٨ م/ث٢

الحل: شغد = ؟؟ ، ك = ٥ كجم ، ف = ٢م ، د = ٩.٨ م/ث٢

شغد = – ك د ف جول = ٥ × ٩.٨ × ٢ = ٩٨ جولاً

❖ **الإشارة السالبة تعني أنه يلزم بذل شغل مقداره (٩٨) جولاً ضد شغل قوة جذب الأرض حتى يتم رفع الجسم إلى أعلى.**

الشغل المبذول لتحريك جسم على سطح مستوى مائل:



١)الحركة على مستوى مائل أملس:

لحساب الشغل اللازم بذله لتحريك جسم إلى أعلى سطح أملس طوله (ل) يميل مع الأفق بزاوية (هـ) بسرعة منتظمة يجب أن:

١– نحلل وزن الجسم (و) إلى مركبتين هما:

أ– مركبة موازية للسطح مقدارها = و جاهـ = ك د جاهـ نيوتن.

وهي التي تعمل على انزلاق الجسم إلى أسفل السطح المائل.

ب– مركبة عمودية على السطح مقدارها = و جتاهـ = ك د جتاهـ نيوتن،

التي تتزن مع قوة رد فعل السطح على الجسم (قر) وهما قوتان متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه فتكون محصلتهما صفراً.

ملحوظات:

١– مركبة الوزن العمودية على السطح تجذب الجسم إلى الداخل وتمنع انزلاقه أي تعمل على إبقاء الجسم على السطح.

٢– نحسب الشغل المبذول لسحب الجسم إلى أعلى بسرعة منتظمة ضد مركبة الوزن الموازية للسطح بالعلاقة:

$$\text{شغد} = \boxed{\text{و جاهـ} \times \text{ل}} \text{ جول}$$

حيث (ل) طول السطح المائل ، ∴ و = ك د

∴ شغ = ك د ل جاهـ جول

٣– العجلة التي ينزلق بها الجسم إلى أسفل:

جـ = و جاهـ / ك = ك د جاهـ / ك = د جاهـ م/ث^{٢}

مثـال: جسم كتلتـه (١٠٠) كجم موضوع على سطح أملس طولـه (١٥) متر يميل مع الأفقي بزاوية (٣٠^{o}). أحسب كلاً مما يأتي:

أ– القوة التي تعمل على إبقاء الجسم على السطح والناشئة من وزنه.

ب– قوة رد فعل السطح على الجسم.

جـ– القوة التي تعمل على إنزال الجسم إلى أسفل.

د–العجلة التي ينزلق بها الجسم لأسفل.

هـ– القوة التي يجب استعمالها كي يبقى الجسم على السطح المائل .

ز– الشغل اللازم بذله لسحب الجسم إلى أعلى السطح بسرعة منتظمة (أعتبر د=١٠ م/ث^{٢}).

و– القوة اللازمة لسحب الجسم إلى أعلى بسرعة منتظمة.

الحل:

ك = ١٠٠كجم ، ل =١٥م ، هـ=٣٠ ، د= ١٠ م/ث^{٢}

أ)القوة التي تعمل على إبقاء الجسم على السطح والناشئة من وزنه.

ق = و جتاهـ = ك د جتاهـ = ١٠٠ × ١٠ × جتا٣٠ = ١٠٠٠ × $\frac{3}{2}$ = ٥٠٠ $\sqrt{3}$ نيوتن .

ب)قوة رد فعل السطح على الجسم

ق$_{ر}$ = و جاهـ = ك د جاهـ = ٥٠٠ $\sqrt{3}$ نيوتن

جـ)القوة التي تعمل على إنزال الجسم إلى أسفل السطح

ق = و جاهـ = ك د جاهـ = ١٠٠ × ١٠ × $\frac{1}{2}$ = ٥٠٠ نيوتن

د)العجلة التي ينزلق بها الجسم إلى أسفل

جـ = القوة التي تعمل على إنزال الجسم = ق/ك / كتلة الجسم = $\frac{500}{100}$ = ٥ م/ث^{٢}

هـ)القوة التي يجب استعمالها كي يبقى الجسم على السطح المائل. هذه القوة يجب أن تساوي في المقدار وتضاد في الاتجاه، القوة التي تعمل على إنزال الجسم

∴ ق = و جاهـ = ك د جاهـ = ٥٠٠ نيوتن

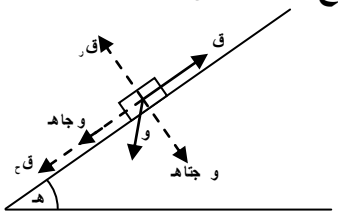
و)القوة اللازمة لسحب الجسم إلى أعلى بسرعة منتظمة.

أيضاً هذه القوة تساوي في المقدار وتضاد في الاتجاه، القوة التي تعمل على إنزال الجسم. ∴ ق = و جاهـ = ك د جاهـ = ٥٠٠ نيوتن

ز)الشغل اللازم بذله لسحب الجسم إلى أعلى بسرعة منتظمة.
شـغ = القوة اللازمة لسحب الجسم بسرعة منتظمة × الإزاحة (طول السطح المائل)
∴ شـغ = و جاهـ × ل = ك د ل جاهـ = ١٠٠ × ١٠ × ١٥ × $\frac{1}{2}$ = ٧٥٠٠ جول

٢)الحركة على مستوى مائل خشـن:

١– في هذه الحالة نحلل وزن الجسم (و) إلى مركبتين متعامدتين كما سبق:
أ– مركبة موازية للسطح = و جاهـ = ك د جاهـ
ب– مركبة عمودية على السطح = و جتاهـ = ك د جتاهـ
٢– عند تحريك الجسم إلى أعلى السطح الخشن تتولد قوة احتكاك موازية للسطح المائل (و) إلى الأسفل معاكسة لحركة الجسم.
٣– عندما ينزلق الجسم إلى أسفل تتولد قوة احتكاك موازية للسطح وإلى أعلى في اتجاه معاكس لحركة الجسم
٤– القوة اللازمة لسحب الجسم إلى أعلى بسرعة منتظمة
ق = و جاهـ + قح = ك د جاهـ + مح × قر = (ك د جاهـ + مح × ك د جتاهـ) نيوتن
٥– لحساب الشغل اللازم بذله لسحب الجسم إلى أعلى بسرعة منتظمة نستخدم العلاقة:
شـغ = القوة اللازمة لسحب الجسم إلى أعلى بسرعة منتظمة × طول السطح المائل
= (وجاهـ + قح) × ل = (ك د جاهـ + مح × قر) × ل جول
∴ شـغ = (ك د جاهـ + مح × ك د جتاهـ) + ل جول حيث (ل) طول السطح المائل.



٦– القوة التي تعمل على إنزال الجسم إلى أسفل السطح الخشن
ق = و جاهـ – قح = ك د جاهـ – مح × قر

= ك د جاهـ – مح × ك د جتاهـ نيوتن
٧– العجلة التي ينزلق بها الجسم إلى أسفل السطح الخشن

$$\text{جـ} = \frac{\text{القوة التي تعمل على إنزال الجسم}}{\text{كتلة الجسم}} = \frac{\text{و جاهـ} - \text{ق}_{\text{ح}}}{\text{ك}}$$

$$= \frac{\text{ك د جاهـ} - \text{م}_{\text{ح}} \times \text{ك د جتاهـ}}{\text{ك}} = \text{د(جاهـ} - \text{م}_{\text{ح}} \text{ جتاهـ) م/ث}^{٢}$$

٨- القوة التي يجب استعمالها كي يبقى الجسم على السطح

ق = و جاهـ + ق$_{ح}$ = و جاهـ + م$_{ح}$ و جتاهـ = (ك د جاهـ + م$_{ح}$ × ك د جتاهـ)

= ك د (جاهـ – م$_{ح}$ جتاهـ) نيوتن

مثال: وُضع جسم يزن (٥٠) نيوتن على سطح خشن طوله (٥) أمتار يميل مع الأفق بزاوية (٣٠°)، فإذا كان معامل الاحتكاك بين الجسم والسطح = $\frac{1}{3\sqrt{2}}$

فاحسب كلاً من:

أ- القوة التي تعمل على إنزال الجسم نحو الأسفل.

ب- العجلة التي ينزلق بها الجسم إلى أسفل.

جـ- القوة التي تعمل على إبقاء الجسم على السطح والناشئة من وزنه.

د- القوة التي يجب استعمالها كي يبقى الجسم على السطح.

