

## وصف الحركة الدورانية 1-1

الراديان يحتوي على  $2\pi$  باي

الإزاحة الزاوية: هو التغير في الزاوية في اثناء دوران الجسم. يرمز لها بـ  $(\theta)$  ثيتا + تقاس بالراديان rad.

السرعة الزاوية: ناتج قسمة الازاحة الزاوية على الزمن. ويرمز له بـ  $(\omega)$  اوميغا + تقاس بالراديان rad.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad \text{السرعة الزاوية المتجهة}$$

"السرعة الزاوية المتجهة تساوي الإزاحة الزاوية مقسومة على الزمن الذي يتطلبه حدوث الدوران".

التسارع الزاوي: التغير في السرعة الزاوية مقسومًا على الزمن. ويرمز له بـ  $(\alpha)$  الفا + يقاس بالراديان rad.

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad \text{التسارع الزاوي}$$

التسارع الزاوي يساوي التغير في السرعة الزاوية المتجهة مقسومًا على الفترة الزمنية التي حدث خلالها هذا التغير.

## ديناميكا الحركة الدورانية 1-2

ذراع القوة: المسافة العمودية من محور الدوران حتى نقطة تأثير القوة. يرمز لها بـ  $(L)$  + تقاس بالمتر m.

العزم: مقياس لقدرة احداث الدوران. يرمز لها بـ  $(\tau)$  تاو + يقاس بـ N.m.

$$\tau = Fr \sin \theta \quad \text{العزم}$$

العزم يساوي حاصل ضرب القوة في طول ذراعها.

سؤال 11 صفحة 16:

11. إذا تطلب تدوير جسم عزمًا مقداره  $55.0 \text{ N.m}$ ، في حين كانت أكبر قوة يمكن التأثير بها  $135 \text{ N}$ ، فما طول ذراع القوة الذي يجب استخدامه؟

المعطيات والمطلوب

القانون

التعويض والحل

$$T = 55$$

$$\text{N.m}$$

$$F = 135 \text{ N}$$

$$L = ??$$

$$T = FL$$

$$L = T \div F$$

$$L = 55 \div 135 = 0.40$$

$$L = 0.40 \text{ m}$$

## الاتزان 1-3

مركز الكتلة: نقطة في الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي يتحرك بها الجسيم النقطي.

سؤال 25 صفحة 27:

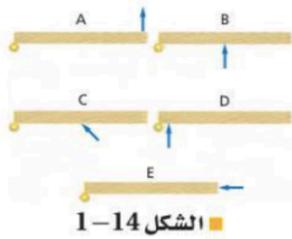
25. مركز الكتلة هل يمكن أن يكون مركز كتلة جسم في نقطة خارج الجسم؟ وضح ذلك.

ج/ نعم مثل أدوات الحصان

## تقويم الفصل ( 1 )

سؤال 37 صفحة 32:

37. رتب العزوم المؤثرة في الأبواب الخمسة في الشكل 1-14 من الأقل إلى الأكبر. ولاحظ أن مقدار القوة هو نفسه في الأبواب كلها. (1-2)



ج/ A, B, C, D, E.



سؤال 33 صفحة 32:

33. يدور إطار لعبة بمعدل ثابت  $5 \text{ rev/min}$ . فهل تسارعها الزاوي موجب أم سالب أم صفر؟ (1-1)

ج/ صفر

سؤال 34 صفحة 32:

34. هل تدور جميع أجزاء الأرض بالمعدل نفسه؟ وضح ذلك. (1-1)

ج/ نعم لأن الأرض جسم صلب فتدور بنفس المعدل.

