مؤسسة د/ أبوذر الكودة

رياض - ابتدائي - متوسط - ثانوي - جامعي

مؤسسة د/أبوذر الكودة التعليمية

منهج السودان المطور

ملخص
فيزياء الصف الثاني

اعداد شعبة الفيزياء

اشراف المدير الاكاديمي

الفصل الأول

- تمهيد: لماذا ندرس الشغل والطاقة؟
- الشغل ووحدة الشغل وأنواعه
- القدرة ومعدل بذل الشغل
- الطاقة ومصادر الطاقة
- الطاقة الميكانيكية
- الطاقة الحركية
- طاقة الوضع وتطبيقاتها
- تحولات الطاقة الميكانيكية
- حفظ الطاقة
- أثر الاحتكاك ومقاومة الهواء
- جداول مقارنة وقوانين
- أسئلة علل شاملة
- تدريبات ذهنية محلولة
- خلاصة مركزة للحفظ
- تحدي المتفوقين(مسائل تفكير عليا)

تمهيد: لماذا ندرس الشغل والطاقة؟

كلمة الشغل في الحياة اليومية تعني التعب أو بذل الجهد، أما في الفيزياء فلها معنى محدد. فقد يدفع الإنسان جدارًا ويتعب كثيرًا، لكن الجدار لا يتحرك؛ لذلك لا يكون قد بذل شغلًا فيزيائيًا على الجدار. أما إذا دفع صندوقًا فتحرك، فقد بُذل شغل؛ لأن القوة سببت إزاحة.

الطاقة أيضًا ليست شيئًا نراه مباشرة، لكننا نرى آثارها: الجسم المتحرك قد يصدم، والماء المرتفع خلف السد قد يدير توربينًا، والنابض المضغوط قد يدفع لعبة. لذلك نقول إن الطاقة هي القدرة على إحداث تغيير.

الفكرة الكبرى في الدرس
الشغل طريقة من طرق نقل الطاقة. فإذا بذلت قوة شغلًا على جسم فإن طاقة الجسم تتغير: قد تزداد، أو تنقص، أو تتحول من صورة إلى أخرى.

١. الشغل ووحدة الشغل

تعريف الشغل

الشغل هو انتقال طاقة إلى جسم أو من جسم عندما تؤثر فيه قوة فتسبب له إزاحة في اتجاه القوة أو في اتجاه مركبتها.

وبصياغة أبسط: الشغل يحدث عندما تؤثر قوة في جسم فتجعله يتحرك.

شروط حدوث الشغل

- وجود قوة مؤثرة في الجسم، مثل الدفع أو السحب أو الرفع أو الاحتكاك.
- حدوث إزاحة للجسم، أي انتقاله من موضع إلى آخر.
- أن تكون القوة أو جزء منها في اتجاه الإزاحة. فإذا كانت القوة عمودية على الإزاحة كان الشغل صفرًا.

قانون الشغل عندما تكون القوة في اتجاه الحركة: $W = F \times d$
W الشغل بالجول، F القوة بالنيوتن، d الإزاحة بالمتر.

قانون الشغل عندما تميل القوة بزاوية: $W = F \times d \times \cos\theta$
نستخدم هذا القانون عندما لا تكون القوة في نفس اتجاه الحركة. في هذه المذكرة نركز على الحالات الذهنية السهلة: مع الحركة، عكس الحركة، أو عمودية عليها.

وحدة الشغل

وحدة الشغل هي الجول J. والجول الواحد يساوي نيوتنًا واحدًا مضروبًا في متر واحد: J = N.m

أي أن الجول الواحد هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها ١ نيوتن عندما تحرك جسمًا مسافة ١ متر في اتجاه القوة.

أنواع الشغل

النوع	متى يحدث؟	المعنى الفيزيائي
شغل موجب	عندما تكون القوة في نفس اتجاه الإزاحة	هذه القوة تزيد طاقة الجسم
شغل سالب	عندما تكون القوة عكس اتجاه الإزاحة	هذه القوة تقلل طاقة الجسم
شغل صفري	عند عدم وجود إزاحة أو عندما تكون القوة عمودية على الازاحة	لا تنتقل طاقة ميكانيكية بهذه القوة

مثال محلول: دفع صندوق

أثر طالب بقوة مقدارها 10N في صندوق، فتحرك الصندوق 3m في اتجاه القوة. احسب الشغل.

الحل:

$$W = F \times d$$

$$W = 10 \times 3 = 30\ J$$

إذن الشغل = 30 جول.

مثال محلول: شغل الاحتكاك

تحرك صندوق على سطح خشن مسافة 5m، وكانت قوة الاحتكاك 4N. احسب شغل الاحتكاك.

الحل:

لأن الاحتكاك عكس الحركة يكون الشغل سالبًا.

$$W = -F \times d$$

$$W = -4 \times 5 = -20\ J$$

إذن شغل الاحتكاك = -20 جول.

مثال محلول: قوة لا تبذل شغلًا

يحمل طالب حقيبة ويمشي بها أفقيًا مسافة 10m. قوة اليد على الحقيبة رأسية إلى أعلى.

ما شغل قوة اليد؟

الحل:

الشغل صفر لأن القوة عمودية على اتجاه الإزاحة.

علل مهمة في الشغل

علل: لا يبذل الشخص شغلًا فيزيائيًا على الجدار عندما يدفعه ولا يتحرك.

لأن الشغل يحتاج إلى قوة وإزاحة، والجدار لم يتحرك، أي أن الإزاحة تساوي صفرًا.

علل: شغل الاحتكاك يكون سالبًا غالبًا.

لأن قوة الاحتكاك تؤثر عكس اتجاه الحركة، فتقلل طاقة الجسم الحركية.

علل: قد يتعب الإنسان وهو يحمل حقيبة ويمشي بها أفقيًا، ومع ذلك يكون الشغل على الحقيبة صفرًا.

لأن قوة اليد رأسية إلى أعلى، بينما إزاحة الحقيبة أفقية، والقوة العمودية على الإزاحة لا تبذل شغلًا.

مثال محلول: حساب الشغل بوجود زاوية ميلان

أثرت قوة مقدارها 20N في جسم، فتحرك مسافة 3m في اتجاه يصنع زاوية 60° مع اتجاه القوة.

احسب الشغل..

الحل:

$$W = F \times d\cos\Theta = 20\times3\times\cos60 = 20\times3\times0.5 = 30J$$

٢. القدرة

تعريف القدرة

القدرة هي معدل بذل الشغل، أو معدل انتقال الطاقة. فهي لا تخبرنا فقط بمقدار الشغل، بل تخبرنا بسرعة إنجازه.

إذا رفع شخصان صندوقين متماثلين إلى نفس الارتفاع، فإنهما يبذلان نفس الشغل. لكن إذا أنجز الأول ذلك في زمن أقل، فهو أكبر قدرة.

قانون القدرة: $P = W \div t$
P القدرة بالواط، W الشغل بالجول، t الزمن بالثانية.