هـ- القوة اللازمة لسحب الجسم نحو الأعلى بسرعة منتظمة.

و- قوة رد فعل السطح على الجسم.

ز- الشغل اللازم بذله لسحب الجسم نحو الأعلى بسرعة منتظمة.

ح- معامل الاحتكاك إذا كان الجسم ينزلق بسرعة منتظمة (د = ١٠م/ث^{٢})

الحل:

و = ٥٠ نيوتن ، ل = ٥ متر ، هـ = ٣٠ ، م$_{ح}$ = $\frac{1}{3\sqrt{2}}$ ، د= ١٠م/ث^{٢}

أ)حساب القوة التي تعمل على إنزال الجسم نحو الأسفل:

ق= و جاهـ – ق$_{ح}$ = و جاهـ – م$_{ح}$ × ق$_{ر}$=وجاهـ – م$_{ح}$× وجتاهـ نيوتن

= ٥٠ × $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3\sqrt{2}}$ × ٥٠ × $\frac{1}{3\sqrt{2}}$ = ٢٥ – ١٢.٥ = ١٢.٥ نيوتن

ب)حساب العجلة التي ينزلق بها الجسم نحو الأسفل:

$$\text{جـ} = \frac{\text{القوة التي تعمل على إنزال الجسم نحو الأسفل}}{\text{كتلة الجسم}}$$

$= \frac{\text{و جاهـ} - \text{م}_{\text{ح}} \times \text{و جتاهـ}}{\text{ك}} = \text{د (جاهـ - م}_{\text{ح}} \times \text{جتاهـ)} = ١٠ \times (\frac{1}{2} - \frac{1}{3\ 2} \times \frac{3}{2})$

$= ١٠ \times (\frac{1}{4} - \frac{1}{2}) = ١٠ \times \frac{1}{4} = ٢.٥$ م/ث^{٢}

جـ)حساب القوة التي تعمل على إبقاء الجسم على السطح الناشئة من وزنه

ق = و جتاهـ = $\frac{3}{2} \times ٥٠ = ٢٥\ \ ٣$ نيوتن

د)القوة التي يجب استعمالها كي يبقى الجسم على السطح

ق = و جاهـ + م$_{\text{ح}}$ × ق$_{\text{ر}}$ = و جاهـ + م$_{\text{ح}}$ × و جتاهـ

= $٥٠ \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3\ 2} \times ٥٠ \times \frac{3}{2} = ٣٧.٥$ نيوتن

هـ)حساب القوة اللازمة لسحب الجسم نحو الأعلى بسرعة منتظمة

ق = و جاهـ + ق$_{\text{ح}}$ = و جاهـ + م$_{\text{ح}}$ × ق$_{\text{ر}}$ = و جاهـ + م$_{\text{ح}}$ × و جتاهـ

= ٣٧.٥ نيوتن

و)حساب قوة رد الفعل ق = و جتاهـ = $\frac{3}{2} \times ٥٠ = ٢٥\ \ ٣$ نيوتن

ز)حساب الشغل اللازم بذله لسحب الجسم نحو الأعلى بسرعة منتظمة

الشغل = القوة اللازمة لسحب الجسم نحو الأعلى بسرعة منتظمة × طول السطح المائل

∴ شغ = ق$_{\text{مساحبة}}$ × ل = $٣٧.٥ \times ٥ = ١٨٧.٥$ جولاً

ح)<u>حساب معامل الاحتكاك إذا كان الجسم</u> ينزلق نحو الأسفل بسرعة منتظمة

إذا كان الجسم ينزلق نحو الأسفل بسرعة منتظمة

فإن محصلة القوى المؤثرة عليه يجب أن تساوي صفراً، وعليه يكون

ق$_{\text{ح}}$ = و جاهـ ∴ م$_{\text{ح}}$ × ق$_{\text{ر}}$ = و جاهـ

∴ م$_{\text{ح}}$ × و جتاهـ = و جاهـ

∴ م$_{\text{ح}}$ = $\frac{\text{و جاهـ}}{\text{و جتاهـ}}$ = ظاهـ = ظا٣٠ = $\frac{1}{3}$

ملحوظة: إذا ترك الجسم على السطح المائل فهل ينزلق أم لا؟

لمعرفة ذلك يجب أن نعلم أنه إذا كان الجسم على وشك الانزلاق فإن قوة الاحتكاك تكون نحو الأعلى معاكسة لحركة الجسم، أي معاكسة لمركبة الوزن الموازية للسطح. وفي هذه الحالة نحسب:

ق$_{\text{ح}}$ = م$_{\text{ح}}$ × ق$_{\text{ر}}$ = م$_{\text{ح}}$ × و جتاهـ = م$_{\text{ح}}$ × ك د جتاهـ ،

ونحسب و جاهـ = ك د جاهـ نيوتن

فإذا كان: أ– و جاهـ > قح فإن الجسم ينزلق نحو الأسفل.

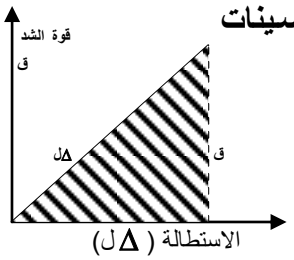
ب– و جاهـ < قح فإن الجسم لا ينزلق بل يبقى على السطح.

جـ– و جاهـ = قح فإن الجسم لا ينزلق ويبقى على السطح أيضاً.

شغل قوة المرونة (شـغ)

لقد علمت من دراستك لقانون هوك أن قوة الشدة على الزنبرك (ق) تساوي ق = هـ × Δل نيوتن حيث (هـ) ثابت النابض أو ثابت هوك، (Δل) الاستطالة الحادثة في الزنبرك.

حساب شغل قوة المرونة (شـغ):



برسم علاقة بيانية بين قوة الشد على محور الصادات والاستطالة على محور السينات نحصل على علاقة خطية كما بالشكل:

أ-لحساب ثابت النابض (هـ):

هـ = ميل الخط المستقيم = $\frac{\text{ق}}{\Delta\text{ل}}$ نيوتن/م

ب-لحساب شغل قوة المرونة:

شغل قوة المرونة (شـغ) = مساحة الشكل المظلل المحصورة بين الخط البياني ومحور السينات.

∴ شـغ = مساحة المثلث

= $\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع = $\frac{1}{2}$ Δل × ق ، ∵ ق = هـ × Δل نيوتن

∴ شغ = $\frac{1}{2}$ هـ × Δل^{2} جول

مثال: أحسب شغل قوة مرونة نابض حلزوني أثرت عليه قوة فاستطال بمقدار (٠.٢٥) مم، إذا كان ثابت هذا النابض = ١٠٠٠ نيوتن/م

الحل:

شغ = $\frac{1}{2}$هـ × Δل^{2} = $\frac{1}{2}$ × ١٠٠٠ × (٠.٢٥ × ١٠$^{-٣}$)^{2} = ٣.١٢٥ × ١٠$^{-٥}$ جولاً

القـدرة(قد)

هي معدل بذل الشغل بالنسبة للزمن. أو هي سرعة إنجاز الشغل.
أو هي مقدار الشغل المبذول في وحدة الزمن.

∴القدرة = الشغل المبذول / زمن بذل هذا الشغل ∴ قـد = $\frac{شغ}{ز}$ جول/ثانية

- **وحدة قياس القدرة هي جول/ثانية وتسمى وات، ومنها وات ثانية = جـول.**
- **هناك وحدات أكبر من الوات وهي: ١– الكيلو وات = ١٠٠٠ وات**
  ٢– الميجاوات= $١٠^{٦}$ وات
- **توجد وحدة أخرى لقياس القدرة في النظام الإنجليزي تسمى قدرة الحصان وتساوي ٧٤٦ وات.**

تعريف الـوات: هو قدرة آلة تبذل شـغلاً مقداره جـول واحد في الثانية.

العلاقة بين القـدرة والسرعة:

- **عندما تنجز ماكينة شـغلاً، فمن المهم أن نعرف سرعة إنجاز هذا الشغل.**
- **عندما ترفع إحدى الرافعات ثقلاً إلى ارتفاع (١٠) متر خلال دقيقة واحدة.**

وترفع رافعة أخرى نفس الثقل إلى نفس الارتفاع خلال ($\frac{1}{2}$) دقيقة فإن سرعة الرافعة الثانية في إنجاز هذا الشغل هي ضعف سرعة إنجاز الرافعة الأولى.
أي أن الرافعة الثانية أكبر سرعة في إنجاز الشغل من الرافعة الأولى.
فنقـول أن الرافعة الثانية أكبر قدرة من الرافعة الأولى.