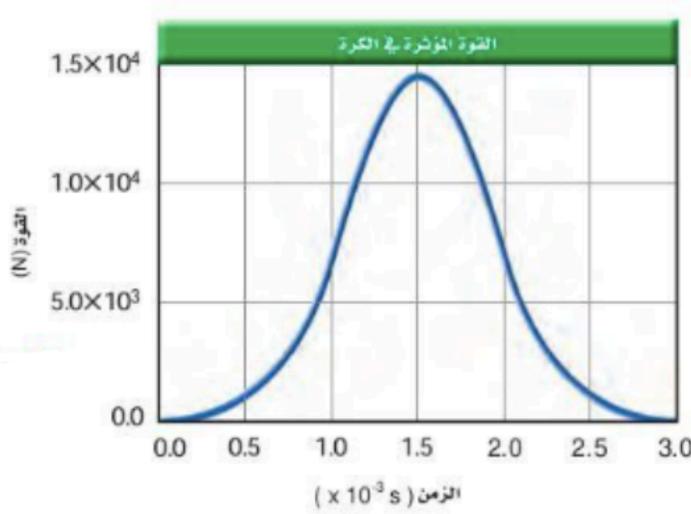
## الدفع والزخم 2-1

الدفع: هو حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة في جسم في الزمن. يرمز له بـ  $F$ . ويقاس بـ  $N.s$ .

الزخم: هو حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته. يرمز له بـ  $P$ . ويقاس بـ  $kg.m/s$ .

$$p = mv$$

الزخم  
زخم جسم ما يساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة.



الشكل 2-1 صفحة 40:  
ماذا تمثل المسافة تحت المنحنى؟

ج/ الدفع

## حفظ الزخم 2-2

قانون حفظ الزخم: يدل على ان زخم اي نظام مغلق ومعزول لا يتغير.

## تقويم الفصل ( 2 )

سؤال 31 صفحة 60:

31. هل يمكن أن يتساوى زخم رصاصة مع زخم شاحنة؟  
فسّر ذلك. (2-1)

ج/ نعم، لأن سرعة الرصاصة كبيرة، وكتلتها صغيرة، فيجب ان تكون سرعة الشاحنة صغيرة، لان كتلتها كبيرة.

$$\begin{aligned}
 F &= m (v \div t) & 272 &= 0.058 (62 \div t) \\
 F &= 272\text{N} & t &= 0.058 (62) \\
 m &= 0.058\text{kg} & t &= 0.058 (62) \div 272 \\
 v &= 62\text{m/s} & t &= 3.596 \div 272 \\
 t &= ?? & t &= 0.013\text{s}
 \end{aligned}$$

51. جولف إذا ضربت كرة جولف كتلتها 0.058 kg، بقوة مقدارها 272 N بمضرب، فأصبحت سرعتها المتجهة 62.0 m/s، فما زمن تلامس الكرة بالمضرب؟

### الطاقة والشغل 3-1

الشغل: حاصل ضرب القوة في ازاحة الجسم. ويرمز له بـ ( W ) + يقاس جول ل.

$$W = Fd$$

الشغل

الشغل يساوي حاصل ضرب القوة الثابتة المؤثرة في جسم في اتجاه حركته في إزاحة الجسم تحت تأثير هذه القوة.

الطاقة الحركية: الطاقة الناتجة عن الحركة. ويرمز لها بـ ( KE ) + تقاس جول ل.

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

الطاقة الحركية

الطاقة الحركية لجسم ما تساوي حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته.

نظرية الشغل - الطاقة: تنص على انه اذا بُدِل شغل على جسم ما فإن طاقة حركته تتغير.

$$W = \Delta KE$$

نظرية الشغل - الطاقة

الشغل يساوي التغير في الطاقة الحركية.

سؤال 2 صفحة 75:

2. يؤثر طالبان معاً بقوة مقدارها 825 N لدفع سيارة مسافة 35 m.

a. ما مقدار الشغل الذي يبذله الطالبان على السيارة؟

b. إذا تضاعفت القوة المؤثرة، فما مقدار الشغل المبذول لدفع السيارة إلى المسافة نفسها؟

a)

$$\begin{aligned}
 W &= Fd \\
 F &= 825\text{N} \\
 d &= 35\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= 825 \times 35 \\
 W &= 28875 \text{ J}
 \end{aligned}$$

b)

ج/ أعلى من الشغل لأن كل ما تضاعفت القوة زاد الشغل.