وحدة القدرة هي الواط W، والواط الواحد يعني إنجاز شغل مقداره ١ جول في زمن مقداره ١ ثانية:

$$W = J/s$$

مثال محلول: حساب القدرة

بذل عامل شغلًا مقداره 100J خلال 5s. احسب القدرة.

الحل:

$$P = W \div t$$

$$P = 100 \div 5 = 20\ W$$

إذن القدرة = 20 واط.

مثال محلول: المقارنة بين شخصين

رفع أحمد صندوقًا وبذل شغلًا 60J في 3S، ورفع خالد صندوقًا مماثلًا وبذل نفس الشغل في 6S. أيهما أكبر قدرة؟

الحل:

قدرة أحمد = $60 \div 3 = 20\ W$

قدرة خالد = $60 \div 6 = 10\ W$

إذن أحمد أكبر قدرة؛ لأنه أنجز نفس الشغل في زمن أقل.

مثال محلول: حساب الطاقة من القدرة

جهاز قدرته 20W عمل لمدة 5s. احسب الطاقة المستهلكة.

الحل:

$$P = W \div t$$

إذن $W = P \times t$

$$W = 20 \times 5 = 100\ J$$

الطاقة المستهلكة = 100 جول.

علل مهمة في القدرة

علل: القدرة لا تعتمد على مقدار الشغل فقط.

لأن القدرة تعتمد على الشغل والزمن معًا؛ فقد ينجز جسمان نفس الشغل لكن في زمنين مختلفين.

علل: تزداد القدرة عندما يقل الزمن اللازم لإنجاز نفس الشغل.

لأن القدرة تساوي الشغل مقسومًا على الزمن، فإذا ثبت الشغل وقل الزمن زادت القدرة.

علل: نقول إن محركًا قدرته أكبر من محرك آخر.

لأنه يستطيع إنجاز شغل أكبر في نفس الزمن، أو إنجاز نفس الشغل في زمن أقل.

٣. الطاقة ومصادر الطاقة

تعريف الطاقة

الطاقة هي قدرة الجسم أو النظام على إحداث تغيير. وقد يكون التغيير في الموقع، أو السرعة، أو الشكل، أو درجة الحرارة، أو الحالة.

الكرة المتحركة تمتلك طاقة لأنها قادرة على إحداث تغيير عند الاصطدام. والماء المرتفع يمتلك طاقة لأنه قادر على الحركة والسقوط وإدارة توربين. والنابض المضغوط يمتلك طاقة لأنه يستطيع دفع جسم عند تركه.

العلاقة بين الشغل والطاقة

الشغل طريقة من طرق نقل الطاقة. فإذا بذلت شغلًا موجبًا على جسم زادت طاقته، وإذا بُذل شغل سالب عليه نقصت طاقته.

نظرية الشغل والطاقة: $W = \Delta KE = KE_f - KE_i$
الشغل الكلي المبذول على جسم يساوي التغير في طاقته الحركية.

مثال محلول: زيادة الطاقة بسبب الشغل

جسم طاقته الحركية في البداية 20J، ثم بُذل عليه شغل موجب مقداره 30J. احسب طاقته الحركية النهائية.

الحل:

$$KE_f = KE_i + W$$

$$KEf = 20 + 30 = 50\ J$$

إذن الطاقة الحركية النهائية = 50 جول.

مثال محلول: نقصان الطاقة بسبب الفرامل

سيارة صغيرة طاقتها الحركية 100J، أثرت فيها الفرامل وبذلت شغلًا مقداره -40J. ما طاقتها بعد الفرملة؟

الحل:

$$KEf = KEi + W$$

$$KEf = 100 + (-40) = 60\ J$$

إذن بقيت معها طاقة حركية مقدارها ٦٠ جول.

مصدر الطاقة

مصدر الطاقة هو الشيء الذي يزود الجسم أو النظام بالطاقة، أو الشيء الذي تتحول منه الطاقة إلى صورة أخرى نستفيد منها. ومصدر الطاقة لا يخلق الطاقة من العدم، بل تكون الطاقة مختزنة فيه أو تنتقل منه أو تتحول من صورة إلى أخرى.

مصدر الطاقة	صورة الطاقة أو التحول
الغذاء	طاقة كيميائية يستفيد منها الجسم
البطارية	طاقة كيميائية تتحول إلى كهربائية
الوقود	طاقة كيميائية تتحول إلى حرارية وحركية
الشمس	طاقة ضوئية وحرارية
الماء المرتفع خلف السد	طاقة وضع جاذبية
الجسم المتحرك	طاقة حركية
النابض المضغوط	طاقة وضع مرونية

علل: الغذاء مصدر طاقة للإنسان.

لأن جسم الإنسان يحول الطاقة الكيميائية المختزنة في الغذاء إلى طاقة تساعده على الحركة والتنفس والتفكير والمحافظة على حرارة الجسم.

علل: الماء المرتفع خلف السد مصدر للطاقة.

لأنه يمتلك طاقة وضع بسبب ارتفاعه، وعند سقوطه تتحول طاقته إلى طاقة حركة يمكن أن تدير التوربينات.

علل: البطارية لا تصنع الطاقة من العدم.

لأنها تحول الطاقة الكيميائية المختزنة داخلها إلى طاقة كهربائية، ثم قد تتحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء أو صوت أو حرارة.

٤. الطاقة الميكانيكية

الطاقة الميكانيكية هي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع في الجسم أو النظام.

الطاقة الميكانيكية: $E = KE + PE$
إذا كان الجسم متحركًا فله طاقة حركية، وإذا كان مرتفعًا أو مشدودًا أو مضغوطًا فله طاقة وضع. مجموعهما هو الطاقة الميكانيكية.

مثال: كرة تسقط من ارتفاع. في أعلى نقطة تكون طاقة الوضع كبيرة والطاقة الحركية قليلة أو صفر. أثناء السقوط تقل طاقة الوضع وتزداد الطاقة الحركية. قبل ملامسة الأرض مباشرة تكون طاقة الحركة كبيرة وطاقة الوضع صغيرة أو صفرًا بالنسبة للأرض.

٥. الطاقة الحركية

الطاقة الحركية هي الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته. كل جسم متحرك يمتلك طاقة حركية: سيارة متحركة، كرة مقذوفة، ماء جار، هواء متحرك، حجر ساقط.

قانون الطاقة الحركية: $KE = 1/2 \times m \times v^2$
KE الطاقة الحركية بالجول، m الكتلة بالكيلوجرام، v السرعة بالمتر/الثانية.

ماذا نفهم من القانون؟

- تزداد الطاقة الحركية بزيادة الكتلة.
- تزداد الطاقة الحركية بزيادة السرعة.
- أثر السرعة أكبر؛ لأنها مربعة. فإذا تضاعفت السرعة مرتين أصبحت الطاقة الحركية أربعة أضعاف.

مثال محلول: حساب الطاقة الحركية

جسم كتلته 2 kg يتحرك بسرعة 4m/s. احسب طاقته الحركية.