∴ القدرة : هي سرعة إنجاز الشغل .

∵ القـدرة (قد) = $\frac{شغ}{ز}$ = $\frac{ق \times ف}{ز}$ لكن $\frac{ف}{ز}$ = ع

∴ قـد = ق × ع وات = نيوتن × $\frac{م}{ث}$ = كجم × $م^{٢}/ث^{٣}$

أي أنـه عند ثبوت القوة فإن السرعة تزداد بازدياد القـدرة.

معادلة أبعاد القـدرة هي **[ك $ل^{٢}$ $ز^{-٣}$]**

مثـال١: شخص كتلته (٦٠) كجم يستخدم حبلاً طوله (٢٠) متر لتسلق جبل فإذا استغرق الشخص زمنـاً مقداره (٤) دقائق في تسلق الحبل بسرعة ثابتة. أحسب قدرة هذا الشخص. علماً بأن د = ١٠ $م/ث^{٢}$

الحـل: ك = ٦٠ كجم ، ف = ٢٠ م
، ز = ٤ دقائق = ٤ × ٦٠ = ٢٤٠ثانية ، قد=؟؟ ، د = ١٠ $م/ ث^{٢}$

∵ قـد = $\frac{شغ}{ز}$ وات = $\frac{ق.ف}{ز}$ = $\frac{20 \times 10 \times 60}{240}$ = ٥٠ وات

مثـال٢: شخص يزن (١٠٠٠) نيوتن يصعد سلماً يتكون من (٣٠) درجـة في نصف دقيقـة فإذا كـان ارتفاع كل درجة = ١٨.٦٥ سـم، أحسـب قدرة هذا الطالب بوحدة الحصان.

الحـل: ق = ١٠٠٠ نيوتن ، ف = ٣٠ × ١٨.٦٥ = ٥٥٩.٥ سم = ٥.٥٩٥متر ،

ز = $\frac{1}{2}$ دقيقة = ٣٠ دقيقة

قد = ؟؟ ، قد = $\frac{\text{شغ}}{\text{ز}}$ وات = $\frac{\text{ق.ف}}{\text{ز}}$ = $\frac{5.595\times1000}{30}$ = ١٨٦.٥ وات

∴ قد = $\frac{186.5}{746}$ = ٠.٢٥ حصان

أي أن قدرة الرجل = $\frac{1}{4}$ حصان بإهمال مقاومة الهواء .

مثال٣: سيارة تتحرك على طريق أفقي بسرعة ثابته (٢٠٠) م/ث فإذا كانت مقاومة الاحتكاك تعادل (٢٥٠٠) نيوتن فما قدرة محرك هذه السيارة بإهمال مقاومة الهواء ؟

الحل: ع = ٢٠٠ م/ث ، ق = ٢٥٠٠ نيوتن قد= ؟؟

قد = ق × ع وات قد = ٢٥٠٠ × ٢٠٠ = ٥ × ١٠ ^{٥} وات = ٥٠٠ كيلو وات

مثال٤: مضخة كهربائية لرفع المياه ترفع (١.٥) م^{٣} من الماء كل خمس دقائق إلى داخل خزان فوق أحد البيوت المكون من (٥) طوابق وارتفاع الطابق فيه (٣)متر. أحسب قدرة المضخة إذا علمت أن كثافة الماء = ١٠٠٠كجم/م^{٣} (أعتبر د = ١٠ م/ث^{٢})

الحل : حجم الماء = ١.٥م^{٣} ، ث = ١٠٠٠ كجم/ م^{٣} ، كتلة الماء = الحجم × الكثافة

∴ ك = ١.٥ × ١٠٠٠ = ١٥٠٠كجم ، ز = ٥ دقائق = ٥ × ٦٠ = ٣٠٠ث

ارتفاع البيت = ٥ × ٣ = ١٥ متراً ، قد = ؟؟ ، د = ١٠ م/ث^{٢}

∴ قد = $\frac{\text{شغ}}{\text{ز}}$ وات = $\frac{\text{ق.ف}}{\text{ز}}$ وات = $\frac{\text{ك د ف}}{\text{ز}}$ = $\frac{15\times10\times1500}{300}$ = ٧٥٠ وات

أي أن قدرة المضخة = واحد حصان تقريباً.

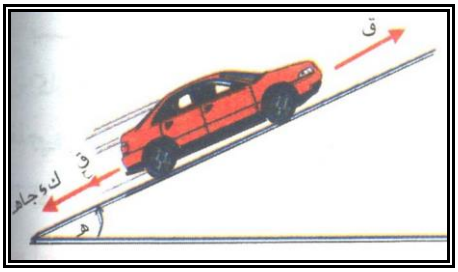
مثال٥: سيارة كتلتها (٥٠٠٠) كجم تصعد طريق منحدر يميل مع الأفقي بزاوية جيبها = ١/١٠٠ بسرعة منتظمة مقدارها (٩٠) كم/س ضد مقاومة احتكاك تعادل (٣٠٠) نيوتن. أحسب قدرة محرك السيارة.

الحل: ك = ٥٠٠٠كجم ، جاهـ = $\frac{1}{100}$ ، ع = $\frac{1000\times90}{3600}$ = ٢٥م/ث

قـ$_{ح}$ = ٣٠٠ نيوتن ، قـد = ؟؟

∴ السيارة تتحرك إلى أعلى بسرعة منتظمة.

∴ محصلة القوى المؤثرة عليها = صفر ، وعليه فإن:



قوة دفع محرك السيارة = و جاهـ + قـ$_{ح}$ = ك د جاهـ + قـ$_{ح}$

= ٥٠٠٠ × ١٠ × $\frac{1}{100}$ + ٣٠٠ = ٨٠٠ نيوتن

ثانياً: حساب قدرة محرك السيارة:

∵ **قد = ق × ع وات**

∴ **قد = ٨٠٠ × ٢٥ = ٢ × ١٠ ٤ وات = ٢٠ كيلو وات**

العلاقة بين الشغل والطاقة

❖ **الشغل لا يمكن أن ينجز إلا بوجود طاقة.**

- **الطاقة هي إمكانية إنجاز شغل.**
- **الطاقة هي مقدار الشغل الذي تنجزه آلة.**
- **إذا أنجز جسم شغلاً فيقال أنه يمتلك طاقة.**
- **الطاقة كمية قياسية ووحدات قياسها هي نفس وحدات قياس الشغل وهي: الجول، الإرج ، نيوتن متر، كجم × م^{٢}/ ث^{٢} ، داين سم... إلخ.**

أشكال الطاقة: **هنـاك صور وأشكال عددية للطاقة مثـل:**

الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) – طاقة الحركة – الطاقة الميكانيكية – الطاقة الكيميائية – الطاقة الكهربية – الطاقة النووية – الطاقة الضوئية – الطاقة الشمسية...إلخ.

كيف تتحول الطاقة إلى شغل؟

١- عند بذل شغل على جسم فإنه يكتسب طاقة تمكّنه من إنجاز شغل وتزداد الطاقة بزيادة الشغل.

٢- إذا بذل جسم شغلاً على جسم فإن طاقته تقل وتتحول إلى شغل يكتسبه الجسم الآخر.

٣- مقدار الطاقة المنتقلة إلى الجسم تساوي مقدار الشغل المبذول إلا لم يحدث فقد الطاقة.

٤- إذا تحرك جسم على سطح خشن تتولد قوة احتكاك تعمل على إعاقة حركة الجسم وكي يتحرك الجسم بسرعة منتظمة يجب أن يبذل عليه شغل يعادل الفقد في طاقة حركته بسبب الاحتكاك.

٥- الشغـل الـلازم بذلـه لتحريك أي جسم أو إدارة أي آلـة لابد وأن يكون مصدره طاقة بـأي صورة من صورها المختلفة (كهربية – حرارية – كيميائية...).

ملحوظة : في حالة مضخة رفع المياه التي تعمل بالكهرباء يستخدم محرك المضخة الطاقة الكهربية في بذل الشغل الكافي لرفع المياه.

وإذا كانت المضخة تعمل بالسولار فإن محركها يستخدم الطاقة الحرارية التي تنشأ عن احتراق السولار في بذل هذا الشغل وهكذا.