سؤال 15 صفحة 80:

$$W = Fd$$
$$F = 80N$$
$$d = 10m$$

$$W = 80 \times 10$$
$$W = 800 J$$

15. الشغل تدفع مريم جسمًا كتلته 20 kg مسافة 10 m على أرضية غرفة بقوة أفقية مقدارها 80 N. احسب مقدار الشغل الذي تبذله مريم.

## الآلات 2-3

القوة المسلطة (المبذولة): القوة التي أثرت بالآلة بواسطة شخص ما. ويرمز له بـ (Fe).

المقاومة: القوة التي أثرت بها الآلة. ويرمز له بـ (Fr).

## تقويم الفصل (3)

سؤال 36 صفحة 94:

سؤال 35 صفحة 94:

35. ما وحدة قياس الشغل؟ (3-1) 36. افترض أن قمرًا صناعيًا يدور حول الأرض في مدار دائري، فهل تبذل قوة الجاذبية الأرضية أي شغل على القمر؟ (3-1)

ج/ لا، بسبب تعامد القمر ومركز الأرض فيكون الشغل صفرًا.

ج/ جول

سؤال 40 صفحة 94:

40. وضح العلاقة بين الشغل المبذول والتغير في الطاقة. (3-1) ج/ الشغل المبذول = التغير في الطاقة

سؤال 47 صفحة 94:

a. فأى الشخصين بذل شغلاً أكبر؟ فسر إجابتك.

ج/ كلاهما بذلا نفس الشغل.

47. صعود الدرج يصعد شخصان هما الكتلة نفسها العدد نفسه

من الدرجات. فإذا صعد الشخص الأول الدرجات خلال

25 s ، وصعد الشخص الثاني الدرجات خلال 35 s ،

b. أي الشخصين أنتج قدرة أكثر؟ فسر إجابتك.

ج/ الشخص الأول أنتج قدرة أكثر.

## الأشكال المتعددة للطاقة 4-1

الطاقة الحركية الدورانية: طاقة تعتمد على السرعة الزاوية وتوزيع كتلة الجسم.

مستوى الإسناد: المستوى الذي تكون طاقة الوضع (PE) عنده صفرًا.

سؤال 7 صفحة 110:

7. إذا سقطت قطعة طوب كتلتها 1.8 kg من مدخنة ارتفاعها 6.7 m إلى سطح الأرض، فما مقدار التغير في طاقة وضعها؟

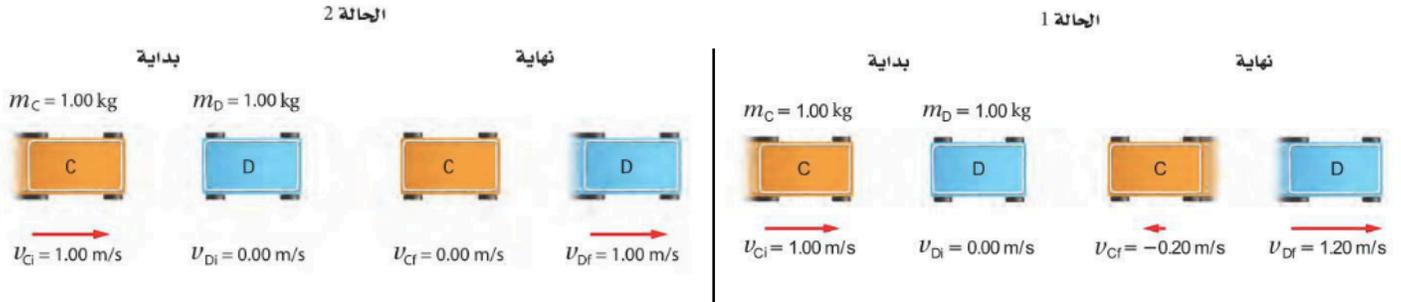
$$\begin{aligned} PE &= mgh & \Delta PE &= 1.8 \times 9.8 \times 6.7 \\ m &= 1.8 & \Delta PE &= 118.188 \\ h &= 6.7 \\ g &= 9.8 \\ \Delta PE &= ?? \end{aligned}$$

## حفظ الطاقة 4-2

قانون حفظ الطاقة: ينص على ان في النظام المعزول المغلق، الطاقة لا تفنى ولا تستحدث.