الحل:

$$KE = 1/2 \times m \times v^2$$

$$KE = 1/2 \times 2 \times 4^2$$

$$KE = 1 \times 16 = 16\ J$$

إذن الطاقة الحركية = 16 جول.

مثال محلول: تأثير السرعة

سيارتان لهما الكتلة نفسها. الأولى سرعتها 10m/s، والثانية سرعتها 20m/s. قارن بين طاقتيهما الحركيتين.

الحل:

سرعة السيارة الثانية ضعف سرعة الأولى.

بما أن الطاقة الحركية تتناسب مع مربع السرعة: $2^2 = 4$

إذن الطاقة الحركية للسيارة الثانية = أربعة أضعاف طاقة السيارة الأولى.

علل: الجسم الساكن لا يمتلك طاقة حركية.

لأن سرعته تساوي صفرًا، وبالتالي تكون طاقته الحركية صفرًا.

علل: الطاقة الحركية لا تكون سالبة.

لأن الكتلة موجبة دائمًا، ومربع السرعة لا يكون سالبًا.

علل: زيادة السرعة تجعل الحوادث أخطر.

لأن الطاقة الحركية تتناسب مع مربع السرعة، فإذا تضاعفت السرعة أصبحت الطاقة الحركية أربعة أضعاف.

٦. طاقة الوضع وتطبيقاتها

تعريف طاقة الوضع

طاقة الوضع هي طاقة مختزنة يمتلكها الجسم بسبب موضعه أو شكله أو حالته. ومن أشهر صورها في هذا الدرس: طاقة وضع الجاذبية وطاقة الوضع المرونية.

طاقة وضع الجاذبية

طاقة وضع الجاذبية هي الطاقة المختزنة في الجسم بسبب ارتفاعه عن مستوى معين. مثل كتاب فوق رف، أو حجر على سطح مبنى، أو ماء خلف سد، أو كرة مرفوعة عن سطح الأرض.

قانون طاقة وضع الجاذبية: $PE = m \times g \times h$
PE طاقة الوضع بالجول، m الكتلة بالكيلوجرام، g عجلة الجاذبية، h الارتفاع.

مثال محلول: حساب طاقة الوضع

جسم كتلته 2kg على ارتفاع 5m. احسب طاقة وضعه.

الحل:

$$PE = m \times g \times h$$

$$PE = 2 \times 10 \times 5 = 100\ J$$

إذن طاقة الوضع = 100 جول.

مثال محلول: إيجاد الارتفاع

جسم كتلته 2Kg، وطاقة وضعه 80J. احسب ارتفاعه.

الحل:

$$PE = m \times g \times h$$

$$h \times 10 \times 2 = 80$$

$$20h = 80$$

$$h = 4\ m$$

إذن الارتفاع = 4 متر.

مستوى الإسناد

مستوى الإسناد هو المستوى الذي نختاره ونعتبر عنده طاقة الوضع تساوي صفرًا. قد يكون سطح الأرض، أو سطح الطاولة، أو أرضية غرفة، أو أي مستوى يختاره السؤال.

تنبيه مهم

قيمة طاقة الوضع تعتمد على مستوى الإسناد المختار، لكن التغير في طاقة الوضع هو الأهم في معظم المسائل. فإذا سقط جسم من ارتفاع 5m إلى الأرض، فالمهم أن ارتفاعه نقص 5m.

طاقة الوضع المرونية

طاقة الوضع المرونية هي الطاقة المختزنة في جسم مرن بسبب شده أو ضغطه أو تغير شكله. مثل نابض مضغوط، أو مطاط مشدود، أو قوس مشدود، أو كرة مطاطية مضغوطة لحظة اصطدامها بالأرض.

علل: النابض المضغوط يمتلك طاقة وضع مرونية.

لأن شكله تغير نتيجة الضغط، وأصبح قادرًا على دفع جسم عند تركه.

علل: الجسم المرتفع يمتلك طاقة وضع.

لأن الجاذبية يمكن أن تبذل عليه شغلًا عند سقوطه، فيتحول ارتفاعه إلى حركة.

علل: تزداد طاقة الوضع بزيادة الارتفاع.

لأن طاقة الوضع تساوي mgh، فإذا زاد الارتفاع زادت الطاقة.

٧. تحولات الطاقة الميكانيكية

تحول الطاقة يعني تغير الطاقة من صورة إلى صورة أخرى. وفي الطاقة الميكانيكية يحدث غالبًا تبادل بين طاقة الوضع وطاقة الحركة.

طاقة الوضع ↔ طاقة الحركة

الحالة	ما يحدث للطاقة؟
سقوط جسم	طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركة
قذف كرة إلى أعلى	طاقة الحركة تتحول إلى طاقة وضع
البندول عند الطرف	طاقة الوضع كبيرة وطاقة الحركة صغيرة
البندول عند أسفل نقطة	طاقة الحركة كبيرة وطاقة الوضع صغيرة
الأفعوانية عند النزول	طاقة الوضع تقل وطاقة الحركة تزداد

مثال محلول: سقوط جسم

جسم كتلته 2kg على ارتفاع 5m. احسب طاقة وضعه، ثم اذكر طاقته الحركية قبل الأرض مباشرة إذا أهملت مقاومة الهواء.

الحل:

$$PE = m \times g \times h$$

$$PE = 2 \times 10 \times 5 = 100\ J$$

بإهمال مقاومة الهواء تتحول طاقة الوضع كلها إلى طاقة حركية.

$$KE = 100\ J$$

مثال محلول: كرة مقذوفة إلى أعلى

كرة طاقتها الحركية عند القذف إلى أعلى 80J. ما طاقة وضعها عند أعلى نقطة؟ أهمل مقاومة الهواء.

الحل:

عند أعلى نقطة تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة وضع.

$$PE = 80\ J$$

مثال محلول: جسم في منتصف السقوط

جسم كتلته 1kg سقط من ارتفاع 10m. احسب طاقته الحركية عندما يكون على ارتفاع 4m من الأرض.

الحل:

الطاقة الكلية في البداية = m × g × h

E = 1 × 10 × 10 = 100 J

طاقة الوضع عند ارتفاع 4 m: PE = 1 × 10 × 4 = 40 J

KE = E - PE = 100 - 40 = 60 J

إذن الطاقة الحركية = 60 جول.

علل: تزداد سرعة الجسم الساقط كلما اقترب من الأرض.

لأن طاقة وضعه تتحول تدريجيًا إلى طاقة حركية، فتزداد سرعته.

علل: تقل سرعة الجسم المقذوف إلى أعلى.

لأن طاقته الحركية تتحول تدريجيًا إلى طاقة وضع جاذبية.

٨. حفظ الطاقة

ينص قانون حفظ الطاقة على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، وإنما تتحول من صورة إلى أخرى أو تنتقل من جسم إلى آخر، ويبقى مجموع الطاقة ثابتًا في النظام المغلق المعزول.

النظام المغلق والمعزول

- النظام المغلق: النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها .
- النظام المعزول: النظام الذي لا تؤثر عليه قوة خارجية . أو نهمل القوى الخارجية المؤثرة عليه.