الشغل وطاقة الحركة (طح)

- **عرفت أن الطاقة هي المقدرة على إنجاز شغل وأن أي جسم ينجز شغلاً يمتلك طاقة.**
- **عندما ينجز الجسم شغلاً فإن طاقته تقل بينما تزداد طاقة حركة الجسم الذي يقع عليه الشغل.**
  ∴ هناك تحول للطاقة من شكل إلى آخر.
- **الأجسام الساكن لا تنجز شغلاً.**

الجسم المتحرك يمتلك طاقة حركية والحركة قد تكون:

١ــ انتقالية مثل حركة السيارة.

٢ــ أو دائرية مثل حركة الأقمار الصناعية والمراوح والتُربينات.

طاقة الحركة: هي الطاقة الناشئة من حركة الجسم.

إيجاد العلاقة بين طاقة الحركة والشغل (حساب طاقة الحركة):

∴ الشغل = $\vec{ق}.\vec{ف}$ جول ، ق = ك × جـ نيوتن

، ∵ $ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢جـ ف$ ∴ ف = $\frac{ع^{٢}-ع_{.}^{٢}}{٢جـ}$ متر

∴ الشغل = ك × جـ × $\frac{ع^{٢}-ع_{.}^{٢}}{٢جـ} = \frac{1}{2}$ ك($ع^{٢}$-$ع_{.}^{٢}$)

= $\frac{1}{2}$ك $ع^{٢}$ - $\frac{1}{2}$ك $ع_{.}^{٢}$ ، ∵ $\frac{1}{2}$ك $ع^{٢}$ يعرف بطاقة الحركة

∴ الشغل = طاقة الحركة النهائية ــ طاقة الحركة الابتدائية

∴ شغ = $طح_{٢}$ ــ $طح_{١}$ جول ∴ شغ = Δطح

أي أن الشغل = التغير في الطاقة الحركية

وإذا بدأ الجسم حركته من السكون فإن سرعته الابتدائية $ع_{.}$ = صفر

∴ الشغل = $\frac{1}{2}$ك $ع^{٢}$ جول ∴ طح = $\frac{1}{2}$ ك $ع^{٢}$ جول

وهذا يعني أن الطاقة الحركية تساوي الشغل الذي أنجزها أو الشغل الذي يمكن أن تنجزه.

ملحوظات:

١ــ الدليل على اكتساب الجسم المتحرك للطاقة الحركية أنه يمكنه بواسطتها من تحريك جسم آخر عند تصادمه معه.

٢ــ تقدر طاقة الحركة التي يكتسبها جسم بمقدار الشغل الذي يبذل لتحريكه مبتدءاً من حالة السكون.

مثال: أحسب طاقة حركة جسم كتلته (٥) كجم وسرعته النهائية (١٠) م/ث مبتدءاً حركته من السكون.

الحل: طح= ؟؟ ، ك = ٥كجم ، ع = ١٠ م/ث

طح = ٥.٠ ك $ع^{٢}$ = ٥.٠ × ٥ × ١٠٠ = ٢٥٠ جولاً

الشغل وطاقة الوضع (الطاقة الكامنة طـ)

عند رفع جسم إلى أعلى ووضعه عند نقطة فوق سطح الأرض يبذل في رفعه شغل، هذا الشغل يختزن في الجسم على شكل طاقة تسمى طاقة الوضع أو الطاقة الكامنة.

طاقة الوضع (الطاقة الكامنة): هي طاقة الجسم الناشئة عن تغير موضعه بالقرب من سطح الأرض.

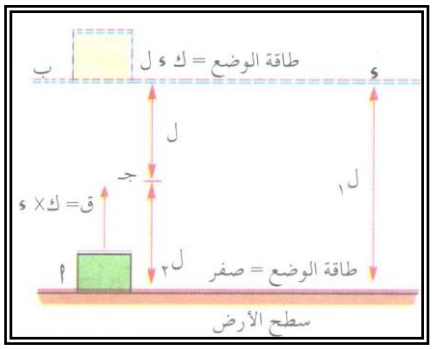
- **الجسم الذي يكون على ارتفاع معين من سطح الأرض يمتلك طاقة كامنة (طاقة وضع) ويستطيع أن ينجز شغلاً في حالة سقوطه.**
- **إن هذه الطاقة ناشئة في الأصل من تأثير قوة جذب الأرض على الجسم.**
- **الجسم المرفوع عالياً يكتسب طاقة كامنة بقدر الشغل الذي بذل عليه لرفعه إلى أعلى ضد قوة جذب الأرض.**

حساب طاقة الوضع "الكامنة":

إذا كانت كتلة الجسم (ك) وارتفاعه عن سطح الأرض يساوي (ل) فإن الجسم يمتلك طاقة كامنة تساوي الشغل الذي أنجز على هذا الجسم بتأثير قوة جذب الأرض.

∴ شغ = ك د ل جول

وإذا رفع الجسم من (ل١) إلى (ل٢) كما بالشكل فإن طاقة وضعه تزداد بمقدار الشغل المبذول في رفع الجسم من (ل١) إلى (ل٢).



∴ الشغل = ك د (ل٢ – ل١) جول
= ك د ل٢ – ك د ل١ جول

∴ (ك د ل) تعرف بطاقة الوضع

∴ الشغل = طاقة الوضع النهائية – طاقة الوضع الابتدائية
شغ = طو٢ – طو١ = Δطو

وهذا يعني أن الشغل يساوي التغير في طاقة الوضع.

وإذا كان ل٢ – ل١ = ل فإن طاقة الوضع = ك د ل جول

ملحوظات :

١– إذا انتقل جسم من نقطة إلى أخرى بشكل أفقي وليس بشكل رأسي فإن طاقة وضعه لا تتغير. (علل) لأن طاقة الوضع تعتمد على الوزن والارتفاع العمودي للجسم.

٢– طاقة الوضع للجسم عند سطح الأرض تعتبر صفراً .

مثال : رفع تلميذ حقيبته من على سطح الأرض ووضعها على سطح منضدته التي ترتفع (٨٠) سم عن سطح الأرض، أحسب طاقة وضع الحقيبة وهي على سطح المنضدة إذا كانت كتلتها (٥) كجم، ثم أحسب الشغل الذي بذله التلميذ.

الحل: ك = ٨٠سم = $\frac{80}{100}$ = ٠.٨ متر ، طـ = ؟؟

، ك = ٥ كجم ، د = ١٠ م/ث^{٢}

طـ = ك د ل جول = ٥ × ١٠ × ٠.٨ = ٤٠ جول

الشغل الذي بذله التلميذ = طاقة الوضع ∴ شـغ = ٤٠ جولاً

مبـدأ بقـاء (حفظ) الطاقة: الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى.

- **إن طاقة الحركة تحدث عندما يبذل شغل على جسم فيؤدي إلى زيادة سرعته، ومن ثم طاقة حركته.**
- **وطاقة الوضع تحدث عندما يبذل شغل في تغيير موضع الجسم بالنسبة للأرض.**
- **ويمكن لطاقة الوضع أن تتحول إلى طاقة حركة والعكس صحيح.**

مثـال : عنـد رفع جسم من النقطة (أ) إلى النقطة (جـ) فإن الجسم يصبح لـه طاقـة وضـع بسـبب رفعه إلى أعلى وأن هذه الطاقة تساوي الشغل المبذول.

∴ شـغ = ك د ف جـول

وعندما يسقط الجسم سقوطاً حراً من النقطـة (جـ) إلـى النقطـة (أ) فـإن طاقـة وضـعه تتحـول إلـى طاقـة حركية.

إثبات أن الطاقة الميكانيكية لأي جسم تكون محفوظة (ثابتة):

عند نقطة (جـ) تكون طاقة الوضع = ك د ف جـول

، طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ ك ع^{٢} ، جول

عند نقطة (ب) تكون طاقة الوضع = ك د ف$_{١}$ جول،

، طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ ك ع$^{٢}_{١}$ جول

∴ التغير في طاقة الوضع بانتقال الجسم من (ب) إلى (جـ) = ك دف – ك د ف$_{١}$ جول .... (١)
أي أن الزيادة في طاقة الوضع بانتقال الجسم من (ب) إلى (جـ) = ك د ف – ك د ف$_{١}$ جول

، التغير في طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ ك ع$^{٢}_{٢}$ – $\frac{1}{2}$ ك ع$^{٢}_{١}$ جـول .....(٢)

وهذا يمثل النقص في طاقة الحركة للجسم لأن ع$_{٢}$ < ع$_{١}$

∵ (ع$_{١}$) هي السرعة الابتدائية ، (ع$_{٢}$) هي السرعة النهائية، (ف$_{٢}$) هي المسافة بين (ب جـ)

∴ ع$^{٢}_{١}$–ع$^{٢}_{٢}$ = -٢ د ف$_{٢}$ بضرب طرفي المعادلة × $\frac{1}{2}$ك

∴ $\frac{1}{2}$ ك ع$^{٢}_{٢}$ – $\frac{1}{2}$ ك ع$^{٢}_{١}$ = – ك د ف$_{٢}$ = – ك د (ف – ف$_{١}$) = – ك د ف + ك د ف$_{١}$ (٣)

ومنها نجد أن النقص في طاقة حركة الجسم يقابله زيادة في طاقة الوضع.