## أنواع التصادم

الشكل 4-12 صفحة 118



التصادم المرن: يبين الشكل ان الطاقة الحركية في النظام قد (ثبتت ولم تتغير) قبل التصادم

التصادم فوق المرن: يبين الشكل ان الطاقة الحركية في النظام قد (زادت) عن قبل التصادم وبعده.

\*مهم التعريف\*

التصادم العديم المرونة: \*يبين الشكل ان الطاقة الحركية في النظام قد (قلت) لتحول جزء منها الى طاقة



## تقويم الفصل ( 4 )

سؤال 31 صفحة 128:

ج/ تبذل القوة شغلاً وإذا اثرت في جسم ( بتحريكه مسافة باتجاهها ) تنتج تغيراً في الطاقة.

31. وضح كيفية ارتباط تغير الطاقة مع القوة؟ (4-1)

سؤال 33 صفحة 128:

ج/ لا، لايمكن ان تكون الطاقة الحركية لكرة البيسبول سالبة، لأن الطاقة الحركية تعتمد على مربع السرعة وهي موجبة دائماً.

33. هل هناك حالة يمكن أن تكون فيها الطاقة الحركية لكرة البيسبول سالبة؟ (4-1)

سؤال 33 صفحة 128:

$$KE = mv^2$$
$$m = 1600\text{kg}$$
$$v = 12.5\text{m/s}$$

$$KE = 1600 \times (12.5)^2$$
$$KE = 250000 \text{ J}$$

53. تتحرك سيارة كتلتها 1600 kg بسرعة 12.5 m/s. ما طاقتها الحركية؟

## درجة الحرارة والطاقة الحرارية 5-1

الطاقة الحرارية: الطاقة الكلية للجزيئات.

التوصيل الحراري: عملية انتقال الطاقة الحركية عندما تتصادم الجزيئات.

الاتزان الحراري: هي الحالة التي يصبح عندها معدلا تدفق الطاقة بين جسمين متساوي و لهما درجة الحرارة نفسها.

سؤال 1 صفحة 142:  $T_c = T_k - 272$

a) -157C      b) -100C      c) - 147C

d) 130C      e) 153C      f) -60C

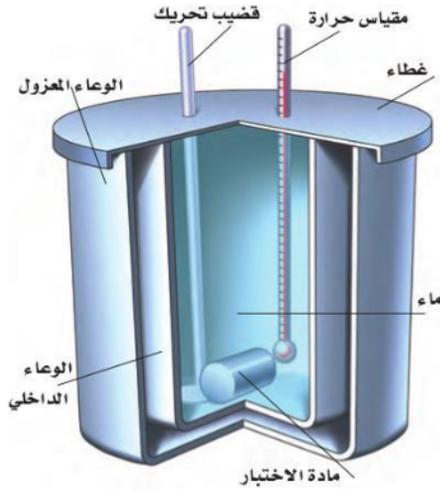
1. حوّل درجات الحرارة الآتية من مقياس كلفن إلى مقياس سلسيوس.

425 K .e      125 K .c      115 K .a

212 K .f      402 K .d      172 K .b

الحمل الحراري: حركة المائع في المادة السائلة أو الغازية التي تحدث بسبب اختلاف درجة الحرارة.

الاشعاع الحراري: يمثل انتقال الطاقة عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية.



الشكل 5-7 صفحة 145:  
س/ ما اسم الجهاز وبماذا يستخدم؟

ج/ المسعر، يستخدم لقياس انتقال الطاقة الحرارية وانتقال الطاقة.

