الكلية العلمية الإسلامية

الفيزيـــــاء

الصف التاسع

الفصل الدراسي الثاني

2026-2025

أوراق عمل الوحدة الرابعة

ميكانيكا الموائع

اسم الطالب/ـة :.....

الشعبـــة : .....

مدارس الكلية العلمية الاسلامية	ورقة عمل (1) المبحث : الفيزياء الصـف: التاسع	الجبيهة / جبل عمان
الاسم:	الوحدة الرابعة: ميكانيكا الموائع	اليوم:
الشعبة:	الدرس الأول : المائع الساكن	التاريخ:

النتاجات التعليمية المتوقعة :

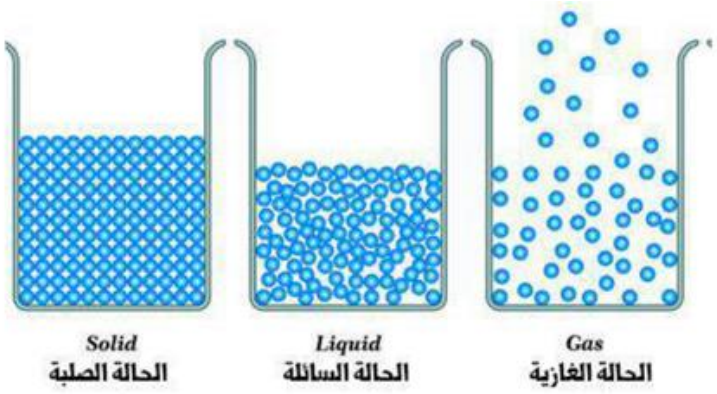
يتوقع من الطالب بعد تنفيذ ورقة العمل هذه، أن يكون قادراً على أن:

- ✓ يوضح المفاهيم الواردة بالدرس : المائع \ الضغط \ الانظمة الهيدروليكية
- ✓ يطبق على القوانين الخاصة بكل كمية فيزيائية واردة في الدرس
- ✓ يستقصي العوامل التي تؤثر على ضغط المائع عند نقطة

أولًا: مفهوم المائع

سؤال: ما هي حالات المادة ؟

1. الصُلبة 2. السائلة 3. الغازية



- ترتيب الجزيئات داخل السوائل والغازات وطبيعة الروابط التي تنشأ بين جُزيئاتها تُكسبها القدرة على الانسياب (الجريان)، وتتخذ شكل الوعاء الذي يحتويها.
انظر الشكل.

- **الموائع** : هي المواد التي لها القدرة على الجريان، وتغيير شكلها، وتشمل السوائل والغازات.

- يعتمد سلوك المائع وخصائصه على **حالته الحركية.**

- تقسم الموائع من حيث **سلوكها وحالتها الحركية** إلى قسمين هما :
  1. الموائع الساكنة
  2. الموائع المتحركة

وفي هذه الوحدة سوف يتم التركيز **فقط** على الموائع الساكنة .

✓ أتحقّقُ: لماذا تُصنَّفُ الغازاتُ والسوائلُ بأنَّها موائعُ؟

الاجابة: لأن لها القدرة على الجريان وتغيير شكلها.

ثانيًا : ضغط المائع الساكن :

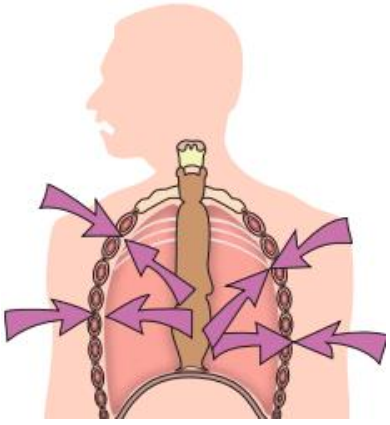
الضغط	
1	قوة عمودية تؤثر في وحدة المساحة.
2	يرمز له ب (P) ، ويقاس بوحدة (N/m^2) التي تعرف بالباسكال (Pa) حسب النظام الدولي للوحدات.
3	- من الأمثلة على الضغط الذي تتعرض له أجسامنا : 1- ضغط من الهواء المحيط بنا، يعرف بالضغط الجوي. 2- ضغط الماء على أجسامنا عندما نسبح تحت سطح الماء، ويزداد هذا الضغط بزيادة العمق.
4	نعبر عن الضغط بالعلاقة الرياضية الأتية : $P = \frac{F}{A}$ P : الضغط ويقاس بوحدة (N/m^2). F: القوة العمودية وتقاس بوحدة (N). A : المساحة وتقاس بوحدة (m^2).

✓ **أتحقّقُ**: لماذا يشعرُ الغوّاصُ بزيادةِ ضغطِ الماءِ على جسمِه بزيادةِ العمقِ الذي يسبحُ عندَه تحتَ سطح الماءِ؟

الاجابة: بزيادة ارتفاع عمود المائع فوق جسم الغواص يزداد وزن ذلك المائع، ما يؤدي إلى زيادة الضغط المؤثر في الجسم.

ملاحظات هامة:

1	- يتأثر الجسم داخل المائع بضغط؛ سببه وزن المائع فوق الجسم.
2	بزيادة ارتفاع عمود المائع فوق الجسم يزداد وزن ذلك المائع، ما يؤدي إلى زيادة الضغط المؤثر في الجسم.
3	جزيئات المائع تتحرك بحرية؛ فإن المائع يؤثر بضغط في الاتجاهات جميعها في الأجسام التي بداخله.



لماذا لا نشعر بالضغط الجوي المؤثر في أجسامنا نحو الداخل ؟

- لأن الضغط داخل أجسامنا يعادل الضغط الجوي. فمثلا، ضغط الهواء داخل الرئتين يولد قوى تؤثر نحو الخارج تعادل قوى ضغطِ الهواء الخارجي، وتُلغي تأثيرها.

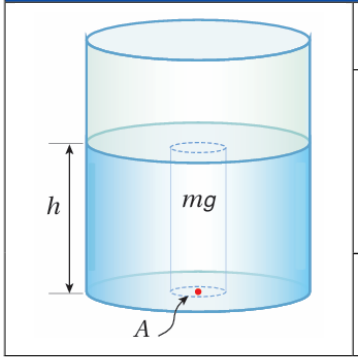
ضع دائر

يتم قياس الضغط بجميع الوحدات الآتية ما عدا:

أ) Pascal　　ب) $N.m^2$　　جـ) $N.m^{-2}$　　د) $kg/m.s^2$

ثالثًا: ضغط المائع عند نقطة داخله

نستنتج من الشكل الأتي ما يلي	
1	نقطة تقع داخل مائع ساكن (ماء مثلا) على عمق (h) من سطحه.
2	ـ القوة العمودية المسببة للضغط عند هذه النقطة، هي وزن عمود الماء ($F_g = mg$) الممتد من سطح الماء إلى وحدة المساحةِ (A) المحيطة بالنقطة.
3	إذا كان المائع سائلا متجانسا ؛ فإن كثافته (ρ) تكون ثابتة.



يُمكن حساب ضغط المائع الساكن (P_{fluid}) عند نقطة داخله وعلى عُمق (h) تحت سطحه باستخدام العلاقة الآتية:

$$P_f = \rho\, g\, h$$

حيث:

(P_f) : ضغط المائع الساكن بوحدة باسكال ($Pa.$)

(ρ): كثافة المائع بوحدة (kg/m^3)

(g): تسارع السقوط الحر ويساوي ($10\ m/s^2$)

(h): العُمق بوحدة متر (m)

سؤال:

أجد ضغط الماء المؤثر في سمكة على عمق ($2\ m$) تحت سطح بُحيرة علمًا أنّ كثافة الماء ($1 \times 10^3 kg/m^3$) وتسارع السقوط الحر ($10\ m/s^2$).

.....

.....

.....

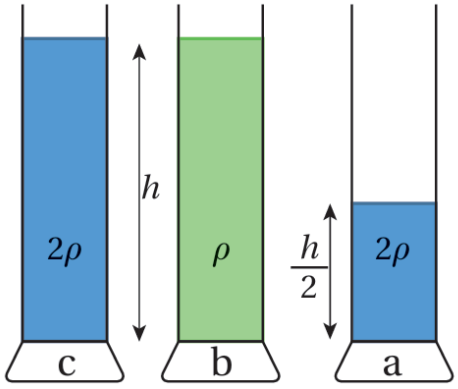
.....

.....

.....

.....

أُفكّر: يبيّنُ الشكلُ ثلاثةَ أوعيةٍ متماثلةٍ، معتمدًا على البياناتِ المُثبَتةِ على الشكلِ، أُرتّبُ ضغطَ السائلِ عند قاعدة كل من الأوعية الثلاثة (a,b,c) منَ الأكبرِ ضغطًا إلى الأقلِّ.



.....

.....

.....

.....

.....