وبترتيب المعادلة (٣) نجد أن $\frac{1}{2}$ ك ع$^{٢}_{٢}$ + ك دف = = $\frac{1}{2}$ ك ع$^{٢}_{١}$ + ك د ف$_{١}$

الطرف الأيمن من هذه المعادلة يمثل مجموع طاقتي الحركة والوضع عند (جـ) بينما الطرف الأيسر من هذه المعادلة يمثل مجموع طاقتي الحركة والوضع عند (ب).
وهذا يعني أن الطاقة يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى بحيث يظل مجموعهما ثابتاً.
وهذا يقودنا إلى مبدأ بقاء الطاقة الذي ينص على أن:

" الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى **".**

ملحوظة: مجموع طاقتي الوضع والحركة يعرف بالطاقة الميكانيكية وهي ثابتة.

∴ الطاقة الميكانيكية لجسم = طاقة وضع الجسم + طاقة الحركة له .

الطاقة الميكانيكية : هي مجموع طاقتي الحركة والوضع لجسم وهي ثابتة .

مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية: ينص هذا القانون على ما يلي:

" يحتفظ الجسم المتحرك بطاقته الميكانيكية الكليلة ثابتة طالما كانت محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه خلاف وزنه صفراً **".**

- **أما إذا كانت هناك محصلة للقوى الخارجية المؤثرة على الجسم في اتجاه حركته، فإن الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم تزداد بمقدار الشغل الذي تبذله القوة المحصلة عليه.**
- **وإذا كانت محصلة القوى المؤثرة على الجسم في اتجاه مضاد لحركته فإن الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم تقل بمقدار الشغل الذي يبذله الجسم للتغلب على هذه القوة المضادة ويظهر هذا الشغل على شكل طاقة بإحدى صورها المختلفة.**

مثال : جسم كتلته (٥) كجم سقط سقوطاً حراً من ارتفاع (٢٠٠) متر من سطح الأرض، احسب:
أ– طاقة وضع الجسم قبل سقوطه من النقطة (أ).
ب– طاقة الجسم الميكانيكية عند نقطة (أ).
جـ– سرعة الجسم عند نقطة (ب).

د- طاقة حركة الجسم عند (ب).
هـ- طاقة وضع الجسم عند (ب).
و- طاقة الجسم الميكانيكية عند نقطة (ب) بعد أن سقط (٨٠) متراً .
ز- سرعة الجسم عند نقطة (جـ).
ح- طاقة حركة الجسم عند (جـ).
ط- طاقة الوضع عند (جـ).
ي- طاقة الجسم الميكانيكية عند نقطة (جـ) ماذا نستنتج ؟ [أعتبر د = ١٠م/ ث^{٢}]
الحل:
ك = ٥كجم ، ف = ٢٠٠م د = ١٠ م/ث^{٢}
أ- طاقة وضع الجسم عند (أ) = ك د ف جول = ٥ × ١٠ × ٢٠٠ = ١٠٠٠٠جول
ب- ∴ الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة ،
، والجسم بدأ يسقط من السكون ∴ ع. = صفر
وعليه تكون الطاقة الحركية للجسم عند (أ) = صفر.
∴ الطاقة الميكانيكية للجسم عند نقطة (أ) = ١٠٠٠٠ + صفر = ١٠٠٠٠جول
جـ- حساب سرعة الجسم عند (ب) :
ع^{٢} - ع$_{٠}^{٢}$ + ٢د ف ∴ ع^{٢} = صفر + ٢ × ١٠ × ٨٠ = ١٦٠٠
∴ ع = $\sqrt{١٦٠٠}$ = ٤٠م/ث .
د- طاقة حركة الجسم عند (ب) : طح = $\frac{1}{2}$ك ع^{٢} = $\frac{1}{2}$ × ٥ × ١٦٠٠ = ٤٠٠٠ جول
هـ- طاقة وضع الجسم عند (ب) : ط$_{و}$ = ك د ف = ٥ × ١٠ × ١٢٠ = ٦٠٠٠ جول
و- طاقة الجسم الميكانيكية عند (ب) = طاقة الحركة + طاقة الوضع
= ٤٠٠٠ + ٦٠٠٠ = ١٠٠٠٠ جول
ز- سرعة الجسم عند (جـ) : ع = ٢ د ف = ٢ × ١٠ × ٢٠٠ = ٤٠٠٠ = $\sqrt{٤٠٠٠}$ = ٢٠ م/ث
ح- طاقة حركة الجسم عند (جـ) = $\frac{1}{2}$ك ع^{٢} = $\frac{1}{2}$× ٥ × ٤٠٠٠ = ١٠٠٠٠ جول
ط- طاقة وضع الجسم عند (جـ) = صفر لأن ف = صفر
ي- الطاقة الميكانيكية للجسم عند (جـ) = طاقة الحركة + طاقة الوضع
= ١٠٠٠٠ + صفر = ١٠٠٠٠ جول

<u>الاستنتاج</u>: الطاقة الميكانيكية للجسم عند (أ) = الطاقة الميكانيكية عند (ب) = الطاقة الميكانيكية عند (جـ).
∴ الطاقة الميكانيكية للجسم = مقدار ثابت.

<u>تحولات الطاقة</u>: ينص مبدأ حفظ الطاقة على أن "الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى".
وهذا يعني أن مقدار الطاقة في الكون دائماً لا يتغير بل إنه ثابت حسب علم الإنسان.

✍أمثلة: على تحول الطاقة من صورة إلى أخرى:

١- في الدينامو يتم تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية .
٢- في الأعمدة الكهربية مثل العمود الجاف والمركم الرصاصي يتم تحويل الطاقة الكيميائية إلى كهربائية.
٣- في المفاعل النووي يتم تحويل الطاقة النووية إلى حرارية ثم إلى ميكانيكية ثم إلى كهربائية.
٤- في المصباح الكهربي يتم تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية.
٥- في الخلية الكهروضوئية يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.
٦- البطاريات الشمسية تقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية.
٧- السخان الكهربائي يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.
٨- المحرك الكهربائي يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

ملحوظة: عندما يتم تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى لا يحدث أي فقد للطاقة طبقاً لقانون ضغط الطاقة.

الدفــع

هو حاصل ضرب مقدار القوة المؤثرة على الجسم في زمن تأثير تلك القوة.

∴ الدفع = القوة × الزمن نيوتن . ثانية

$\overrightarrow{\text{الدفع}} = \overrightarrow{\text{ق}} \times \text{ز}$ نيوتن ثانية أو كجم × م/ث

❖ وحدة قياس الدفع في النظام الدولي (SI) هي نيوتن ثانية أو كجم × م/ث.
❖ وحدة قياس الدفع في نظام جاوس (سم. جم. ث) هي داين ثانية أو جم سم/ث.
❖ الدفع كمية متجهة. (علـل) لأنه حاصل ضرب القوة وهي كمية متجهة في الزمن وهو كمية قياسية
∴ متجهة × قياسية ← متجهة

✍مثال١: أثرت قوة مقدارها (١٠٠) نيوتن على جسم لمدة (٢٠) مللي ثانية. احسب دفع هذه القوة.

الحل: $\overrightarrow{\text{الدفع}} = \overrightarrow{\text{ق}} \times \text{ز}$ نيوتن ث = ١٠٠ × ٢٠ × ١٠$^{-٣}$ = ٢نيوتن ث

✍مثال٢: جسم ساكن كتلته (١٠) كجم أثرت عليه قوة مقدارها (٥٠) نيوتن لمدة ثانيتين. أحسب: أ- دفع هذه القوة ب- السرعة النهائية للجسم

الحل: ع$_{.}$ = صفر ، ك = ١٠كجم ، ق = ٥٠نيوتن
، ز = ٢ث ، الدفع = ؟؟ ، ع = ؟؟

أ- الدفع = ق × ز = ٥٠ × ٢ = ١٠٠ نيوتن ث.