في المسائل نقول غالبًا: بإهمال مقاومة الهواء والاحتكاك. وهذا يعني أن الطاقة الميكانيكية محفوظة تقريبًا.

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية: $KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$

أي أن الطاقة الميكانيكية في البداية تساوي الطاقة الميكانيكية في النهاية عند إهمال الاحتكاك ومقاومة الهواء.

مثال محلول: حفظ الطاقة في السقوط

جسم كتلته 2kg سقط من ارتفاع 5m. احسب طاقته الحركية قبل الأرض مباشرة.

الحل:

في البداية الجسم ساكن، إذن طاقته الحركية صفر.

$$PE = m \times g \times h = 2 \times 10 \times 5 = 100\ J$$

بإهمال مقاومة الهواء: $KE = 100\ J$

إذن طاقته الحركية قبل الأرض = 100 جول.

مثال محلول: إيجاد السرعة من الطاقة

جسم كتلته 2kg، طاقته الحركية 100J. احسب سرعته.

الحل:

$$KE = 1/2 \times m \times v^2$$

$$v^2 \times 1/2 \times 2 = 100$$

$$v^2 = 100$$

$$v = 10\ m/s$$

إذن السرعة = 10 م/ث.

مثال محلول: أقصى ارتفاع

كرة كتلتها 1kg قُذفت إلى أعلى بطاقة حركية 40J. ما أقصى ارتفاع تصل إليه؟

الحل:

عند أعلى نقطة تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة وضع.

$$KE = PE$$

$$m \times g \times h = 40$$

$$h \times 10 \times 1 = 40$$

$$h = 4\ m$$

إذن أقصى ارتفاع = 4 متر.

أثر الاحتكاك ومقاومة الهواء

في الحياة الواقعية لا تتحول الطاقة الميكانيكية كلها بين حركة ووضع فقط؛ لأن هناك احتكاكًا ومقاومة هواء. عند وجود الاحتكاك يتحول جزء من الطاقة إلى حرارة وصوت وتشوه واهتزازات. لذلك قد تقل الطاقة الميكانيكية الظاهرة، لكنها لا تفنى؛ بل تتحول إلى صور أخرى.

مثال محلول: طاقة مفقودة بالاحتكاك

جسم كان يمتلك طاقة ميكانيكية مقدارها 100J، وفقد بسبب الاحتكاك 30J. ما الطاقة الميكانيكية المتبقية؟

الحل:

$$E \text{ المتبقية} = 100 - 30 = 70J$$

إذن الطاقة الميكانيكية المتبقية = 70 جول.

علل: لا تعود الكرة المرتدة إلى نفس الارتفاع دائمًا.

لأن جزءًا من طاقتها يتحول إلى حرارة وصوت وتشوه أثناء الاصطدام ومقاومة الهواء.

علل: تتوقف الأرجوحة بعد مدة إذا لم ندفعها.

لأن الاحتكاك ومقاومة الهواء يحولان جزءًا من طاقتها الميكانيكية إلى حرارة وصوت.

٩. جدول القوانين المهمة

الكمية	القانون	الاستخدام
الشغل	$W = F \times d$	عندما تؤثر قوة في اتجاه الحركة
الشغل بزاوية	$W = F \times d \times \cos\theta$	عندما تميل القوة على اتجاه الحركة
القدرة	$P = W \div t$	عند معرفة الشغل والزمن
الطاقة الحركية	$KE = 1/2 \times m \times v^2$	عند معرفة الكتلة والسرعة
طاقة وضع الجاذبية	$PE = m \times g \times h$	عند معرفة الكتلة والارتفاع
الطاقة الميكانيكية	$E = KE + PE$	لحساب مجموع طاقتي الحركة والوضع
حفظ الطاقة	$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$	عند إهمال الاحتكاك ومقاومة الهواء

١٠. جداول المقارنة

مقارنة بين الشغل والقدرة

وجه المقارنة	الشغل	القدرة
التعريف	انتقال طاقة بفعل قوة وإزاحة	معدل بذل الشغل
القانون	$W = F \times d$	$P = W \div t$
الوحدة	جول	واط
الاعتماد على الزمن	لا يعتمد عليه مباشرة	يعتمد على الزمن
مثال	رفع صندوق	رفع الصندوق بسرعة أكبر

مقارنة بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع

وجه المقارنة	الطاقة الحركية	طاقة الوضع
سبب وجودها	حركة الجسم	موضع الجسم أو شكله
القانون	$KE = 1/2 \times m \times v^2$	$PE = mgh$
تعتمد على	الكتلة والسرعة	الكتلة والجاذبية والارتفاع
هل تكون سالبة؟	لا	قد تكون سالبة حسب مستوى الإسناد
مثال	سيارة متحركة	كتاب على رف

١١. أسئلة علل شاملة

علل: الشغل وسيلة لنقل الطاقة.

لأنه عندما تبذل قوة شغلًا على جسم فإن طاقته تتغير، فقد تزداد أو تنقص.

علل: شغل الفرامل سالب.

لأن قوة الفرامل تكون عكس اتجاه حركة الجسم، فتقلل طاقته الحركية.

علل: الطاقة الحركية تعتمد على السرعة أكثر من اعتمادها على الكتلة.

لأن السرعة في قانون الطاقة الحركية مربعة.

علل: الطاقة الميكانيكية محفوظة عند إهمال الاحتكاك.

لأن الطاقة لا تتحول إلى حرارة أو صوت بسبب قوى مقاومة، بل تبقى متبادلة بين طاقة حركة وطاقة وضع.

علل: الطاقة الميكانيكية لا تكون محفوظة ظاهريًا عند وجود احتكاك.

لأن جزءًا منها يتحول إلى طاقة حرارية وصوتية، فلا يبقى كله في صورة حركة أو وضع.

علل: نختار أحيانًا سطح الأرض مستوى إسناد.

لأنه يجعل مسائل السقوط والارتفاعات أسهل، حيث نعتبر طاقة الوضع عند الأرض صفرًا.

١٢. تدريبات ذهنية محلولة

المجموعة الأولى: الشغل

أثرت قوة 6N في جسم فتحرك 5m. احسب الشغل.

الإجابة: W = 6 × 5 = 30 J

رفع طالب جسمًا وزنه 10N إلى ارتفاع 2m. احسب الشغل.

الإجابة: W = 10 × 2 = 20 J

قوة احتكاك مقدارها 3N أثرت عكس حركة جسم قطع 4m. احسب شغل الاحتكاك.

الإجابة: W = -3 × 4 = -12 J

المجموعة الثانية: القدرة

بُذل شغل 80j خلال 4s. احسب القدرة.

الإجابة: P = 80 ÷ 4 = 20 W

محرك قدرته 50W عمل 2s. احسب الشغل.

الإجابة: W = P × t = 50 × 2 = 100 J

شخص بذل شغلًا 120J في 6s. احسب قدرته.