رابعًا: العوامل التي يعتمد عليها ضغط المائع

سؤال: ما العوامل التي يعتمد عليها ضغط المائع عند نقطة داخله؟

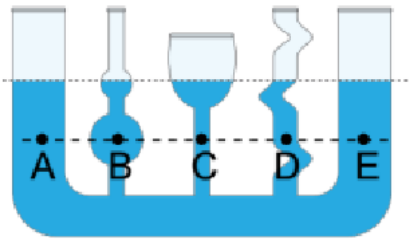
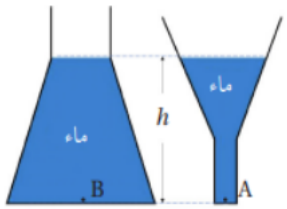
الاجابة: 1. عمق النقطة داخل المائع 2. كثافة المائع 3. تسارع السقوط الحر.

✓ أتحقّقُ: ما العلاقةُ بينَ ضغطِ المائعِ عندَ نقطةٍ داخلَه وكلٍّ من: عمقِ النقطةِ، وكثافةِ المائعِ.

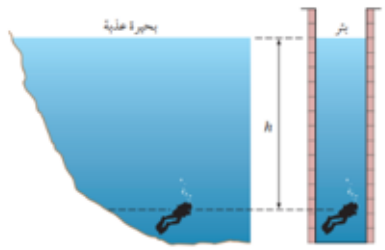
الاجابة:

بناءً على قانون ضغط المائع ($P_f = \rho\, g\, h$)، فإن العلاقة طردية.

ملاحظات :

1	يكون ضغط المائع متساويا عند النقاط جميعها التي تقع على العمق نفسه من سطح المائع.	
2	لا يعتمد ضغط المائع على شكل الوعاء الذي يحتويه ، أو مساحة سطح المائع.	
	- يكون ضغط المائع عند النقطتين (A) و (B) متساويا ؛ لأن ارتفاع الماء في الوعائين متساو. - لا يعتمد ضغط المائع على شكل الوعاء الذي يحتويه ، أو مساحة سطح المائع.	

نستنتج من الشكل	
1	الغواص يتأثر بضغط الماء نفسه في البحيرة أو في البئر، لأن كثافة الماء متساوية وأيضا يسبح على العمق نفسه.
2	الغواص يتأثر أيضا بالضغط الجوي (P_o). ويساوي دائمًا ($P_o = 1 \times 10^5\ Pa$).



- يُمكن حساب الضغط الكلي (P_{Total}) عند نقطة داخل مائع مُتجانس بالعلاقة الآتية:

$$P_T = P_o + P_f$$

حيث:

(P_T) : الضغط الكلي عند نقطة داخل مائع مُتجانس بوحدة باسكال ($Pa.$)

(P_o) : الضغط الجوي ويساوي ($1 \times 10^5 Pa.$) أو ($100\ kPa$)

(P_f) : ضغط المائع الساكن بوحدة باسكال ($Pa.$)

$$P_T = P_o + \rho\, g\, h$$

(ρ): كثافة المائع بوحدة (kg/m^3)

(g): تسارع السقوط الحر ويساوي ($10\ m/s^2$)

(h): العُمق بوحدة متر (m)

ملاحظة: - لتحويل وحدة قياس الكثافة من (g/cm^3) إلى (kg/m^3) نضرب بـِ (10^3)

- لتحويل وحدة قياس العُمق من (cm) إلى (m) نضرب بـِ (10^{-2})

المثالُ 1

أحسبُ الضغطَ الكلّيَّ المؤثِّرَ في غوّاصٍ يسبحُ في بحيرةٍ على عمقِ:

أ. (20 m) ب. (40 m)

علمًا أنَّ: كثافةَ الماءِ ($1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)، والضغطَ الجويَّ ($1 \times 10^5 \text{ Pa}$)، وتسارُعَ السقوطِ الحرِّ (10 m/s^2).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

المثالُ 2

أنبوبٌ مملوءٌ بالزئبقِ، إذا كانَ مقدارُ ضغطِ الزئبقِ عندَ أسفلِ الأنبوبِ ($1.36 \times 10^5 \text{ Pa}$)، أحسبُ ارتفاعَه، علمًا أنَّ كثافةَ الزئبقِ ($13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)، وتسارُعَ السقوطِ الحرِّ (10 m/s^2).

.....

.....

.....

.....

سؤال إضافي:

الضغطُ على سطحِ غوّاصةٍ (100 kPa) عندَما تكونُ عندَ سطحِ الماءِ، وعندَما تغوصُ على عمقِ (h) تحتَ سطحِ الماءِ يصبحُ الضغطُ (250 kPa). فما مقدارُ (h)، علمًا أنَّ كثافةَ الماءِ ($1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)؟ وتسارُعَ السقوطِ الحرِّ (10 m/s^2).

.....

.....

.....

.....

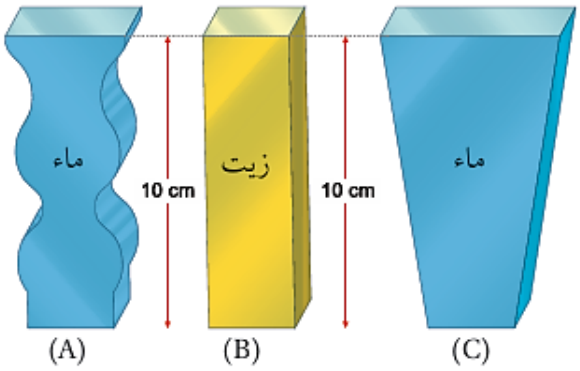
.....

.....

مراجعة الوحدة/ صفحة (29) من الكتاب

1 . أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

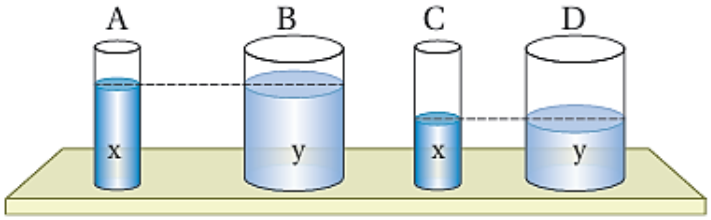
1 . يبيّنُ الشكلُ المجاورُ ثلاثةَ أوعيةٍ: اثنينِ منها يحتويانِ على الماءِ والثالثَ يحتوي على زيتٍ. وارتفاعُ السوائلِ في الأوعيةِ الثلاثةِ متساوٍ. إذا علمتُ أنَّ كثافةَ الماءِ أكبرُ من كثافةِ الزيتِ، فإنَّ الترتيبَ التنازليَّ للضغطِ على قاعدةِ كلٍّ منَ الأوعيةِ الثلاثةِ:



أ . $P_A > P_B > P_C$ ب . $P_A = P_C > P_B$

جـ. $P_B > P_A = P_C$ د . $P_A = P_B = P_C$

2 . سائلانِ (x, y)، كثافتاهما $(\rho_x = 1010\ kg/m^3)$ و $(\rho_y = 950\ kg/m^3)$. عندَ صبِّ السائلَينِ في الأوعيةِ المبيَّنةِ في الشكلِ المجاورِ، فإنَّ أكبرَ ضغطٍ يكونُ على قاعدةِ الوعاءِ:



أ . A ب . B

جـ. C د . D

3 . الضغطُ الجويُّ عندَ مستوى سطحِ البحرِ (100 kPa)، وكثافةُ ماءِ البحرِ $(1020\ kg/m^3)$. على أيِّ عمقٍ تحتَ سطحِ الماءِ يكونُ الضغطُ الكليُّ (151 kPa)؟ علمًا أنّ تسارع السقوط الحر $(10\ m/s^2)$

أ . 5 m ب . 25 m جـ. 50 m د . 55 m

.....

.....

.....

.....

.....

.....

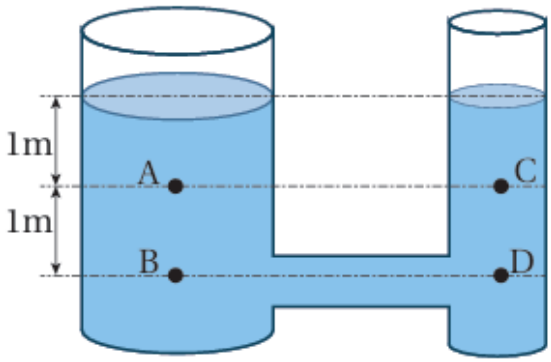
.....

.....

.....

.....

7. معتمدًا على البياناتِ المُثبَّتةِ على الشكلِ المجاورِ، وإذا علمتُ أنَّ مِساحةَ مقطعِ الأنبوبِ الرفيعِ نصفُ مِساحةِ مقطعِ الأنبوبِ العريضِ، وأنَّ الضغطَ الجويَّ (100 kPa)، والسائلَ الذي يملأُ الوعاءَ ماءً كثافتُه ($1 \times 10^3\ kg/m^3$)، فإنَّ الضغطَ الكليَّ عندَ النقاطِ: (A, B, C, D) بوحدةِ (kPa).