سؤال 11 صفحة 149:

11. التحويلات حول درجات الحرارة الآتية إلى كلفن.

- a. 28 °C      b. 154 °C  
c. 568 °C     d. -55 °C  
e. -184 °C

$$T_k = T_c + 272$$

- a) 300K      b) 426K  
c) 840K      d) 217K  
e) 88K

سؤال 10 صفحة 149:

10. درجات الحرارة حول درجات الحرارة الآتية لأنظمة

القياس المشار إليها:

- a. 5 °C إلى كلفن.      b. 34 K إلى سلسيوس.  
c. 212 °C إلى كلفن.    d. 316 K إلى سلسيوس.

- a) 277K      c) 484K  
b) - 238C    d) 44C

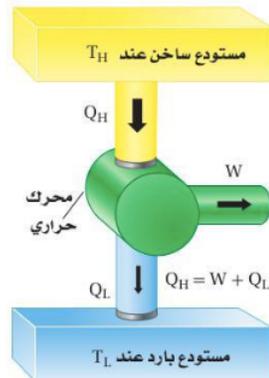
## تغيرات حالة المادة وقوانين الديناميكا الحرارية 5-2

### القانون الأول في الديناميكا الحرارية:

$$\Delta U = Q - W$$

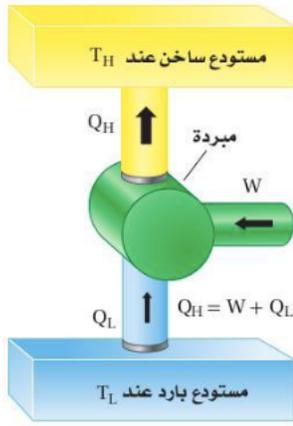
القانون الأول في الديناميكا الحرارية  
التغير في الطاقة الحرارية لجسم ما يساوي مقدار كمية الحرارة المضافة إلى الجسم مطروحاً منه الشغل الذي يبذله الجسم.

المحرك الحراري: أداة ذات قدرة على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية بصورة مستمرة.



الشكل 5-11 صفحة 155:  
س/ ما اسم الجهاز وبماذا يستخدم؟

ج/ محرك حراري، يحول الحرارة عند درجة الحرارة المرتفعة إلى طاقة ميكانيكية وإلى حرارة ضائعة عند درجة حرارة منخفضة.



الشكل 13-5 صفحة 156:  
س/ ما اسم الجهاز وبماذا يستخدم؟

ج/ مبرد، يمتص الحرارة من المستودع البارد ويبعث الحرارة الى المستودع الساخن.

القانون الثاني في الديناميكا الحرارية: ينص على ان العمليات الطبيعية تجري في إتجاه المحافظة على الانتروبي الكلي للكون أو زيادته.

## تقويم الفصل ( 5 )

سؤال 37 صفحة 166:

37. هل يمكن وجود درجة حرارة للفراغ؟ وضح ذلك. (5-1)

ج/ لا، لا يوجد في الفراغ جسيمات تتصادم ليكون لها طاقة.

سؤال 41 صفحة 166:

41. هل تستطيع إضافة طاقة حرارية إلى جسم دون زيادة درجة حرارته؟ فسر ذلك. (5-2)

ج/ عندما تصهر مادة صلبة، او تغلي مادة سائلة، فإنك تضيف طاقة حرارية دون احداث تغيير في درجة الحرارة.

## خصائص الموائع 6-1

الضغط: يمثل القوة المؤثرة مقسومة على مساحة السطح.

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{الضغط}$$

الضغط يساوي القوة مقسومة على مساحة السطح.

باسكال: هو وحدة قياس الضغط.

التمدد الحراري: هو تمدد المادة الساخنة في حالتها الصلبة والسائلة، لتصبح أقل كثافة، فتشغل حيزاً أكبر.  
البلازما: هي الحالة شبه الغازية للإلكترونات السالبة الشحنة والأيونات الموجبة الشحنة.