الإجابة: P = 120 ÷ 6 = 20 W

المجموعة الثالثة: الطاقة الحركية وطاقة الوضع

جسم كتلته 2kg وسرعته 3m/s. احسب طاقته الحركية.

الإجابة: KE = 1/2 × 2 × 9 = 9 J

جسم كتلته 2kg على ارتفاع 3m. احسب طاقة وضعه.

الإجابة: PE = 2 × 10 × 3 = 60 J

جسم وزنه 40N على ارتفاع 3m. احسب طاقة وضعه.

الإجابة: PE = الوزن × الارتفاع = 40 × 3 = 120J

المجموعة الرابعة: حفظ الطاقة

جسم كتلته 2 kg سقط من ارتفاع 5m. احسب طاقته الحركية قبل الأرض.

الإجابة: PE = 2 × 10 × 5 = 100 J إذن KE = 100 J

جسم كتلته 1kg سقط من ارتفاع 8m. احسب طاقته الحركية قبل الأرض.

الإجابة: PE = 1 × 10 × 8 = 80 J إذن KE = 80 J

كرة طاقتها الحركية 60J قذفت إلى أعلى. ما طاقة وضعها عند أعلى نقطة؟

الإجابة: PE = 60 J

جسم كتلته 2Kg سقط من ارتفاع 10m. ما طاقته الحركية عند ارتفاع 6 m؟

الإجابة: PE = 200 J ، E = 120 J عند 6 m ، إذن KE = 80 J

١٣. خلاصة مركزة للحفظ

- الشغل يحدث عندما تؤثر قوة في جسم فتسبب له إزاحة.
- وحدة الشغل هي الجول، والجول يساوي نيوتن × متر.
- القدرة هي معدل بذل الشغل، ووحدتها الواط.
- الطاقة هي القدرة على إحداث تغيير.
- الشغل وسيلة لنقل الطاقة.
- الطاقة الحركية هي طاقة الجسم بسبب حركته.
- طاقة الوضع هي طاقة مختزنة بسبب الموضع أو الشكل.
- الطاقة الميكانيكية هي مجموع طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- عند إهمال الاحتكاك ومقاومة الهواء تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة.
- في وجود الاحتكاك تتحول بعض الطاقة الميكانيكية إلى حرارة وصوت.
- الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، وإنما تتحول من صورة إلى أخرى.

١٤. تحدي المتفوقين(مسائل تفكير عليا)

المسألة ١: أيهما أخطر؟

سيارتان لهما الكتلة نفسها. سرعة الأولى 20m/s، وسرعة الثانية 10m/s.

- كم مرة تزيد الطاقة الحركية للسيارة الأولى على الثانية؟
- لماذا لا يكفي أن نقول إن السرعة تضاعفت فقط؟

المسألة ٢: نفس الشغل لكن قدرة مختلفة

طالبان رفعا صندوقين متماثلين إلى ارتفاع 2m. الأول رفع الصندوق في 4s، والثاني رفعه في 8s.

- هل بذلا نفس الشغل؟
- أيهما أكبر قدرة؟ ولماذا؟

المسألة ٣: جسم يفقد جزءًا من طاقته

جسم طاقته الحركية 100J، أثرت عليه قوة احتكاك حتى أصبحت طاقته 60J.

- ما شغل الاحتكاك؟
- أين ذهبت الطاقة المفقودة؟

المسألة ٤: سقوط من ارتفاعين مختلفين

جسمان لهما الكتلة نفسها. الأول سقط من ارتفاع 5m، والثاني من ارتفاع 20m. أهمل مقاومة الهواء.

- كم مرة تزيد طاقة الجسم الثاني قبل وصوله الأرض على طاقة الأول؟
- ماذا تستنتج عن أثر الارتفاع؟

المسألة ٥: هل يمكن الوصول إلى ارتفاع أعلى؟

متزلج بدأ من السكون عند قمة منحدر ارتفاعها 8m. بإهمال الاحتكاك، هل يستطيع أن يصعد بعد النزول إلى قمة أخرى ارتفاعها 10m دون دفع خارجي؟

- أجب مع التعليل باستخدام مفهوم حفظ الطاقة.

المسألة ٦: أين تكون السرعة أكبر؟

كرة تتحرك في مسار أملس على شكل وادٍ، وتمر بالنقاط الآتية: A عند ارتفاع 6m، و B عند ارتفاع 2m، و C عند ارتفاع 4m.

- رتب سرعة الكرة عند النقاط من الأكبر إلى الأصغر.
- علل ترتيبك دون حساب طويل.

المسألة ٧: قوة لا تبذل شغلًا

طالب يحمل حقيبة وزنها 40N ويمشي أفقيًا مسافة 20m.

- ما شغل قوة يده على الحقيبة؟
- هل معنى ذلك أنه لا يتعب؟ وضح.

المسألة ٨: أيهما يحتاج شغلًا أكبر؟

صندوق وزنه 50N رفعه طالب إلى ارتفاع 2m. وصندوق آخر وزنه 25N رفعه إلى ارتفاع 4m.

- قارن بين الشغل المبذول في الحالتين.
- ما الفكرة الفيزيائية التي يختبرها السؤال؟

المسألة ٩: طاقة محفوظة أم لا؟

كرة سقطت من ارتفاع 10m، لكنها قبل ملامسة الأرض كانت طاقتها الحركية أقل من طاقة وضعها الابتدائية.

- ما السبب الفيزيائي المحتمل؟
- هل يعني ذلك أن الطاقة فُقدت؟

المسألة ١٠: تحدي شامل

جسم كتلته 2kg سقط من ارتفاع 10m. عند ارتفاع 4m من الأرض، خذ $g = 10m/s^2$.

- احسب طاقة وضعه عند هذه النقطة.
- احسب طاقته الحركية عند هذه النقطة.
- احسب سرعته عند هذه النقطة تقريبًا.

الفصل الثاني

- تمهيد: من الاهتزاز إلى الموجة
- الحركة الدورية والحركة الاهتزازية
- السعة والدورة الكاملة والزمن الدوري والتردد
- الحركة التوافقية البسيطة والقوة المعيدة
- الكتلة على النابض وقانون هوك
- طاقة الوضع المرونية
- البندول البسيط
- الرنين
- النبضة أو الحزمة الموجية
- خلاصة للحفظ
- أسئلة تفكير مفتوحة
- تحدي المتفوقين (مسائل تفكير عليا)

تمهيد: من الاهتزاز إلى الموجة

توجد حولنا حركات كثيرة تتكرر بانتظام: حركة الأرجوحة، اهتزاز مسطرة مثبتة من طرف، حركة جسم معلق بنابض، حركة بندول الساعة، اهتزاز وتر العود، وحركة القلب والنبض.

هذه الحركات لا تستمر غالبًا في اتجاه واحد، بل تتحرك ذهابًا وإيابًا حول موضع معين يسمى موضع الاتزان.

وإذا انتقل هذا الاهتزاز من مكان إلى آخر نشأت الموجة؛ مثل موجة الحبل أو الصوت أو موجات الماء.