تسارُعَ السقوطِ الحرِّ ($10\ m/s^2$).

أ. $P_A = P_B = 10,\ P_C = P_D = 20$

ب. $P_A = P_C = 10,\ P_B = P_D = 20$

جـ. $P_A = 110,\ P_B = 120,\ P_C = 55,\ P_D = 60$

د. $P_A = P_C = 110,\ P_B = P_D = 120$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

1. أي العبارات الآتية تُعبّر بشكل صحيح عن الضغط الجوي؟

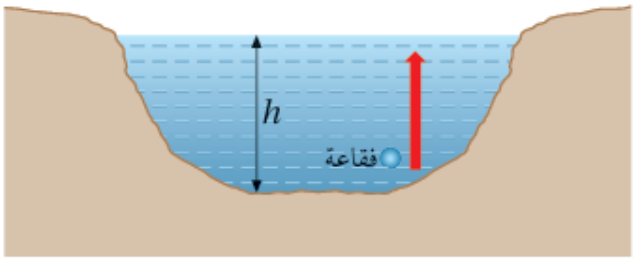
أ. القوة الناتجة عن حركة جزيئات الماء
ب. وزن عمود الهواء المؤثر على وحدة المساحة
ج. القوة المؤثرة في الأجسام داخل السوائل
د. ناتج ضرب الكتلة في تسارع الجاذبية

2. أي العبارات الآتية صحيحة عند زيادة عمق جسم مغمور في الماء؟

أ. الضغط الجوي يزداد والضغط المائي يبقى ثابتًا
ب. الضغط المائي يزداد بينما الضغط الجوي يبقى ثابتًا
ج. الضغط الكلي يقل مع زيادة العمق
د. الضغط الجوي ينعدم داخل الماء

مراجعة الوحدة/ صفحة (31) من الكتاب

4. يبيّنُ الشكلُ بحيرةً عمقُ الماءِ فيها (12 m)، وكثافةُ الماءِ ($1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$): تسارُعَ السقوطِ الحرِّ (10 m/s^2).



أ . **أحسبُ** الضغطَ الكليَّ عندَ أسفلِ البحيرةِ، إذا كانَ الضغطُ الجويُّ ($P_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$).

ب . **التفكيرُ الناقدُ:** هلْ يتغيّرُ حجمُ فقاعةِ غازٍ تنطلقُ منْ أسفلِ البحيرةِ إلى سطحِها ؟ أفسّرُ إجابتي.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. **التفكيرُ الناقدُ:** تُبحِرُ غوّاصةٌ على عمقِ (20 m) تحتَ سطحِ ماءِ البحرِ، ضغطُ ماءِ البحرِ على هذا العمقِ (P)، وكثافةُ ماءِ البحرِ (ρ_s). ثمَّ تُبحِرُ الغوّاصةُ نفسُها في ماءٍ عذبٍ على عمقِ (20.6 m) تحتَ سطحِ الماءِ، كثافةُ الماءِ العذبِ (ρ_f)، حيثُ ($\rho_s = 1.03\ \rho_f$). فهلْ تتأثّرُ الغوّاصةُ في الماءِ العذبِ بضغطٍ مساوٍ أمْ أكبرَ أمْ أقلَّ منَ الضغطِ (P) المؤثِّرِ بها في ماءِ البحرِ؟ أُعطي دليلًا يدعمُ صحّةَ إجابتي.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

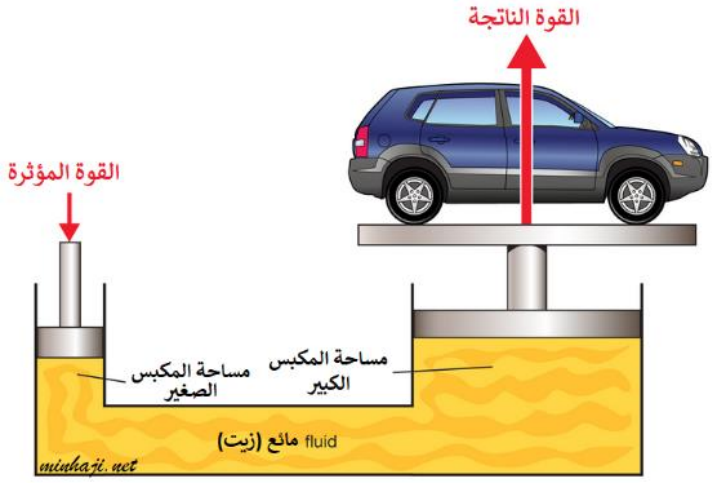
خامسًا: الأنظمة الهيدروليكيّة

تذكّر: قاعدة باسكال: المائع المحصور عندما يتعرض لضغط إضافي ناتج عن قوة خارجية، فإن هذا الضغط ينتقل إلى أجزاء المائع جميعها بالمقدار نفسه.

وضح آلية عمل الأنظمة الهيدروليكية
- تعتمد في عملها على استخدام السوائل المحصورة لنقل الحركة. حيث إذا تعرض السائل المحصور لضغط خارجي، فإن هذا الضغط ينتقل إلى أجزاء السائل جميعها بالمقدار نفسه.
أذكر أمثلة على الأنظمة الهيدروليكية
1- الروافع الهيدروليكية. ب- نظام الكوابح الموجود بالسيارة.
- تعتبر الروافع الهيدروليكية تطبيقا عمليا على الضغط الناتج عن القوى الخارجية.

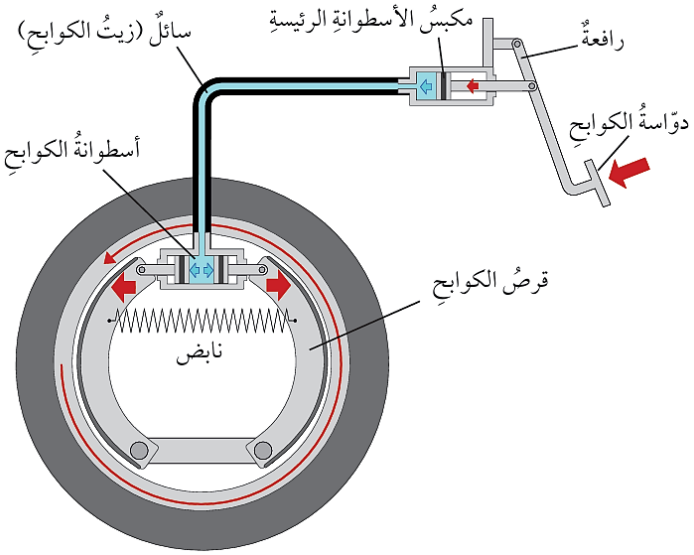
آلية عمل الروافع الهيدروليكية

عندما تؤثر قوة صغيرة في المكبس الصغير على المساحة (A_1) يتولد ضغط ينتقل إلى أجزاء السائل جميعها، على أن يكون لكل جزء من أجزاء السائل قيمة الضغط نفسها ووفقاً لقاعدة باسكال، فإن الضغط سينتقل إلى المكبس الكبير ذي المساحة (A_2) مولداً قوة تؤثر في المكبس فيرتفع إلى الأعلى.



آلية عمل نظام الكوابح في السيارة

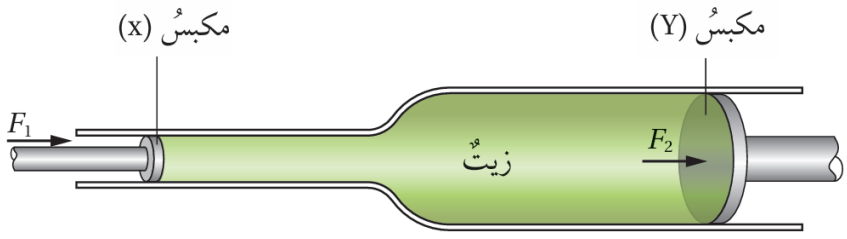
عندما يضغط السائق بقدمه على دواسة الكوابح، تدفع الرافعةُ المتصلة بالدوّاسة مكبس الأسطوانة الرئيسة، فينتقل الضغط إلى أجزاء سائل الكوابح جميعها الذي يملأ الأسطوانة والأنابيب المتصلة بها، ليصل إلى أسطوانة الكوابح، فيضغط مكبسا الأسطوانة قرص الكوابح نحو الخارج باتجاهين متعاكسين كما في الشكل، فينشأ بين قرصي الكوابح والإطار قوة احتكاك تؤدّي إلى إيقاف السيارة.