## القوى داخل السوائل 6-2

قوى التماسك: هي الخاصية المتمثلة في ميل سطح سائل إلى التقلص لأقل مساحة ممكنة.

قوى التلاصق: هي قوى تجاذب كهرومغناطيسية تؤثر بين جزيئات المواد المختلفة.

سؤال 20 صفحة 187:

20. التلاصق والتماسك وضح لماذا يلتصق الكحول بـ سطح الأنبوب الزجاجي في حين لا يلتصق الزئبق.

ج/ قوى تلاصق الكحول بالزجاج اكبر كثيراً من قوة تلاصق الزئبق بالزجاج. كما ان قوى التماسك بالزئبق اقوى من قوة التصاقه بالزجاج.

## الموائع الساكنة والموائع المتحركة 6-3

مبدأ باسكال: ينص على أن أي تغير في الضغط المؤثر في أي نقطة في المائع المحصور ينتقل إلى جميع نقاط المائع بالتساوي.

مبدأ أرخميدس: ينص على أن الجسم المغمور في مائع تؤثر فيه قوة رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح عن طريق الجسم.

مبدأ برنولي: ينص على أن كلما زادت السرعة قل الضغط.

## المواد الصلبة 6-4

الشبكة البلورية: هي عندما تصبح جزيئات بعض المواد الصلبة متجمدة على نمط ثابت.

المواد الصلبة غير البلورية: هي المواد التي ليس لها تركيب بلوري منتظم ولكن لها حجم وشكل محددان.

سؤال 39 صفحة 203:

39. قطعة من الألومنيوم طولها 3.66 m عند درجة حرارة  $28^{\circ}\text{C}$ -. كم يزداد طول القطعة عندما تصبح درجة حرارتها  $39^{\circ}\text{C}$ ?

$$\Delta L = \alpha L_1(T_2 - T_1)$$

$$\begin{aligned} \Delta L &= ?? & L_1 &= 3.66 & T_2 &= 39 \\ \alpha &= 25 \times 10^{-6} & T_1 &= -28 \end{aligned}$$

$$\Delta L = 25 \times 10^{-6} \times 3.66 \times (39 - (-28))$$

$$\begin{aligned} \Delta L &= 25 \times 10^{-6} \times 3.66 \times 67 \\ \Delta L &= 6.1 \times 10^{-3} \text{ m} = 6.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

## تقويم الفصل ( 6 )

سؤال 54 صفحة 210:

54. ما أوجه التشابه والاختلاف بين الغازات والبلازما؟  
(6-1)

ج/ كلاهما ليس له حجم وشكل محدد، جزيئات البلازما لها طاقة عالية جداً، وتستطيع ايصال الكهرباء

سؤال 58 صفحة 210:

58. ماذا يحدث للضغط عند قمة الإناء إذا ازداد الضغط عند قاعه اعتماداً على مبدأ باسكال؟ (6-3)

ج/ تتوزع التغيرات في الضغط بالتساوي على جميع اجزاء الإناء، حيث يتزايد الضغط عند الاعلى.

## الحركة الدورية 7-1

الحركة الاهتزازية الدورية: هي حركة اهتزازية في ازمنة مختلفة.

حركة توافقية بسيطة: هي الحركة الناتجة عن القوة التي تعيد الجسم الى موضع اتزانه، وتتناسب القوة طردياً مع الازاحة.

الزمن الدوري: هو الزمن الذي يحتاجه الجسم ليكمل دورة كاملة.

قانون هوك: ينص على ان القوة التي يؤثر بها نابض تتناسب طردياً مع مقدار استطالته.

$$F = -kx$$

قانون هوك  $F = -kx$  القوة التي يؤثر بها نابض تساوي حاصل ضرب ثابت النابض في الإزاحة التي يستطيعها أو ينضغطها النابض عن موضع اتزانه.