الفكرة الكبرى
الاهتزاز حركة محلية حول موضع اتزان، أما الموجة فهي انتقال لهذا الاضطراب أو للطاقة من مكان إلى آخر.

١/ الحركة الدورية والحركة الاهتزازية

الحركة الدورية

هي حركة تتكرر بانتظام خلال فترات زمنية متساوية، أي أن الجسم يعود إلى الحالة نفسها بعد زمن ثابت.

أمثلة

- حركة الأرجوحة.
- حركة بندول الساعة.
- اهتزاز جسم معلق بنابض.
- دوران الأرض حول الشمس.

الحركة الاهتزازية

الحركة الاهتزازية هي حركة دورية يتحرك فيها الجسم ذهابًا وإيابًا حول موضع اتزان.

موضع الاتزان

موضع الاتزان هو الموضع الذي تكون عنده محصلة القوى المؤثرة في الجسم تساوي صفرًا. فإذا وضع الجسم عند هذا الموضع ولم تؤثر عليه قوة خارجية بقي ساكنًا.

الإزاحة في الحركة الاهتزازية

الإزاحة هي بعد الجسم عن موضع الاتزان في لحظة معينة. فإذا كان الجسم عند موضع الاتزان فإن الإزاحة تساوي صفرًا.

عند موضع الاتزان x = 0

علل: تعد حركة الجسم المعلق بنابض حركة اهتزازية.

لأنه يتحرك أعلى وأسفل حول موضع اتزان، وتكرر حركته خلال فترات زمنية متساوية.

علل: يكون الجسم في موضع الاتزان عندما تكون محصلة القوى عليه صفرًا.

لأن القوى المؤثرة فيه تكون متزنة، فلا توجد قوة محصلة تغير حالته الحركية لحظة وجوده عند الاتزان.

٢/ السعة والدورة الكاملة والزمن الدوري والتردد

السعة

هي أكبر إزاحة يصل إليها الجسم المهتز بعيدًا عن موضع الاتزان، ويرمز لها بالرمز A.

تنبيه مهم
السعة ليست المسافة الكلية بين الطرفين، بل هي المسافة من موضع الاتزان إلى أحد الطرفين. فإذا كانت المسافة بين الطرفين ١٠ سم فإن السعة ٥ سم.

الدورة الكاملة

هي حركة الجسم من نقطة معينة ثم عودته إلى النقطة نفسها بالحالة نفسها.

- في البندول: أقصى اليمين ← الاتزان ← أقصى اليسار ← الاتزان ← أقصى اليمين.
- في النابض: أعلى نقطة ← الاتزان ← أسفل نقطة ← الاتزان ← أعلى نقطة.

الزمن الدوري

هو الزمن اللازم لإكمال دورة كاملة واحدة، ويرمز له بالرمز T، ووحدته الثانية(s).

التردد

هو عدد الدورات الكاملة التي يصنعها الجسم في الثانية الواحدة، ويرمز له بالرمز f، ووحدته الهرتز(Hz).

$$f = 1 / T$$

$$T = 1 / f$$

مثال محلول: حساب التردد

جسم مهتز زمنه الدوري2S. احسب تردده.

الحل:

$$f = 1 / T$$

$$f = 1 / 2 = 0.5\ Hz$$

إذن التردد = 0.5 هرتز.

مثال محلول: حساب الزمن الدوري

جسم يهتز بتردد 4Hz. احسب الزمن الدوري.

الحل :

$$T = 1 / f$$

$$T = 1 / 4 = 0.25\ s$$

إذن الزمن الدوري = 0.25 ثانية

مثال محلول: من عدد الاهتزازات

يصنع جسم 10 اهتزازات في 5ثانية. احسب التردد والزمن الدوري.

الحل:

$$f = \text{عدد الدورات} / \text{الزمن}$$

$$f = 10 / 5 = 2\ Hz$$

$$T = 1 / 2 = 0.5\ s$$

إذن التردد = ٢ هرتز والزمن الدوري = ٠,٥ ثانية.

٣/ الحركة التوافقية البسيطة والقوة المعيدة

الحركة التوافقية البسيطة

هي حركة اهتزازية تكون فيها القوة المعيدة المؤثرة في الجسم متناسبة طرديًا مع إزاحته عن موضع الاتزان، وتكون في اتجاه معاكس للإزاحة.

بصيغة سهلة
كلما ابتعد الجسم عن موضع الاتزان ظهرت قوة تحاول إرجاعه إليه، وكلما زادت الإزاحة زادت القوة المعيدة.

القوة المعيدة

هي القوة التي تؤثر في الجسم المهتز وتعيده نحو موضع الاتزان.

في النابض تكون قوة النابض، وفي البندول تكون مركبة من وزن الجسم.

$$F \propto -x$$

$$F = -kx$$

علل: تسمى القوة في الحركة التوافقية بالقوة المعيدة.

لأنها تعمل دائمًا على إعادة الجسم إلى موضع الاتزان.

علل: تزداد القوة المعيدة كلما زادت الإزاحة.

لأن القوة المعيدة في الحركة التوافقية البسيطة تتناسب طرديًا مع الإزاحة.

علل: تكون القوة المعيدة عكس اتجاه الإزاحة.

لأن الجسم إذا ابتعد عن موضع الاتزان فإن القوة تعمل على إرجاعه إليه لا على إبعاده أكثر.

٤/ الكتلة على النابض وقانون هوك

الكتلة على النابض

عند تعليق كتلة في نابض رأسي، فإن النابض يستطيل حتى يصل الجسم إلى موضع اتزان جديد. عند هذا الموضع تكون قوة النابض إلى أعلى مساوية لوزن الجسم إلى أسفل.

عند الاتزان: قوة النابض = وزن الجسم

إذا سحبنا الجسم قليلًا إلى أسفل ثم تركناه، فإنه يهتز حول موضع الاتزان:

عند الطرفين تكون السرعة صفرًا لحظة قصيرة، وعند موضع الاتزان تكون السرعة أكبر ما يمكن.

قانون هوك

ينص قانون هوك على أن القوة التي يؤثر بها النابض تتناسب طرديًا مع مقدار استطالته أو انضغاطه، وتكون في اتجاه معاكس للإزاحة.

$$F = -kx$$

الرمز	المعنى	الوحدة
F	قوة النابض	N
k	ثابت النابض أو ثابت المرونة	N/m
x	الاستطالة أو الانضغاط	m
الإشارة السالبة	تعني أن القوة عكس اتجاه الإزاحة	-

ثابت النابض

ثابت النابض k هو مقياس صلابة النابض. إذا كان k كبيرًا كان النابض صلبًا ويحتاج إلى قوة كبيرة لاستطالته، وإذا كان k صغيرًا كان النابض ليّنًا ويستطيل بسهولة.

علل: النابض الصلب له ثابت مرونة كبير.

لأنه يحتاج إلى قوة كبيرة حتى تحدث فيه استطالة صغيرة.

علل: الإشارة السالبة في قانون هوك مهمة.