ووفقًا لقاعدة باسكال فإنّ الضغط ينتقل إلى أجزاء المائع جميعها بالمقدار نفسه، أي أنّ:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



الشكل يُمثّل مقطعًا من نظام الكوابح في السيارة

مراجعة الوحدة/ صفحة (31)

3. يبيّنُ الشكلُ مقطعًا منْ نظامِ الكوابحِ في السيارةِ. مستعينًا بالشكلِ أجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

لتحويل وحدة قياس المساحة من (cm^2) إلى (m^2) نضرب بـ (10^{-4})

أ . أحسبُ مقدارَ الضغطِ على الزيتِ المحصورِ في الأسطوانةِ، الناتجِ منْ قوةٍ مقدارُها $(F_1 = 90\ N)$ تؤثّرُ في مِكبسِ الأسطوانةِ (x)، علمًا أنَّ مساحةَ سطحِه $(48\ cm^2)$.

.....

.....

.....

ب . ينتقلُ الضغطُ عبرَ الزيتِ إلى المِكبسِ (Y) فيتأثّرُ بقوّةٍ (F_2)، لماذا يكونُ مقدارُ القوّةِ (F_2) المؤثّرةِ في المِكبسِ (Y) أكبرَ من مقدارِ القوّةِ (F_1)؟

.....

.....

.....

جـ. أفسّرُ: لا يعملُ نظامُ الكوابحِ على النحوِ المطلوبِ، إذا تسرّبتْ فقاعاتُ هواءٍ إلى الأسطوانةِ.

.....

.....

6. صمّمتْ مجموعةٌ منَ الطالباتِ نموذجًا لرافعةٍ هيدروليكيّةٍ، على نحوِ ما هو مبيَّنٌ في الشكلِ المجاورِ.

أ . أصفُ كيفَ يعملُ النموذجُ؟

ب . أقترحُ: كيفَ يمكنُ تطويرُ النموذجِ؟

الاجابة:

أ. يعمل النموذج اعتمادًا على قاعدة باسكال، والذي ينص على أنَ " المائع المحصور عندما يتعرض لضغط إضافي ناتج عن قوة خارجية، فإن هذا الضغط ينتقل إلى أجزاء المائع جميعها بالمقدار نفسه"

ب. - يمكن تطوير النموذج بزيادة طول الذراع وبالتالي لزيادة الفائدة الآلية له.

- استخدام محاقن ذات مساحات مختلفة لزيادة القوة الناتجة.

مراجعةُ الدرسِ

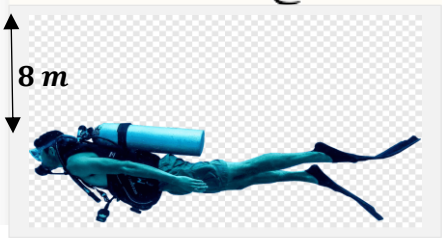
1 . **الفكرةُ الرئيسةُ:** ما العواملُ التي يعتمدُ عليها ضغطُ المائعِ عندَ نقطةٍ داخلَه؟

.....

.....

.....

2 . **أحسُبُ** الضغطَ الكليَّ المؤثّرَ في غوّاصٍ يسبحُ على عمقِ (8 m) تحتَ سطحِ ماءٍ:



أ . بحيرةٍ، حيثُ كثافةُ الماءِ ($1 \times 10^3\ kg/m^3$).

ب . البحرِ، حيثُ كثافةُ الماءِ ($1.03\ g/cm^3$).

(أفترضُ أنَّ $P_0 = 1 \times 10^5\ Pa$ ، $g = 10\ m/s^2$).

.....

.....

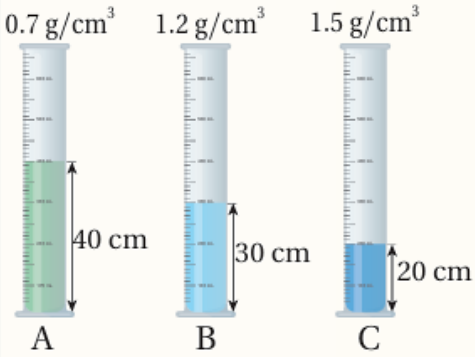
.....

.....

.....

.....

3 . **أستخدمُ المتغيّراتِ:** يبيّنُ الشكلُ المجاورُ ثلاثةَ أنابيبَ (A, B, C) تحتوي على سوائلَ مختلفةٍ. معتمدًا على البياناتِ المُثبَتةِ على الشكلِ، في أيِّ الأنابيبِ الثلاثةِ يكونُ ضغطُ السائلِ عندَ قاعدةِ الإناءِ الأكبرَ مقدارًا؟



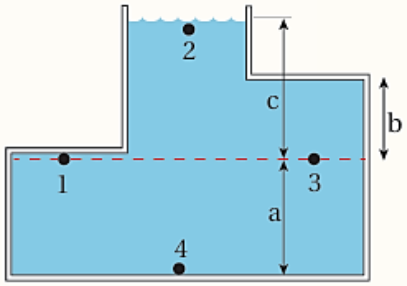
.....

.....

.....

.....

.....



4 . **أحلّلُ وأستنتجُ:** يبيّنُ الشكلُ المجاورُ أربعَ نقاطٍ داخلَ وعاءٍ مملوءٍ بالماءِ. معتمدًا على الشكلِ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ . أيُّ الارتفاعاتِ الرأسيّةِ المشارِ إليها بالرموزِ (a, b, c) يلزمُني لحسابِ ضغطِ الماءِ عندَ النقطةِ (3)؟ أفسّرُ إجابتي.

ب . أرتّبُ النقاطَ: (1, 2, 3, 4) وفقًا لقيمِ الضغطِ عندَها منَ الأكبرِ مقدارًا إلى الأقلِّ.

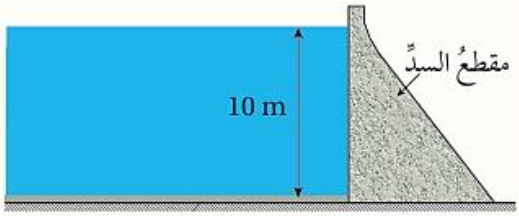
.....

.....

.....

.....

.....



5 . **التفكيرُ الناقدُ:** السدُّ هو جدارٌ رأسيٌّ يحجزُ الماءَ خلفَهُ، ويبيّنُ الشكلُ المجاورُ سدًّا ارتفاعُ الماءِ فيهِ (10 m). معتمدًا على البياناتِ المُثبَتةِ على الشكلِ، أُجيبُ عمَّا يأتي:

أ . **أحسبُ** ضغطَ الماءِ على عمقِ (5 m) تحتَ سطحِ الماءِ، (كثافةُ الماءِ = $1 \times 10^3\ kg/m^3$).

ب . **أحسب** ضغطَ الماءِ على عمقِ (10 m) تحتَ سطحِ الماءِ.

جـ . **أفسّرُ** معتمدًا على إجابتي على الفرعينِ السابقينِ، لماذا يكونُ سُمكُ قاعدةِ السدِّ أكبرَ من سُمكِ جزئِه العُلويِّ؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مدارس الكلية العلمية الاسلامية	ورقة عمل (2) المبحث : الفيزياء الصـف: التاسع	الجبيهة / جبل عمان
الاسم:	الوحدة الرابعة: ميكانيكا الموائع	اليوم:
الشعبة:	الدرس الثاني : قياس الضغط	التاريخ:

النتاجات التعليمية المتوقعة :

يتوقع من الطالب بعد تنفيذ ورقة العمل هذه، أن يكون قادراً على أن:

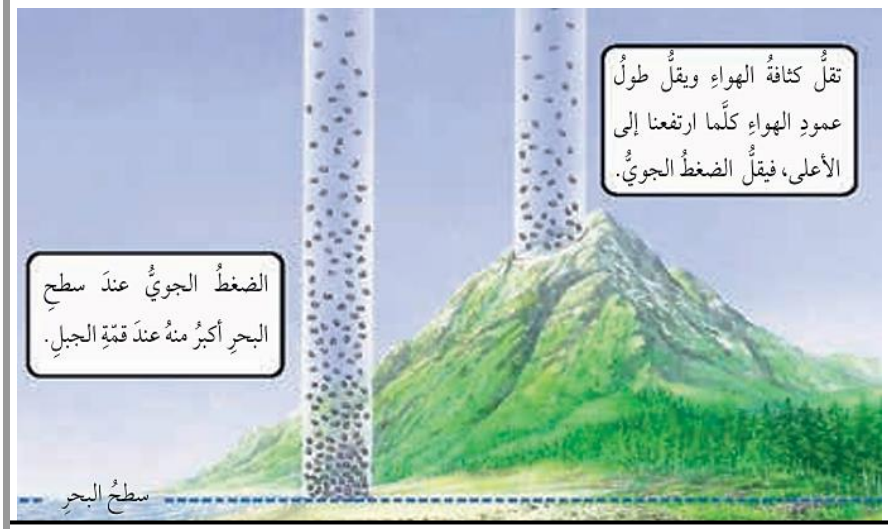
- ✓ **يتعرف أجهزة قياس الضغط ، والضغط الجوي (البارومیتر، المانومیتر)**
- ✓ **يُطبق بحل مسائل على البارومیتر الزئبقي، والمانومیتر**

أولًا: الضغط الجوي

- تُحاط الأرضَ بغلاف من الغازاتِ يُسمَّى **الغلاف الجوي**، ويؤثر هذا الغلافُ بضغط في الأجسام الموجودة على سطح الأرض، يُعرفُ بالضغط الجوي.
- **الضغط الجوي**: هو وزن عمود الهواء المؤثر في وحدة المساحة عند منطقة ما على سطح الأرض.