سؤال 1 صفحة 222:

1. ما مقدار استطالة نابض عند تعليق جسم وزنه 18 N في نهايته إذا كان ثابت النابض له يساوي 56 N/m؟

$$F = kx$$

$$18 = 56 x$$

$$F = 18 \text{ N}$$

$$x = 18 \div 56$$

$$K = 56 \text{ N/m}$$

$$x = 0.321\text{m}$$

$$x = ??$$

## خصائص الموجات 7-2

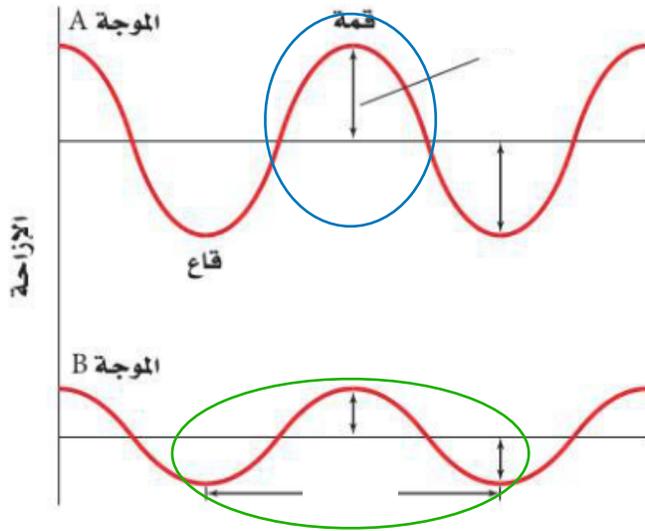
الموجة المستعرضة: الموجة التي تنتذب عمودياً على اتجاه انتشار الموجة، تتكون من قمم وقيعان.

الموجة الطولية: اضطراب ينتقل في اتجاه حركة الموجة نفسها، تتكون من تخلخلات وتضاغطات.

الطول الموجي: أقصر مسافة بين اي نقطتين يتكرر فيها نمط الموجة نفسه. يرمز له بـ  $(\lambda)$  ويقاس بـ m

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

الطول الموجي للموجة يساوي سرعتها مقسومة على ترددها.



الشكل 7-8 صفحة 227:

س/ ماذا المسافة باللون الأزرق؟  
ج/ السعة.

س/ ماذا تمثل المسافة باللون الأخضر؟  
ج/ الطول الموجي.

تردد الموجة: هو عدد الاهتزازات الكاملة التي يتمها الجسم المهتز في الثانية الواحدة. يرمز له بـ  $(f)$  ويقاس بـ Hz

$$f = \frac{1}{T}$$

تردد الموجة يساوي مقلوب زمنها الدوري.

سؤال 13 صفحة 230:

13. ولّد مصدرٌ في جبل اضطراباً تردده 6.00 Hz، فإذا كانت سرعة الموجة المستعرضة في الحبل 15.0 m/s، فما طولها الموجي؟

$$\begin{aligned} \lambda &= v \div f & \lambda &= 15 \div 6 \\ v &= 15 \text{ m/s} & \lambda &= 2.5 \text{ m} \\ f &= 6 \text{ Hz} & \lambda &= 2.5 \text{ m} \end{aligned}$$

## خصائص الموجات 7-2

الموجة الساقطة: هي الموجة التي تصطدم بالحد الفاصل بين الناشرين.