ب- حساب السرعة النهائية (ع):

∵ ق = ك × جـ ∴ جـ = $\frac{\text{ق}}{\text{ك}} = \frac{50}{10}$ = ٥ م/ث^{٢} ، ∵ جـ = $\frac{\text{ع} - \text{ع}_{0}}{\text{ز}}$ م/ث^{٢}

∴ ٥ = $\frac{\text{ع} - \text{صفر}}{\text{ز}}$ ∴ ع = ٥ × ٢ = ١٠ م/ث^{٢}

كمية التحرك (الزخم) (كـت):

إن أي جسم متحرك يكون له كمية تحرك تؤثر على أي جسم آخر يحاول إيقافه.

كمية التحرك: هي حاصل ضرب كتلة الجسم المتحرك في سرعته.

∴ كمية التحرك = الكتلة × السرعة

∴ $\overrightarrow{\text{كـت}} = \text{ك} \times \overrightarrow{\text{ع}}$ كجم × م/ث أو نيوتن ثانية

❖ وحدة قياس كمية التحرك هي كجم × م/ث وهذه الوحدة تساوي نيوتن ثانية في نظام (SI)، ووحدة قياسها في نظام جاوس أو نظام (سم. جم. ث) هي جم سم/ث أو داين ثانية.

❖ كمية التحرك كمية متجهة واتجاهها هو نفس اتجاه سرعة الجسم. (علل)

لأنها ناتجة من حاصل ضرب كمية قياسية وهي الكتلة في كمية متجهة وهي السرعة ولأن كمية قياسية × كمية متجهة ← كمية متجهة

❖ كمية التحرك تتناسب طردياً مع كل من كتلة الجسم وسرعته (أي أنها تزداد بزيادة الكتلة والسرعة والعكس).

❖ كمية التحرك تبقى ثابتة طالما ظلت الكتلة والسرعة ثابتتين .

❖ يمكن لكمية التحرك أن تنتقل من جسم لآخر.

✍مثال: أحسب كمية التحرك لسيارة نقل كتلتها مع حمولتها (١٠) طن وسرعتها (٧٢) كم/س.

الحل: ك = ١٠طن = ١٠ × ١٠٠٠ = $١٠^{٤}$كجم

ع = ٧٢ كم/ س = $\frac{1000\times72}{3600}$ = ٢٠ م/ث أو ٧٢ × $\frac{5}{18}$ = ٢٠ م/ث

$\overrightarrow{\text{كـت}} = \text{ك} \times \overrightarrow{\text{ع}} = ١٠^{٤} \times ٢٠ = ٢ \times ١٠^{٥}$ كجم × م/ث أو نيوتن ثانية.

العلاقة بين الدفع وكمية التحرك:

إذا أثرت قوة (ق) على جسم كتلته (ك) لفترة زمنية (ز) فغيرت سرعته من ($ع_١$) إلى ($ع_٢$) فاكتسب عجلة قدرها (جـ) فإن:

$\overrightarrow{\text{الدفع}} = \overrightarrow{\text{ق}} \times$ ز نيوتن ثانية ، ق = ك × جـ

الدفع = ك × جـ × ز : جـ = $\frac{ع_٢ - ع_١}{ز}$ م/ث

∴ الدفع = ك ($\frac{ع_٢ - ع_١}{ز}$) × ز = ك ($ع_٢ - ع_١$) = ك $ع_٢$ – ك $ع_١$

∴ الدفع = كمية التحرك النهائية – كمية التحرك الابتدائية

أي أن الدفع = التغير في كمية التحرك

الخلاصة: الدفع = Δكت = $كت_٢ - كت_١$

ق × ز = ك $ع_٢$ – ك $ع_١$ = ك($ع_٢ - ع_١$) = ك × Δ ع

✍مثال: سيارة متحركة كتلتها (١٥٠٠) كجم أنقصت سرعتها من (٢٠) م/ث إلى (١٠) م/ث خلال زمن قدره (٥) ثوان، أحسب كلاً من:

١– متوسط القوة المؤثرة ٢– الدفع

الحل: ك = ١٥٠٠كجم ، $ع_١$ = ٢٠م/ث ، $ع_٢$ = ١٠م/ث

ز = ٥ث ، ق = ؟؟ ، الدفع = ؟؟

١– ق = ك × جـ = ك × $\frac{ع_٢ - ع_١}{ز}$ = ١٥٠٠ × $\frac{10-20}{5}$ = ١٥٠٠ × (–٢) = – ٣٠٠٠ نيوتن

الإشـارة السالبة تعني أن القوة مضادة لحركة السيارة.

٢ــ الدفـع = ق × ز = ــ ٣٠٠٠ × ٥ = ــ ١٥٠٠٠ نيوتن ث = ــ ١٥ × ١٠^٣ نيوتن ث

حل آخـر: الدفع = ك (ع٢ ــع١) = ١٥٠٠ (١٠ ــ ٢٠)

= ١٥٠٠ × (ــ١٠) = ــ ١٥٠٠٠كجم م/ث = ــ ١٥ × ١٠^٣ كجم × م/ث

التصادمـات

❖ **من مشاهداتنا اليومية نجد أن بعض الأجسام المتحركة تتصادم مع بعضها البعض.**

نوعـا التصادم: **١ــ تصادم مرن ٢ــ تصادم غير مرن**

خصائص التصادم المرن: **يمتاز التصادم المرن بالآتي:**

١- تكون كمية التحرك فيه محفوظة، أي أن

كمية التحرك قبل التصادم مباشرة = كمية التحرك بعد التصادم مباشرة.

∴ ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = ك١ ع$\overset{\frown}{}$١ + ك٢ ع$\overset{\frown}{}$٢ ويسمى هذا القانون بقانون حفظ كمية التحرك.

التغير في كمية التحرك = Δ كت = كت٢ ــ كت١

= ك١ع$\overset{\frown}{}$١ + ك٢ع$\overset{\frown}{}$٢ ــ [ك١ع١ + ك٢ع٢] = صفر دائماً

❖ **التغير في كمية التحرك نتيجة التصادم = صفر دائماً (علــل).**

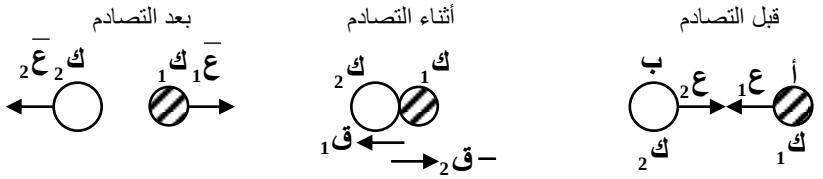
لأن كمية التحرك قبل التصادم = كمية التحرك بعد التصادم

قانون بقاء (حفظ) كمية التحرك: **ينـص على أن**

كميـة التحـرك الكليـة للأجسـام المتصـادمة قبـل التصـادم مباشـرة = كميـة التحـرك الكليـة لهـا بعد التصـادم مباشرة.

∴ ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = ك١ ع$\overset{\frown}{}$١ + ك٢ ع$\overset{\frown}{}$٢

استنتاج قانون حفظ كمية التحرك:



نفرض جسمين معزولين عن جميع الأجسام الأخرى يتحركان على خط مستقيم واحد كتلتاهما (ك١ ، ك٢) يتحركان في اتجاهين متضادين وسرعتاهما (ع١، ع٢).

ونفرض حدوث تصادم للجسمين خلال فترة زمنية قدرها (ز) فأثر الأول على الثاني بقوة (ق١) وأثر الثاني على الأول بقوة (ق٢) ونتيجة لذلك ارتد الأول بسرعة (ع$\overset{\frown}{}$١) وارتد الثاني بسرعة (ع$\overset{\frown}{}$٢).

∵ لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه

∴ ق١ = ــ ق٢ وإذاً كان زمن التصادم (ز) فإن ق١ × ز = ــ ق٢ × ز

∴ دفع الكرة (أ) = ــ دفع الكرة (ب)

∵ الدفـع = التغير في كمية التحرك

∴ التغير في كمية تحرك الكرة (أ) = ــ التغير في كمية تحرك الكرة (ب)

(كت٢ ــ كت١) للكرة (أ) = ــ (كت٢ ــ كت١) للكرة (ب)

∴ $ك_1 ع_{1}' - ك_1 ع_1 = -(ك_2 ع_{2}' - ك_2 ع_2)$

∴ $ك_1 ع_{1}' - ك_1 ع_1 = -ك ع_{2}' + ك_2 ع_2$ ومنها

$$ك_1 ع_{1}' + ك_2 ع_{2}' = ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2$$

∴ كمية التحرك بعد التصادم = كمية التحرك قبل التصادم. وهذا هو قانون حفظ كمية التحرك.