سؤال: يتأثر الضغط الجوي بعوامل عدة منها، اذكرها.

1. **درجة الحرارة**
2. **الارتفاع عن مستوى سطح البحر.**



سؤال: كيف يتأثر الضغط الجوي بالارتفاع عن مستوى سطح البحر؟

الاجابة: كلما قل طول عمودِ الهواء فوق سطح البحر، فإنَّ وزن عمودِ الهواء المؤثر في وحدةِ المساحة يقلُّ، فيكون الضغط الجوي منخفضًا. في حين يكونُ الضغط الجوي مرتفعًا في الأماكن المنخفضة؛ نتيجة ازدياد وزنِ عمود الهواء المؤثر في وحدة المساحة. أتأمل الشكل .

2. أصفُ كيفَ يتغيّرُ الضغطُ الجويُّ بزيادةِ الارتفاعِ عن سطحِ البحرِ، وضغطُ الماءِ بزيادةِ العمقِ تحتَ سطحِ الماءِ.

الإجابة: يقل الضغط الجوي كلما ارتفعنا عن سطح البحر ؛ أما ضغط الماء يزداد بزيادة العمق تحت سطح الماء.

ثانيًا: قياس الضغط الجوي

- يُقاس الضغط الجوي بأجهزة متنوعة منها:

1. البارومیتر الزئبقي

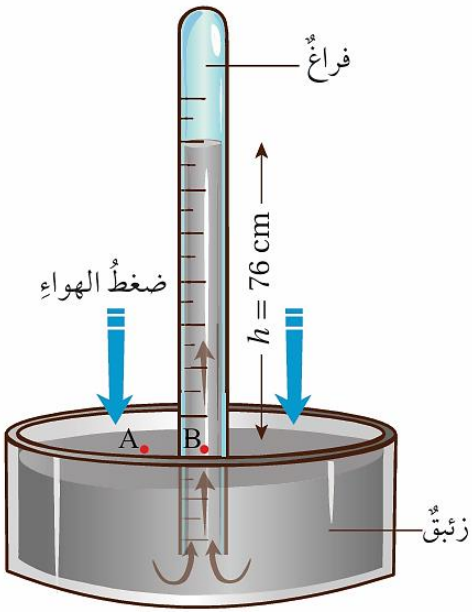
2. البارومیتر الفلزي

البارومیتر الزئبقي:

البارومیتر الزئبقي	
1	هو جهاز يتكون من أنبوب يحتوي على زئبق يوضع مقلوبا في وعاء مملوء بالزئبق، على ألا يسمح بتسرب الهواء إلى الأنبوب.
2	جهازا بسيطًا اخترعه العالم تورشيللي عام 1643.
3	ألية عمل البارومیتر الزئبقي يقوم يضغط الهواء على سطح الزئبق في الوعاء، فيرتفع الزئبق داخل الأنبوب.
4	- عند مستوى سطح البحر، وعند درجة حرارة (15 °C) فإن طول عمود الزئبق في الأنبوب يستقر عند ($76cm$) بالنسبة إلى سطح الزئبق في الوعاء، وهنا يكون ضغط عمود الزئبق في الأنبوب مساويا للضغط الجوي ويكون في حالة اتزان سكوني.

سؤال:

يُبيّن الشكل المجاور بارومیتر زئبقي استُخدم لقياس الضغط الجوي عند سطح البحر، مُستعينًا بالشكل والبيانات المثبتة عليه، احسب الضغط الجوي، عِلمًا أن كثافة الزئبق ($\rho_{\text{زئبق}} = 13.6 \times 10^3 kg/m^3$) وتسارع السقوط الحر ($g = 10\ m/s^2$).



.....

.....

.....

.....

.....

عـادةً، يُتّخذُ الضغطُ الجـويُّ عندَ مستـوى سـطحِ البحرِ مرجعًا؛ ومقدارُه (1.013×10^5 Pa) يمثّلُ ضغطًا جويًّا واحدًا (1 atm)، حيثُ:

$$1\ \text{atm} = 1.013 \times 10^5\ \text{Pa} \approx 1.0 \times 10^5\ \text{Pa}$$

ويمكنُ أيضًا التعبيرُ عنِ الضغطِ بوحدةِ السنتيمتر زئبق (cmHg)، فالضغطُ الجويُّ عندَ مستوى سطحِ البحرِ يساوي (76 cmHg).

مُلخّص

$$\mathbf{1\ atm = 1 \times 10^5 Pa}$$

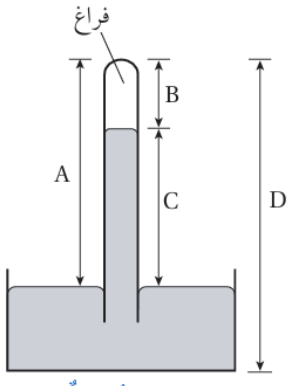
$$\mathbf{h = 76\ cm \rightarrow P_o = 76\ cmHg}$$

سؤال: أضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي الارتفاعات المُثبتة على الشكل تُستخدم في حساب الضغط الجوي؟

أ. A ب. B

ج. C د. D



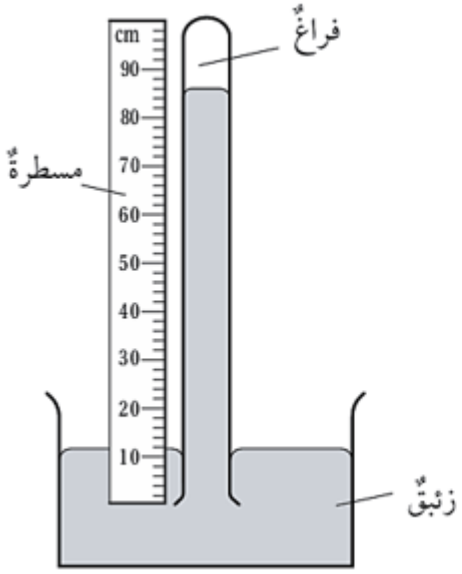
بارومیترُ زئبقيٌّ

2. مقدار الضغط الجوي ($3\ atm$) يُكافئ بوحدة باسكال (Pa):

أ. 1×10^5 ب. 76×10^5 ج. 3 د. 3×10^5

3. استُخدم بارومتر زئبقي لقياس الضغط الجوي في منطقة ما، فكان ارتفاع عمود الزئبق ($72\ cm$)، فإنّ مقدار الضغط الجوي في تلك المنطقة بوحدة ($cmHg$):

أ. 1×10^5 ب. 72×10^5 ج. 72 د. 720



4 . يبيّنُ الشكلُ المجاورُ بارومترَ زئبقيًّا استُخدِمَ لقياسِ الضغطِ الجويِّ. أيُّ الأطوالِ الآتيةِ يستخدمُ لحسابِ مقدارِ الضغطِ الجويِّ الذي قاسهُ البارومترُ بوحدةِ (cmHg)؟

أ . 12 ب . 74

جـ. 86 د . 100

5. إذا علمت أنّ الضغط الجوي عند قمة جبل ايفرست ($33\ kPa$)، فإنّ مقدار الضغط الجوي بوحدة (atm):

أ. 33×10^3 ب. 0.33×10^5 ج. 33 د. 0.33

أفكّر: لماذا يُزوَّدُ متسلّقو الجبالِ بأسطواناتٍ تحتوي على أكسجين مضغوطٍ؟

الإجابة:

لأنّ الضغط الجوي يقل كلما ارتفعنا عن سطح الأرض، فتنخفض كمية الأكسجين التي تدخل إلى الدم أثناء التنفس، لذلك يُزوّد متسلقو الجبال بأسطوانات تحتوي على أكسجين مضغوط لتعويض النقص في الأكسجين ومساعدة الجسم على التنفس الطبيعي.

المثالُ 3

للتحويل من (mm) إلى (m) نضرب بـ (10^{-3}).
للتحويل من (mm) إلى (cm) نضرب بـ (10^{-1}).

استُخدِمَ بارومترٌ زئبقيٌّ لقياسِ الضغطِ الجويِّ في مِنطقةٍ ما، فكانَ ارتفاعُ عمودِ الزئبقِ (730 mm)، أحسبُ الضغطَ الجويَّ في تلكَ المِنطقةِ، بوحدتَي (Pa) و (cmHg). $g = 10\ \mathrm{m/s^2},\ \rho = 13.6 \times 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$

.....

.....

.....