لأنها تبين أن قوة النابض تكون دائمًا عكس اتجاه الإزاحة.

مثال محلول: حساب ثابت النابض

استطال نابض 0.20m عندما علقنا به جسمًا وزنه 10N. احسب ثابت النابض.

الحل :

$$F = kx$$

$$k = F / x$$

$$k = 10 / 0.20 = 50\ N/m$$

إذن ثابت النابض = ٥٠ نيوتن/متر.

مثال محلول: حساب القوة

نابض ثابت مرونته 40N/m، استطال 0.50m. احسب القوة.

الحل :

$$F = kx$$

$$F = 40 \times 0.50 = 20\ N$$

إذن القوة = ٢٠ نيوتن.

مثال محلول: حساب الاستطالة

نابض ثابت مرونته 100N/m، أثرت فيه قوة 20N. احسب الاستطالة.

الحل:

$$x = F / k$$

$$x = 20 / 100 = 0.20\ m$$

إذن الاستطالة = ٠,٢٠ متر = ٢٠ سم.

٥/ طاقة الوضع المرونية

عندما نشد نابضًا أو نضغطه، فإننا نخزن فيه طاقة تسمى طاقة الوضع المرونية.

$$PE_{sP} = 1/2\ kx^2$$

الرمز	المعنى
PE_{sP}	طاقة الوضع المرونية
k	ثابت النابض
x	الاستطالة أو الانضغاط

مثال محلول: طاقة الوضع المرونية

نابض ثابت مرونته 50N/m، استطال 0.20m. احسب الطاقة المختزنة.

الحل:

$$PE_{sp} = 1/2\ kx^2$$
$$PE_{sp} = 1/2 \times 50 \times (0.20)^2$$
$$PE_{sp} = 25 \times 0.04 = 1\ J$$

إذن الطاقة المختزنة = ١ جول.

مثال محلول: طاقة نابض مضغوط

نابض ثابت مرونته 20N/m ، ضغط مسافة 0.50mاحسب الطاقة المختزنة.

الحل:

$$PE_s = 1/2 \times 20 \times (0.50)^2$$
$$PE_s = 10 \times 0.25 = 2.5\ J$$

إذن الطاقة = ٢,٥جول.

علل: تزداد طاقة النابض كثيرًا عند زيادة الاستطالة.

لأن طاقة الوضع المرونية تعتمد على مربع الإزاحة، فإذا تضاعفت الاستطالة أصبحت الطاقة أربعة أضعاف.

٦/ البندول البسيط

البندول البسيط هو جسم صغير معلق بخيط خفيف غير قابل للتمدد، يهتز ذهابًا وإيابًا حول موضع الاتزان.

مكونات البندول

- كتلة صغيرة تسمى ثقل البندول.
- خيط خفيف.
- نقطة تعليق ثابتة.

عندما نزيح البندول عن موضع الاتزان ثم نتركه، فإنه يتحرك نحو موضع الاتزان بسبب مركبة من وزن الجسم. عند موضع الاتزان تكون السرعة أكبر ما يمكن، وعند الطرفين تكون السرعة صفرًا لحظة قصيرة.

الزمن الدوري للبندول

$$T = 2\pi \sqrt{(L / g)}$$

الرمز	المعنى	الوحدة
T	الزمن الدوري	s
L	طول خيط البندول	m
g	تسارع الجاذبية الأرضية	m/s^2

ملاحظات مهمة

زمن البندول الدوري يعتمد على طول الخيط: كلما زاد الطول زاد الزمن الدوري.

زمن البندول الدوري يعتمد على الجاذبية: إذا قلت الجاذبية زاد الزمن الدوري.

زمن البندول الدوري لا يعتمد على كتلة الجسم المعلق.

علل: لا يعتمد الزمن الدوري للبندول على كتلة الجسم. لأن الكتلة لا تظهر في قانون الزمن الدوري للبندول.

علل: البندول الطويل أبطأ من البندول القصير.

لأن الزمن الدوري يزداد بزيادة طول الخيط، فيستغرق البندول الطويل زمنًا أكبر لإكمال دورة.

علل: يكون الزمن الدوري للبندول على القمر أكبر من الزمن الدوري له على الأرض.

لأن تسارع الجاذبية على القمر أقل من تسارع الجاذبية على الأرض، وكلما قلت g زاد T.

مثال محلول: بندول طوله ١ متر

بندول طوله 1 متر. خذ g = 10 متر/ثانية² وقرب $\pi^2 \approx 10$. احسب الزمن الدوري تقريبًا.

الحل :

$$T = 2\pi \sqrt{(L / g)}$$

$$T = 2\pi \sqrt{(1 / 10)}$$

بما أن $\pi^2 \approx 10$ فإن الزمن الدوري يقارب2 ثانية.

إذن الزمن الدوري تقريبًا = ٢ ثانية.

مثال محلول: أثر زيادة الطول

إذا كان زمن بندول طوله 1m يساوي 2S تقريبًا، فما زمن بندول طوله 4m في المكان نفسه؟

الحل:

$$T \propto \sqrt{L}$$

الطول زاد من 1 إلى 4

$$T_4 = \sqrt{4}\, T_1$$

$$T_4 = 2 \times 2 = 4s$$

الزمن الدوري الجديد = ٤ ثوانٍ.

مقارنة بين النابض والبندول

وجه المقارنة	الكتلة على النابض	البندول البسيط
نوع الحركة	حركة اهتزازية	حركة اهتزازية
موضع الاتزان	تعادل قوة النابض مع الوزن	أسفل نقطة في المسار
القوة المعيدة	قوة النابض	مركبة من وزن الجسم
القانون المهم	F = -kx	T = 2πv(L/g)
يعتمد الزمن الدوري على	الكتلة وثابت النابض في الدراسة المتقدمة	طول الخيط والجاذبية
مثال	جسم معلق بنابض	أرجوحة أو بندول ساعة

٧/ الرنين

الرنين هو زيادة كبيرة في سعة اهتزاز جسم عندما تؤثر عليه قوة خارجية دورية بتردد يساوي أو يقترب من تردده الطبيعي.

التردد الطبيعي

التردد الطبيعي هو التردد الذي يهتز به الجسم عندما يترك ليهتز حرًا دون تأثير قوة خارجية متكررة.

مثال الأرجوحة

إذا دفعت الأرجوحة في لحظات مناسبة ومتكررة فإن سعة اهتزازها تزداد؛ لأنك تضيف طاقة إلى النظام في التوقيت الصحيح.

علل: تزداد سعة اهتزاز الأرجوحة عندما ندفعها في اللحظة المناسبة.

لأننا نضيف طاقة إلى النظام بنفس توقيت حركته الطبيعية، فتزداد السعة.

علل: قد يكون الرنين خطرًا في الجسور والمباني.

لأن الاهتزازات الصغيرة إذا توافقت مع التردد الطبيعي للجسر أو المبنى قد تكبر تدريجيًا وتسبب أضرارًا.

علل: يطلب من الجنود ألا يسيروا بخطوات منتظمة فوق الجسور الضعيفة.