٢– طاقة الحركة في التصادم المرن تكون محفوظة.

قانون حفظ الطاقة: طاقة الحركة قبل التصادم = طاقة الحركة بعد التصادم

∴ $\frac{1}{2} ك_1 ع_1^2 + \frac{1}{2} ك_2 ع_2^2 = \frac{1}{2} ك_1 ع_{1}'^2 + \frac{1}{2} ك_2 ع_{2}'^2$

وفي هذه الحالة يكون التغير في طاقة الحركة نتيجة التصادم = صفر أيضاً

∴ $\Delta ط = ط_2 - ط_1 = \frac{1}{2} ك_1 ع_{1}'^2 + \frac{1}{2} ك_2 ع_{2}'^2 - [\frac{1}{2} ك_1 ع_1^2 + \frac{1}{2} ك_2 ع_2^2] =$ صفر

ثانياً: التصادم غير المرن:

١–في هذا التصادم تكون كمية التحرك محفوظة ويحدث التحام للجسمين بحيث يصبحان جسماً واحداً.

كمية التحرك قبل التصادم = كمية التحرك بعد التصادم

∴ $ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع'$

التغير في كمية التحرك نتيجة التصادم $\Delta ك_2 - ك_1$

$= (ك_1 + ك_2) ع' - [ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2] =$ صفر

٢–طاقة الحركة لا تكون محفوظة في هذا التصادم بل تقل بعد التصادم حيث يتحول جزء منها إلى صورة أخرى من صور الطاقة (تشوه – صوت – حرارة – ضوء).

أي أن طاقة الحركة بعد التصادم تكون أقل من طاقة الحركة قبل التصادم

∴ $\frac{1}{2} (ك_1 + ك_2) ع'^2 < (\frac{1}{2} ك_1 ع_1^2 + \frac{1}{2} ك_2 ع_2^2)$

، الفقد في طاقة الحركة $\Delta ط = ط_2 - ط_1 = \frac{1}{2} (ك_1 + ك_2) ع'^2 - (\frac{1}{2} ك_1 ع_1^2 + \frac{1}{2} ك_2 ع_2^2)$

= مقدار سالب أي أنه حدث فقد في الطاقة .

✍مثال١: كرة كتلتها (٥)جم تتحرك بسرعة (١٠)سم/ث، اصطدمت بكرة أخرى كتلتها (٣) جم تتحرك بسرعة (٥) سم/ث في الاتجاه المضاد، فإذا ارتدت الكرة الثانية بسرعة (٥)سم/ث.

١– فما مقدار سرعة الكرة الأولى

٢– التغير في كمية التحرك نتيجة هذا التصادم

الحل:

$ك_1 =$ ٥جم ، $ع_1 =$ ١٠سم/ث، $ع_1' =$ ؟؟ ، $\Delta ك ت =$ ؟؟

$ك_2 =$ ٣جم ، $ع_2 = -$ ٥سم/ث ، $ع_2' =$ ٥سم/ث

$ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = ك_1 ع_1' + ك_2 ع_2'$ ∴ $٥ \times ١٠ + ٣ \times (-٥) = ٥ \times ع_1' + ٣ \times ٥$

∴ $٥٠ - ١٥ = ٥ ع_1' + ١٥$

٥ع$_{1}^{\prime}$ = ٢٠ ∴ ع$_{1}^{\prime}$ = $\frac{20}{5}$ = ٤ سم/ث

Δكت = كت$_{2}$ – كت$_{1}$ = ك$_{1}$ ع$_{1}^{\prime}$ + ك$_{2}$ ع$_{2}^{\prime}$ – (ك$_{1}$ع$_{1}$ + ك$_{2}$ع$_{2}$)

= ٥ × ٤ + ٣ × ٥ – (٥ × ١٠ + ٣ × -٥)

= ٢٠ + ١٥ – (٥٠ – ١٥) = ٣٥ – ٣٥ = صفر

✍مثـال٢: كرة كتلتها (١٠) جم تتحرك بسرعة (٥) سم/ث، اصطدمت بكرة أخرى كتلتها (٦) جم تتحرك بسرعة (٧) سم/ث في الاتجاه المضاد، فإذا كونت الكرتان جسماً واحداً بعد التصادم .

١– فما سرعة هذا الجسم؟ ٢– وما طاقة الحركة المفقودة بعد التصادم؟

الحل:

ك$_{1}$ = ١٠جم ، ع$_{1}$ = ٥سم/ث ، ع$_{2}^{\prime}$ = ؟؟

ك$_{2}$ = ٦جم ، ع$_{2}$ = – ٧سم/ث ، Δطح = ؟؟

١– ك$_{1}$ع$_{1}$ + ك$_{2}$ع$_{2}$ = (ك$_{1}$ + ك$_{2}$) ع$_{2}^{\prime}$

١٠ × ٥ + ٦ × (-٧) = (١٠ + ٦) ع$_{2}^{\prime}$

٥٠ – ٤٢ = ١٦ع$_{2}^{\prime}$ ∴ ٨ = ١٦ع$_{2}^{\prime}$ ∴ ع$_{2}^{\prime}$ = $\frac{1}{2}$سم/ث

٢- Δطح = طح$_{2}$ – طح$_{1}$ إرج

= $\frac{1}{2}$ (ك$_{1}$ + ك$_{2}$) ع$_{2}^{\prime}{}^{2}$ – [$\frac{1}{2}$ك$_{1}$ع$_{1}{}^{2}$ + $\frac{1}{2}$ك$_{2}$ع$_{2}{}^{2}$] = $\frac{1}{2}$ (١٠ + ٦) × (٠.٥)^{2} – ($\frac{1}{2}$ × ١٠ × ٢٥ + $\frac{1}{2}$ × ٦ × ٤٩] = $\frac{1}{2}$ × ١٦ × ٢٥ – [١٢٥ + ١٤٧] = ٢ – ٢٧٢ = - ٢٧٠ إرج

∴ هناك فقد في طاقة الحركة مقداره (٢٧٠) إرج .

✍مثـال٣: جسم كتلته (٣) كجم يترك بسرعة (٥) م/ث فاصطدم بجسم آخر ساكن مجهول الكتلة وكانت النتيجة أن تحرك الجسمان معاً كوحدة واحدة. فإذا علمت أن سرعة الجسمين معاً بعد التصادم (١.٥) م/ث.

١– فكم كانت كتلة الجسم الآخر. ٢– التغير في كمية التحرك .

٣– الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم .

الحل:

ك$_{1}$ = ٣كجم ، ع$_{1}$ = ٥م/ث ، ع$_{2}^{\prime}$ = ؟؟ ، Δطح = ؟؟

ك$_{2}$ = ؟؟ ، ع$_{2}$ = صفر ، Δكت = ؟؟

١- ك$_{1}$ع$_{1}$ + ك$_{2}$ع$_{2}$ = (ك$_{1}$ + ك$_{2}$) ع$_{2}^{\prime}$

٣ × ٥ + صفر = (٣ + ك$_{2}$)× ١.٥

١٥ = ٤.٥ + ١.٥ ك$_{2}$

١٠.٥ = ١.٥ ك$_{2}$ ∴ ك$_{2}$ = $\frac{10.5}{1.5}$ = ٧كجم

٢- Δكت = كت$_{2}$ – كت$_{1}$ = (ك$_{1}$ + ك$_{2}$) ع$_{2}^{\prime}$ – (ك$_{1}$ع$_{1}$ + ك$_{2}$ ع$_{2}^{\prime}$)

= (٣ + ٧) × ١.٥ – (٣ × ٥ + صفر) = ١٥ – ١٥ = صفر

٣- Δطح = طح$_{2}$ – طح$_{1}$ جول

$= \frac{1}{2}$ (ك١ + ك٢) ع$_{\text{تجمع}}^{2}$ – ($\frac{1}{2}$ك١ ع١^{2} + $\frac{1}{2}$ك٢ ع٢^{2})

$= \frac{1}{2}$ (٣ + ٧) × (١.٥)^{2} – ($\frac{1}{2}$ × ٣ × ٢٥ + $\frac{1}{2}$ × ٧ × صفر)

= ٥ × ٢.٢٥ – ٣٧.٥ = ١١.٢٥ – ٣٧.٥ = - ٢٦.٢٥ جولاً .