.....

.....

تمرين

أحسبُ طولَ عمودِ الزئبقِ في أنبوبِ بارومیتر، استُخدِمَ في مِنطقةِ البحرِ الميتِ لقياسِ الضغطِ الجويِّ، إذا كانَ الضغطُ الجويُّ في تلكَ المِنطقةِ (108.8 kPa).

$g = 10\ \text{m/s}^2,\ \rho = 13.6 \times 10^3\ \text{kg/m}^3$

.....

.....

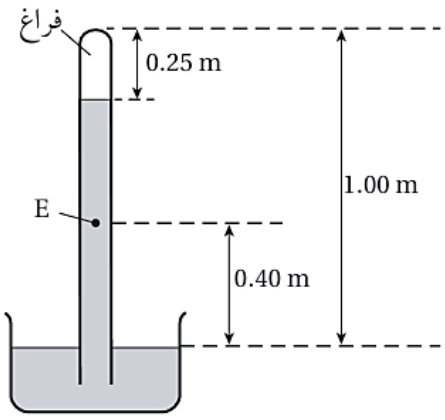
.....

.....

.....

.....

المثالُ 4



استُخدِمَ البارومیترُ الزئبقيُّ المُبيَّنُ في الشكلِ المجاورِ لقياسِ الضغطِ الجويِّ في مِنطقةٍ ما على سطحِ الأرضِ. معتمِدًا على البياناتِ المثبتةِ على الشكلِ، أجيبُ عمّا يأتي:

أ . أحسُبُ الضغطَ الجويَّ في تلكَ المِنطقةِ.

ب. أحسبُ الضغطَ عندَ النقطةِ (E).

جـ. ماذا يحدثُ لارتفاعِ عمودِ الزئبقِ في الأنبوبِ عندَ استخدامِ البارومیترِ لقياسِ الضغطِ الجويِّ عندَ قمّةِ جبلٍ مرتفعةٍ؟

$g = 10\ \text{m/s}^2,\ \rho = 13.6 \times 10^3\ \text{kg/m}^3$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

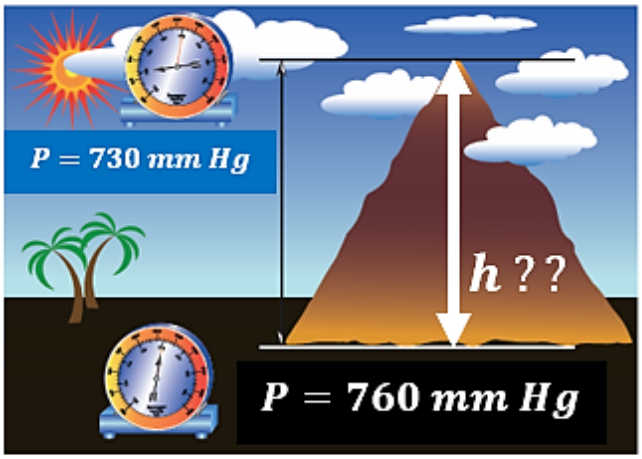
.....

.....

.....

مراجعة الوحدة/ صفحة (32) من الكتاب

7. **أحلّلُ:** يُبيّنُ الشكلُ المجاورُ قراءتَي بارومترَ عندَ أسفلِ جبلٍ وأعلاهُ، معتمدًا على البياناتِ المُثبَتةِ على الشكلِ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



أ . أحسبُ الفرقَ في الضغطِ بينَ أسفلِ الجبلِ وأعلاهُ بوحدةِ الباسكالِ، علمًا أنَّ كثافةَ الزئبقِ تساوي ($13.6 \times 10^3\ kg/m^3$).

ب . أحسبُ ارتفاعَ الجبلِ، علمًا أنَّ متوسطَ كثافةِ الهواءِ يساوي ($1.2\ kg/m^3$).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

---

8. **التفكيرُ الناقدُ:** عندَ استخدامِ بارومترَ زئبقيٍّ لقياسِ الضغطِ الجويِّ عندَ مستوى سطحِ البحرِ، فإنَّ طولَ عمودِ الزئبقِ في الأنبوبِ يستقرُّ عندَ (76 cm) بالنسبة إلى سطحِ الزئبقِ في الوعاءِ.

أ . ماذا لو استُخدمَ الماءُ بدلًا منَ الزئبقِ، فكمْ سيكونُ ارتفاعُ عمودِ الماءِ في البارومترِ عندَ مستوى سطحِ البحرِ؟

ب . لماذا لا يُستخدَمُ الماءُ في البارومترِ ويُستخدمُ الزئبقُ؟ أُعطي دليلًا علميًّا يدعمُ إجابتي معتمدًا على النتيجةِ التي توصّلْتُ إليها في الفرعِ (أ).

..

الإجابة:

أ. المُعطيات: ($P_o = 1 \times 10^5\ Pa,\ \ g = 10\ m/s^2,\ \rho_{ماء} = 1 \times 10^3 kg/m^3$)

$$P_o = \rho g h$$

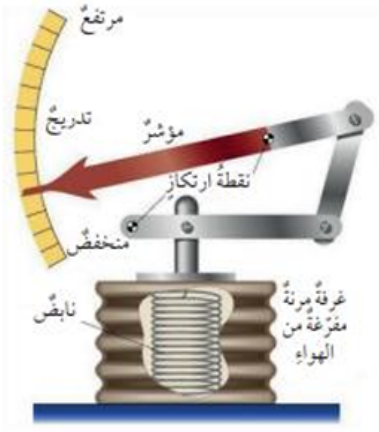
$$1 \times 10^5 = 1 \times 10^3 \times 10 \times h$$

$$h = 10\ m$$

ب. لأنّ ارتفاع عمود الماء كبير جدًا، وبالتالي ليس من العملي استخدام الماء بدلًا من الزئبق.

البارومیتر الفلزي:

البارومیتر الفلزي	
1	جهاز يستخدم في قياس الضغط الجوي ، لا يستخدم فيه الزئبق أو اي سائل أخر ويسمى بارومیتر لا سائلي .
2	يستخدم هذا النوع من الأجهزة على نطاق واسع بدلا مـن البارومیتر الزئبقي؛ لصغر حجمه، وسهولة نقله وحمله.
ألية عمل البارومیتر الفلزي	
1	يحتوي البارومیتر على غرفةٍ فلزية مفرغة من الهواء تقريبا و مثبت بداخلها نابض، يسمح النابض للغرفة بالتمدد والتقلص بما يتناسب مع ضغط الهواء المحيط بها.
2	فإذا زاد ضغط الهواء انخفض السطح العلوي للغرفة إلى الأسفل، وإذا قل ضغط الهواء ارتفع سطح الغرفة إلى الأعلى.
3	تنتقل حركة الغرفة إلى مؤشر البارومیتر عن طريق رافعة ميكانيكية، فيدور المؤشر بما يتناسب مع ضغط الهواء المراد قياسه. ويقرأ البارومیتر مقدار هذا الضغط من خلال الرقم الظاهر على التدريج الدائري المقابل للمؤشر.



البارومیترُ الفلزّيُّ.

✓ **أتحقّقُ:** ما الفكرةُ الرئيسةُ التي يعتمدُ عليها مبدأُ عملِ البارومیترِ الفلزيِّ؟

.

الإجابة:

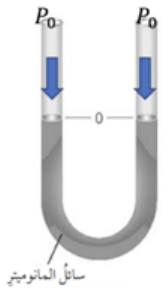
يسمح النابض للغرفة بالتمدد والتقلص بما يتناسب مع ضغط الهواء المحيط بها، ثم تنتقل حركة الغرفة إلى مؤشر البارومیتر عن طريق رافعة ميكانيكية، فيدور المؤشر بما يتناسب مع ضغط الهواء المراد قياسه.

ثالثًا: قياس ضغط المائع

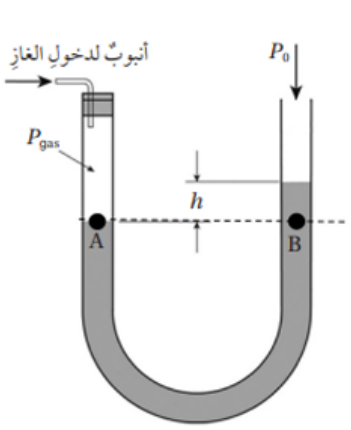
- يقاس ضغط المائع (غـاز أو سائل) باستخدام أجهـزة متنوعة،منـها المانوميتر.