لأن انتظام الخطوات قد يولد اهتزازات دورية بتردد قريب من التردد الطبيعي للجسر، فيحدث رنين وتزداد سعة الاهتزاز.

٨/ مفهوم الموجة والنبضة أو الحزمة الموجية

إذا انتقل الاهتزاز من مكان إلى آخر ظهرت الموجة. عندما تهز طرف حبل، ينتقل الاضطراب على طول الحبل. وعندما تسقط حجرًا في ماء ساكن تنتشر دوائر على سطح الماء. وعندما تتكلم ينتقل الصوت في الهواء إلى أذن السامع.

تعريف الموجة

الموجة هي اضطراب ينتقل خلال وسط أو فراغ، وينقل الطاقة من مكان إلى آخر دون انتقال دائم لجزيئات الوسط.

ماذا تنقل الموجة؟
الموجة تنقل الطاقة، ولا تنقل المادة انتقالًا دائمًا. جزيئات الوسط تهتز حول مواضعها بينما ينتقل الاضطراب.

علل: الموجة تنقل الطاقة ولا تنقل المادة انتقالًا دائمًا.

لأن جزيئات الوسط تهتز حول مواضع اتزانها فقط، بينما ينتقل الاضطراب والطاقة من نقطة إلى أخرى.

النبضة الموجية

النبضة الموجية هي اضطراب مفرد أو قصير ينتقل خلال وسط. فإذا حركت طرف حبل مرة واحدة إلى أعلى ثم أعدته، فإن اضطرابًا واحدًا يتحرك على طول الحبل ويسمى نبضة موجية.

الحزمة الموجية

الحزمة الموجية هي مجموعة قصيرة من الموجات أو الاضطرابات تتحرك معًا. فإذا هززت طرف الحبل عدة هزات سريعة ثم توقفت، نشأت حزمة موجية قصيرة.

وجه المقارنة	النبضة الموجية	الموجة المستمرة
التعريف	اضطراب مفرد أو قصير	اضطرابات متتابعة ومتكررة
السبب	هزة واحدة أو هزات قليلة	اهتزاز مستمر
المثال	تحريك الحبل مرة واحدة	تحريك الحبل باستمرار
الشكل	اضطراب واحد غالبًا	قمم وقيعان متتابعة أو تضاغطات وتخلخلات

٩/ خلاصة عامة للحفظ

- الحركة الدورية تتكرر خلال فترات زمنية متساوية.
- الحركة الاهتزازية حركة دورية حول موضع اتزان.
- السعة هي أكبر إزاحة عن موضع الاتزان.
- التردد والزمن الدوري كميتان عكسيتان: إذا زاد أحدهما قل الآخر.
- الحركة التوافقية البسيطة تحدث عندما تكون القوة المعيدة متناسبة مع الإزاحة وعكس اتجاهها.
- قانون هوك يوضح أن قوة النابض تزداد بزيادة الإزاحة وتعاكس اتجاهها.
- طاقة الوضع المرونية تزداد بزيادة ثابت النابض وبمربع الإزاحة.
- زمن البندول يعتمد على طول الخيط والجاذبية، ولا يعتمد على الكتلة.
- الرنين زيادة كبيرة في السعة عند توافق التردد الخارجي مع التردد الطبيعي.
- الموجة تنقل الطاقة لا المادة انتقالًا دائمًا.

١٠. أسئلة تفكير مفتوحة

---

١. لماذا تكون زيادة السرعة أخطر من زيادة الكتلة في حوادث السيارات؟

٢. كيف يمكن أن يكون الشغل صفرًا رغم وجود تعب عضلي؟

٣. لماذا لا تصل الأرجوحة إلى نفس الارتفاع دائمًا إذا تركناها دون دفع؟

٤. لماذا لا يعتمد الزمن الدوري للبندول على كتلته؟

٥. لماذا يؤدي الرنين إلى تضخيم الاهتزاز؟

٦. كيف يمكن لموجة أن تنقل طاقة دون أن تنقل المادة؟

٧. لماذا يقل الطول الموجي عند زيادة التردد في الوسط نفسه؟

٨. لماذا يعد الصوت موجة طولية وليس مستعرضة؟

٩. كيف تفسر طفو الفلين على الماء مع مرور الموجات دون انتقاله بعيدًا؟

١٠. لماذا يعد قانون هوك مثالًا واضحًا على القوة المعيدة؟

١٠/ تحدي المتفوقين (مسائل تفكير عليا)

المسألة ١: السعة ليست المسافة الكلية

جسم يهتز بين نقطتين تبعدان عن بعضهما 12cm.

- ما السعة؟
- لماذا لا تكون السعة 12cm ؟

المسألة ٢: تردد وزمن دوري

جسم مهتز يصنع 40 اهتزازة في 2S.

- احسب التردد.
- احسب الزمن الدوري.
- ماذا يحدث للزمن الدوري إذا تضاعف التردد؟

المسألة ٣: نابضان مختلفان

نابضان A و B. عند التأثير بقوة 10N ، يستطيل النابض A مسافة 0.10m ، ويستطيل النابض B مسافة 0.20m.

- أي النابضين أكبر ثابتًا؟
- أيهما أصلب؟ ولماذا؟

المسألة ٤: هل الطاقة تتضاعف؟

نابض ثابت مرونته ثابت. زادت استطالته من 0.10m إلى 0.20m.

- كم مرة تزيد طاقة الوضع المرونية؟
- علل اعتمادًا على العلاقة الرياضية.

المسألة ٥: بندولان

بندول A طوله1m، وبندول B طوله 4m ، وهما في المكان نفسه.

- أيهما زمنه الدوري أكبر؟
- كم مرة يزيد زمن B على زمن A؟

المسألة ٦: كتلة البندول

بندولان لهما الطول نفسه، لكن كتلة الأول 100g، وكتلة الثاني300g.

- هل يختلف الزمن الدوري؟
- علل من قانون الزمن الدوري للبندول.

المسألة ٧: رنين خطر

جسر له تردد طبيعي معين. مرّت عليه مجموعة جنود بخطوات منتظمة قريبة من تردده الطبيعي.

- ما الخطر المحتمل؟
- ما التفسير الفيزيائي؟

المسألة ٨: موجة تنقل طاقة لا مادة

قطعة فلين تطفو على سطح ماء. مرت موجات ماء، فتحرك الفلين لأعلى وأسفل لكنه لم ينتقل مع الموجة إلى الأمام انتقالًا دائمًا.

- ما الاستنتاج الفيزيائي؟

المسألة ٩: تحدي شامل: نابض يدفع كرة

نابض ثابت مرونته 80N/m، ضغطه طالب مسافة 0.50m، ثم تركه فدفع كرة صغيرة كتلتها 1kg.

- احسب الطاقة المختزنة في النابض.
- إذا تحولت كل الطاقة إلى طاقة حركية للكرة، احسب سرعة الكرة تقريبًا.
- لماذا تكون السرعة الواقعية غالبًا أقل؟

نسأل الله لكم التوفيق