أجوبة اسئلة الوحدة الرابعة

س١/ ضع علامة (🗑) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (🖷) أمام العبارة الخاطئة فيما يلي:

أ– الشغل يتناسب عكسياً مع القوة ( )

ب– الشغل كمية متجهة ( )

جـ– الجول عبارة عن مقدار الشغل المبذول من قبل قوة مقدارها واحد نيوتن على جسم فتزيحه واحد متر في اتجاهها ( )

د– يكون اتجاه قوة الاحتكاك في اتجاه الإزاحة ( )

هـ– شغل قوة المرونة = هـ × Δ ل^{2} ( )

و– يعين مقدار القدرة من العلاقة ق × ع ( )

ز– مقدار الطاقة المنتقلة من جسم إلى آخر يساوي مقدار الشغل المبذول ( )

ح– طاقة الجسم الناشئة من تغيير مكانه تدعى بطاقة الوضع ( )

ط– الطاقة الميكانيكية لجسم تساوي (طاقة الوضع – طاقة الحركة) ( )

ي– كمية التحرك ثابتة مهما زادت كتلة الجسم ( )

ك– إذا كانت كمية التحرك تساوي (ك × ع) فإن كمية التحرك كمية متجهة ( )

جـ١/ أ– (🗑) ب– (🖷) جـ– (🗑) د– (🖷) هـ– (🗑) و– (🗑)

ز– (🗑) ح– (🗑) ط– (🖷) ي– (🖷) ك– (🗑)

س٢/ اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس للعبارات التالية:

١– يعين الشغل الميكانيكي بصورة عامة من العلاقة

أ) شغ = ق$_{\text{ح}}$ × ف ب) شغ = ق$_{\text{ت}}$ × ف$_{\text{ت}}$ جـ) شغ = ق × ف$_{\text{ت}}$ د) شغ = $\frac{\text{(ق × ف)}}{\text{ز}}$

٢– يقاس الشغل بوحدة هي:

أ– كجم. متر ب– كجم. م^{2}/ث^{2} جـ– نيوتن. م/ث د– نيوتن.م^{2}

٣– شغل قوة الجاذبية في اتجاه القوة عبارة عن:

أ– ك × د × ف ب– ق × ف جـ– و × ق د– ك × د × ق

٤– وحدة قياس القدرة هي:

أ– جول. ث ب– نيوتن. م. ث جـ– وات. ث د– جول/ث

٥– تعرف الطاقة بأنها:

أ– إمكانية إنجاز شغل ب– مقدار الشغل الذي تنجزه آله

جـ– كل من (أ ، ب) د– مقدار الشغل في الثانية الواحدة

٦– تعين طاقة الحركة من العلاقة:

أ- ك × د × ف ب- ك (ع١ -ع٠) جـ- $\frac{1}{2}$ ك ع٢ د- ق × ك

٧- قانون حفظ كمية التحرك هو:

أ- ك١ع١ - ك٢ع٢ = ك١ ع$\overleftarrow{}$١ - ك٢ ع$\overleftarrow{}$٢

ب- ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = ك١ ع$\overleftarrow{}$١ + ك٢ ع$\overleftarrow{}$٢

جـ- ك١ ع١ - ك١ ع$\overleftarrow{}$١ = ك٢ ع٢ - ك٢ ع$\overleftarrow{}$٢

د- ك١ ع١ - ك٢ ع$\overleftarrow{}$٢ = ك١ ع$\overleftarrow{}$١ + ك٢ ع٢

٨- إذا كان الشغل المبذول على جسم هو (٢٠) نيوتن. متر، فإن مقدار القوة التي تزيحه (٠.٢) نيوتن هي:

أ- ١٠٠ نيوتن ب- ٤ نيوتن جـ- ٠.٠٥ نيوتن د- لا توجد إجابة صحيحة

٩- بذل شغل مقداره (٤٩٠٠) جول لرفع كتلة مقدارها (٥٠) كجم عند احتساب عجلة الجاذبية الأرضية (٩.٨) م/ث٢ فإن الارتفاع الذي بذل خلاله الشغل هو:

أ- ٩٦ م ب- ٢٤٥٠ م جـ- ١٠م د- ٩٨م

جـ٢ ١- (ب) ٢- (ب) ٣- (أ) ٤- (د) ٥- (جـ) ٦- (جـ)

٧- (ب) ٨- (أ) ٩- (جـ)

س٣/ استنتج العلاقة التي تربط بين الشغل والطاقة الحركية.

جـ٣/ انظر ص٨٧

س٤/ أثبت أن الدفع = التغير في كمية التحرك

جـ٤/ انظر ص٩٥

س٥/ عرف كلاً من:

(الشغل - القدرة - طاقة الوضع - طاقة الحركة - التصادم المرن - كمية التحرك)

جـ٥/ الشغل: إذا أثرت قوة على جسم وحركته إزاحة ما في نفس اتجاهها فيقال أن القوة قد بذلت شغلاً.

- القدرة: هي معدل بذل الشغل بالنسبة للزمن.

أو هي مقدار الشغل المبذول في وحدة الزمن.

- طاقة الوضع: هي طاقة الجسم الناشئة عن تغير موضعه بالقرب من سطح الأرض.

- طاقة الحركة: هي الطاقة الناشئة من حركة الجسم.

- التصادم المرن: هو التصادم الذي تكون فيه طاقة الحركة محفوظة بالإضافة إلى حفظ كمية التحرك.

- كمية التحرك: هي حاصل ضرب كتلة الجسم المتحرك في سرعته.

س٦/ أثبت أن الطاقة الميكانيكية للجسم = طاقة الحركة + طاقة الوضع

جـ/ أنظر ص٩٠

س٧/ أذكر مبادئ التصادم ثم أثبت أن كمية التحرك لجسمين قبل التصادم تساوي كمية التحرك لهما بعد التصادم.

جـ٧/ مبادئ التصادم: إذا حدث تصادم بين جسمين فإن كل منهما أثناء التصادم يؤثر على الآخر بقوة والقوتان متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه. وهذا هو مبدأ الفعل ورد الفعل.

وهناك نوعان من التصادم هما:

١– تصادم مرن: وفيه تكون كل من كمية التحرك وطاقة الحركة محفوظة

∴ ك١ع١ + ك٢ع٢ = ك١ ع َ١ + ك٢ ع َ٢ ، $\frac{1}{2}$ ك١ ع١٢ + $\frac{1}{2}$ ك٢ع٢٢ = $\frac{1}{2}$ك١ ع َ١٢ + $\frac{1}{2}$ ك٢ ع َ٢٢

٢– تصادم غير مرن: وفيه تكون كمية التحرك محفوظة

∴ ك١ع١ + ك٢ع٢ = (ك١ + ك٢) ع َ

ولكن طاقة الحركة تكون غير محفوظة، حيث يحدث فقد في طاقة الحركة نتيجة التصادم ويتحول هذا الفقد إلى صورة أخرى من صور الطاقة (حرارية – ضوئية – صوتية).

إثبات أن كمية التحرك قبل التصادم = كمية التحرك بعد التصادم

∵ ق١ = -ق٢ ∴ دفع الكرة (أ) = - دفع الكرة (ب)

، ∵ الدفع = التغير في كمية التحرك

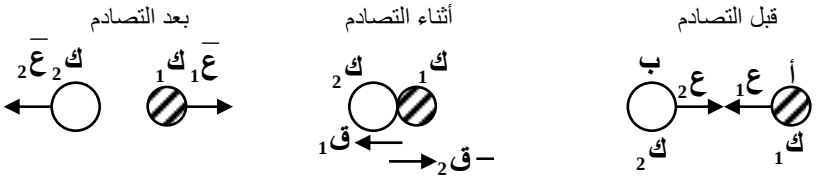
∴ التغير في كمية تحرك الكرة (أ) = - التغير في كمية تحرك الكرة (ب)

(كت٢ – كت١) للكرة (أ) = - (كت٢ – كت١) للكرة (ب)

ك١ ع َ١ – ك١ع١ = - (ك٢ ع َ٢ – ك٢ ع٢)

ك١ ع َ١ – ك١ ع١ = -ك١ ع َ٢ + ك٢ ع٢

∴ ك١ ع َ١ + ك٢ ع َ٢ = ك١ ع١ + ك٢ ع٢ أي أن كمية التحرك قبل التصادم = كمية التحرك بعد التصادم



تم التحميل من مدونة ملخصات ثالث ثانوي المنهج اليمني

/http://ye-thirdsecondr.blogspot.com

ومدونة اقرا معي وتعلم على الانترنت

/https://aimn2013.blogspot.com