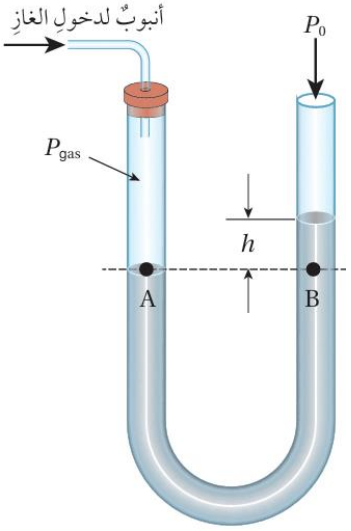
المانوميتر:

المانوميتر	
1	أنبوب مفتوح من الطرفين على شكل حرف (U) يحتوي على سائل مثل الزئبق أو الماء ، ويستخدم لقياس ضغط الغازات والسوائل المحصورة.
2	إن طرفي الأنبوب معرضان للضغط الجوي نفسـه، لذا يكون ارتفاع السـائل متساويًا في ذراعي الأنبوب.



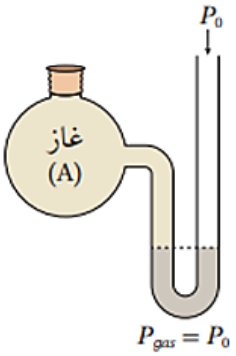
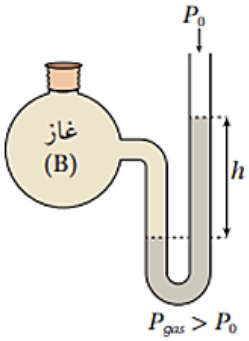
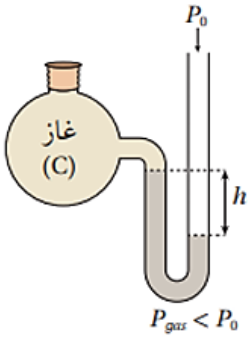
ألية عمل جهاز المانوميتر	
1	- توصل أسطوانة الغاز بإحدى ذراعي المانوميتر، في حين تظل الذراع الأخرى مفتوحة، وبذلك يتم تعريـض سـائل المانوميتـر لـضـغـط الغاز عند إحدى الذراعين، وللضغط الجوي عند الذراع الأخرى.
2	إذا كان ضغط الغاز أكبر من الضغط الجوي، انخفض السائل في الذراع المتصلة بالغاز وارتفع في الذراع الأخرى.
3	بالاعتماد على مبدأ تساوي الضغـط (في السائل نفسه) عند النقاط جميعها الواقعة على المستوى الأفقي نفسه، يمكن حساب ضغط الغاز.
4	ففي الشكل يكون ضغط الغاز المؤثر في النقطة (A)مساويًا لمجموع الضغط الجوي وضـغـط عمود السائل (h) المؤثرين في النقطة (B) ، أي أنَّ: $$P_A = P_B$$ $$P_{gass} = P_o + \rho hg$$





✓ **أتحقّـقُ:** فـي الشـكلِ إذا كانَ ضغطُ عمودِ السـائلِ (h) فوقَ النقطـةِ (B) يسـاوي (5 cmHg) والضغـطُ الجويُّ (75 cmHg)، فما ضغـطُ الغـازِ بوحدةِ (cmHg)؟

الحالات الثلاثة التي يستخدم فيها المانوميتر لقياس ضغط الغازات المحصورة

		
ضغط الغاز (A) يساوي الضغط الجوي : $P_{gass} = P_o$	ضغط الغاز (B) أكبر الضغط الجوي : $P_{gass} > P_o$ $P_{gass} = P_o + \rho gh$	ضغط الغاز (C) أقل الضغط الجوي : $P_{gass} < P_o$ $P_{gass} = P_o - \rho gh$

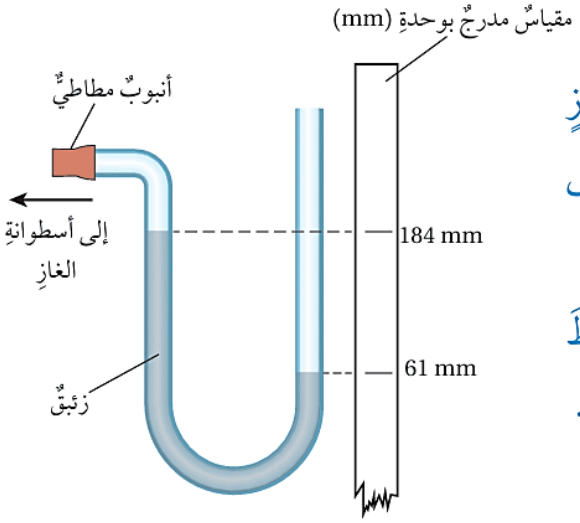
تصنع المانوميترات بأشكال مختلفة، ولها تطبيقات عملية كثيرة، منها

1- قياس ضغط الغاز في أنظمة التدفئة وضبط ضغطه.
2- قياس ضغط الغاز في أنابيب نقل الغاز.
3- قياس ضغط البخار في محطات توليد الطاقة الكهربائية.

ملاحظة:

للتحويل من (mm) إلى (m) نضرب بـ (10^{-3}).

المثالُ 5



يبيّنُ الشكلُ المجاورُ مانوميترَ استُخدِمَ لقياسِ ضغطِ غازٍ محصورٍ في أسطوانةٍ. معتمدًا على البياناتِ المُثبَتةِ على الشكلِ، أحسبُ ضغطَ الغازِ.

علمًا أنَّ: كثافةَ الزئبقِ $(13.6 \times 10^3\ kg/m^3)$، والضغطَ الجويَّ $(1 \times 10^5\ Pa)$، وتسارُعَ السقوطِ الحرِّ $(10\ m/s^2)$.

.....

.....

.....

.....

.....

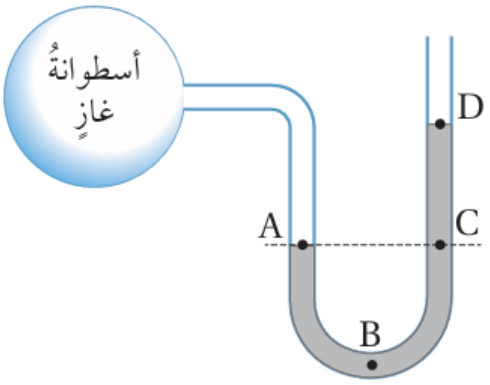
.....

.....

مراجعة الوحدة/ صفحة (30) من الكتاب

سؤال: أضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة فيما يلي:

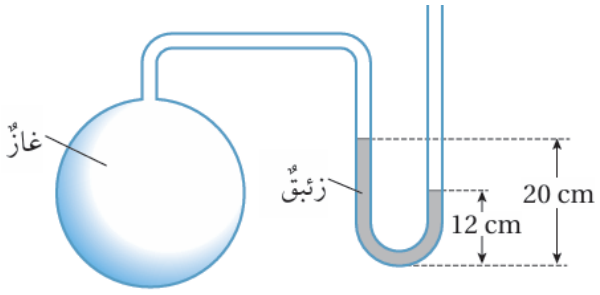
5. يُبيّنُ الشكلُ المجاورُ مانوميترَ، طرفُه الأولُ يتّصلُ بأسطوانةِ غازٍ، وطرفُه الثاني مفتوحٌ. النقطةُ التي يكونُ عندَها مقدارُ الضغطِ الكليِّ أكبرَ ما يمكنُ هي:



أ . A　　ب . B

جـ. D　　د . C

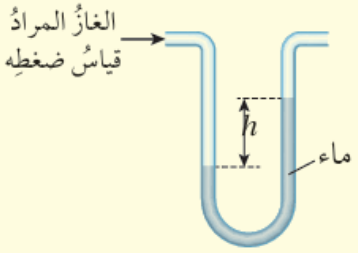
6. يبينُ الشكلُ المجاورُ مانوميترَ طرفُه الأولُ يتّصلُ بأسطوانةِ غازٍ، وطرفُه الثاني مفتوحٌ. إذا كانَ الضغطُ الجويُّ يساوي (76 cmHg)، فإنَّ ضغطَ الغازِ بوحدةِ (cmHg):



أ . 56　　ب . 68

جـ. 84　　د . 96

أفكّر: السائلُ المُستخدَمُ في المانوميترِ المُبيَّنُ في الشكلِ هو الماءُ، واستُخدمَ المانوميترُ لقياسِ ضغطِ غازٍ، فكانَ الفرقُ في ارتفاعِ الماءِ بينَ ذراعيهِ (h). لو استُخدِمَ سائلٌ ذو كثافةٍ أكبرَ بدلًا منَ الماءِ، فماذا يحدثُ لمقدارِ (h)؟ أفسّرُ إجابتي.