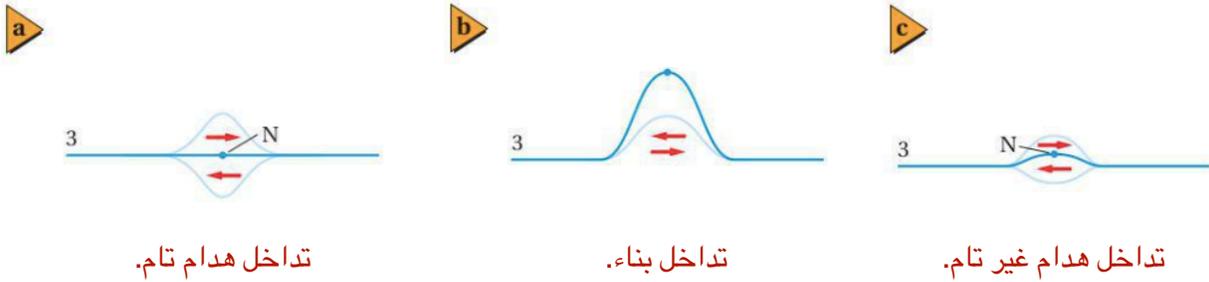
الموجة المنعكسة: هي انعكاس جزء من طاقة نبضة الموجة الساقطة الى الخلف في اتجاه الناشر السميكة على شكل موجة مرتدة.

مبدأ التراكب: ينص على ان الازاحة الحادثة في الوسط، تساوي المجموع الجبري للإزاحات الناتجة عن كل نبضة.

التداخل: الأثر الناتج عن تراكب نبضتين او اكثر.

الشكل 7-13 صفحة 232:

س/ ما نوع التداخل؟



تداخل هدام تام.

تداخل بناء.

تداخل هدام غير تام.

قانون الانعكاس: ينص على ان زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.

## تقويم الفصل ( 7 )

سؤال 30 صفحة 240:

ج/ لا، لا يعتمد الزمن الدوري على كتلة ثقله.  
نعم يعتمد على طول خيطه.  
يعتمد الزمن الدوري على تسارع الجاذبية.

30. هل يعتمد الزمن الدوري لبندول على كتلة ثقله؟  
وهل يعتمد على طول خيطه؟ وعلام يعتمد الزمن  
الدوري للبندول أيضاً؟ (1 - 7)

سؤال 32 صفحة 240:

ج/ ان الموجات الميكانيكية تحتاج لوسط لتنتقل من خلاله، أما الموجات الكهرومغناطيسية فلا تحتاج الى وسط.

32. ما الفرق الرئيس بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية؟ (2 - 7)

## خصائص الصوت والكشف عنه 8-1

حدة الصوت: تعتمد على تردد الاهتزاز. واغلب الاشخاص لا يستطيعون سماع اصوات تردداتها اقل من 20Hz أو اكبر من 20000Hz.

علو الصوت: يعتمد على سعة موجة الضغط في المقام الأول.

مستوى الصوت: مقياس لوغاريتم لقياس سعة الموجة. ووحدة قياس الصوت هي (dB) الديسبل.

تأثير دوبلر: هو تغير في تردد (حدة) الصوت الناتج عن تحرك مصدر الصوت او تحرك المراقب او كلاهما.

$$f_d = f_s \left( \frac{v-v_d}{v-v_s} \right)$$

التردد الذي يدركه مراقب يساوي السرعة المتجهة للمراقب بالنسبة إلى السرعة المتجهة للموجة، مقسوماً على السرعة المتجهة للمصدر بالنسبة إلى السرعة المتجهة للموجة، وكله مضروب في تردد الموجة.

## الرنين في الأعمدة الهوائية والأوتار 8-2

**\*البطون دائماً اقل من العقد\***

أنبوب الرنين المغلق: أعمدة تبدأ بعقدة وتنتهي ببطن.

أنبوب الرنين المفتوح: أعمدة تبدأ ببطن وتنتهي ببطن.

سؤال 18 صفحة 263:

18. مصادر الصوت ما الشيء المهتز الذي ينتج الأصوات في كل مما يأتي؟  
ج/ (a) الأحيال الصوتية.  
(b) السماع.

a. الصوت البشري

b. صوت المذياع

سؤال 19 صفحة 263:

19. الرنين في الأنابيب المفتوحة ما النسبة بين طول الأنبوب المفتوح والطول الموجي للصوت لإنتاج الرنين الأول؟  
ج/ نصف طول موجي.