الإجابة:

إذا استخدم سائل ذو كثافة أكبر من كثافة الماء، فإن مقدار الارتفاع (h) سيكون أقل من الحالة الأولى؛ فمن العلاقة:

$$P_{gas} = P_0 + \rho hg$$

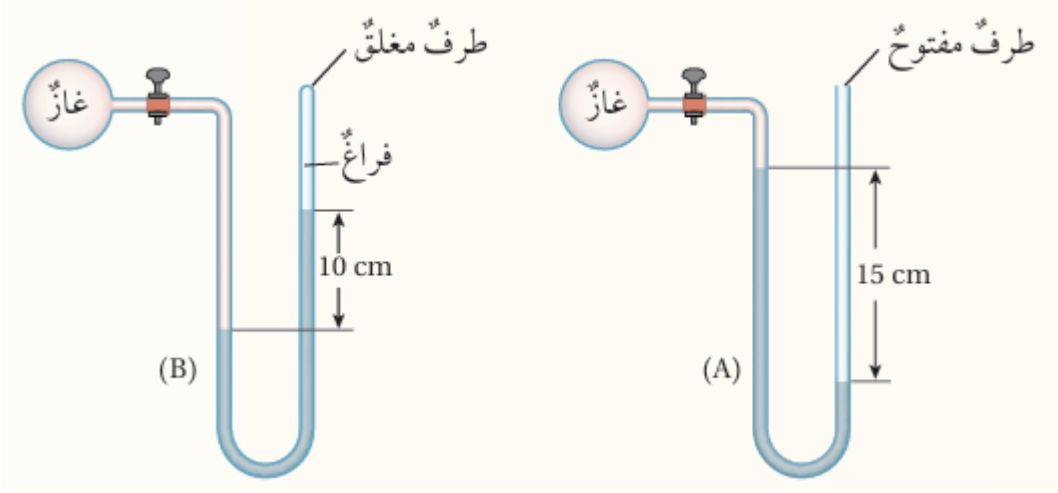
وبثبوت العوامل الأخرى فإن العلاقة بين الارتفاع والكثافة علاقة عكسية.

مراجعةُ الدرسِ

1 . **الفكرةُ الرئيسةُ:** أذكرُ استخدامًا واحدًا لكلٍّ مما يأتي: البارومترِ والمانومترِ .

الاجابة: البارومتير؛ يستخدم لقياس الضغط الجوي.
المانوميتر؛ يستخدم لقياس ضغط الغازات والسوائل المحصورة.

2 . **أحسبُ:** مانوميترٌ زئبقيٌّ استُخدمَ لقياسِ ضغطِ غازينِ مختلفينِ، مستعينًا بالبياناتِ المُثبَتةِ على الشكل، أحسبُ ضغطَ الغازِ الذي يقيسُه المانوميترُ في الحالتينِ (A) ،(B).



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

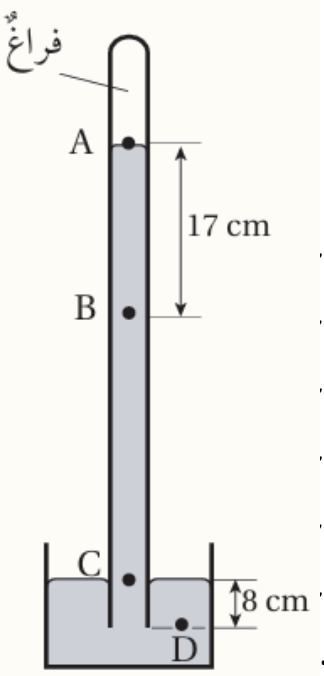
.....

.....

.....

.....

.....



3 . **أحلّلُ:** يُبيّنُ الشكلُ المجاورُ بارومترَ زئبقيًّا ، معتمدًا على المعلوماتِ المُثبَتةِ على الشكلِ، أحسبُ الضغطَ عندَ النقاطِ: (A, B, C, D) بوحدةِ الباسكالِ. علمًا أنَّ الضغطَ الجويَّ في المِنطقةِ التي استُخدِمَ فيها البارومترُ (1×10^5 Pa).

.....

.....

.....

.....

.....

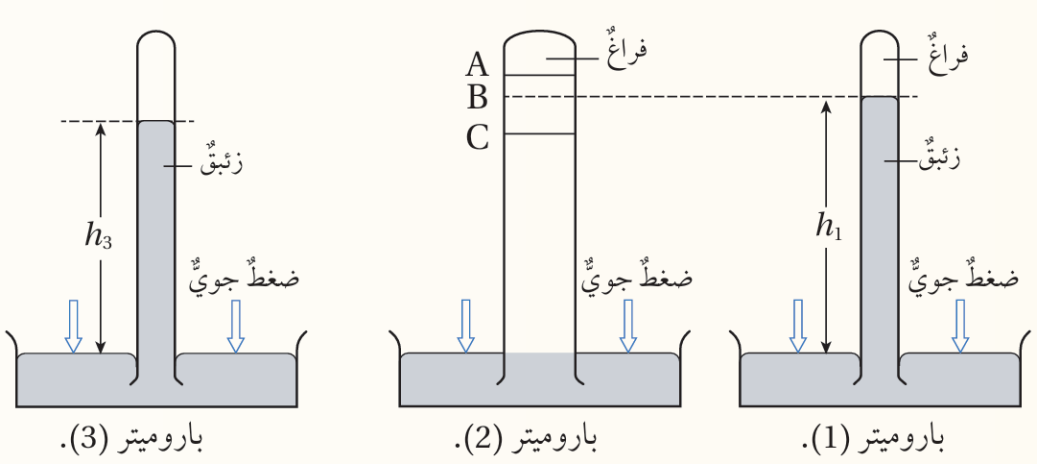
.....

.....

4 . **التفكيرُ الناقدُ:** استُخدِمَ البارومترُ (1) لقياسِ الضغطِ الجويِّ في مِنطقةٍ ما، فكانَ ارتفاعُ الزئبقِ في الأنبوبِ كما في الشكلِ، ثمَّ استُخدِمَ بارومترانِ آخرانِ لقياسِ الضغطِ الجويِّ في المِنطقةِ نفسِها، حيثُ مِساحةُ مقطعِ أنبوبِ البارومترينِ (1) و (3) متساويةٌ، ومِساحةُ مقطعِ البارومترِ (2) أكبرُ منهما. معتمدًا على البياناتِ المثبّتةِ على الشكلِ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ . أختارُ منَ الرموزِ: (A, B, C) الرمزَ الذي أتوقّعُ أنَّه يمثّلُ ارتفاعَ الزئبقِ في أنبوبِ البارومترِ (2)، وأُعطي دليلًا يدعمُ صحّةَ إجابتي.

ب . أقترحُ سببًا أدّى إلى أنْ يكونَ ارتفاعُ الزئبقِ في البارومترِ (3) أقلَّ منَ البارومترِ (1).



بارومتر (1). بارومتر (2). بارومتر (3).

.....

.....

.....

.....

الكلية العلمية الإسلامية

الفيزيـــــاء

الصف التاسع

الفصل الدراسي الثاني

2026-2025

أوراق عمل الوحدة الخامسة

انكسار الضوء وتطبيقاته

اسم الطالب/ـة :.....

الشعبـــة : .....

مدارس الكلية العلمية الاسلامية	ورقة عمل (3) المبحث : الفيزياء الصـف: التاسع	الجبيهة / جبل عمان
الاسم:	الوحدة الخامسة: انكسار الضوء وتطبيقاته	اليوم:
الشعبة:	الدرس الأول : انكسار الضوء	التاريخ:

النتاجات التعليمية المتوقعة :

يتوقع من الطالب بعد تنفيذ ورقة العمل هذه، أن يكون قادراً على أن:

- ✓ **يوضح المفاهيم الواردة بالدرس : انكسار الضوء ، معامل الانكسار، قانون سنل**
- ✓ **يطبق على القوانين الخاصة بكل كمية فيزيائية واردة في الدرس**

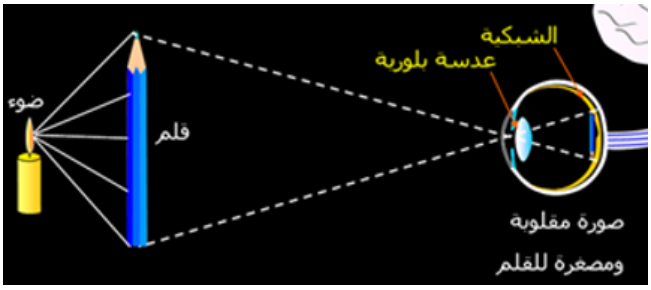
أولًا: أهمية الضوء وخصائصه

سؤال (1): ما أهمية الضوء ؟

الاجابة: للضوء أهمية بالغة في حياتنا، وهو يحيط بنا من كلّ مكان، فهو سبب رؤيتنا الأشياء من حولنا، ويُسهل علينا استكشاف العالم المحيطِ بنا.

- توجد عمليات مختلفة تحدث للضوء وتساعدنا على رؤية العالم من حولنا، منها **الانعكاس والانكسار**.

سؤال (2): كيف تتم رؤية الأشياء من حولنا ؟



الأجسام من حولنا تعكس الضوء الساقط عليها من المصادر الضوئية المختلفة، كالشمس والمصابيح، والأجسام المشتعلة، وعندما يدخلُ الضوء القادم من العدسة الموجودة في أعيننا ويتركز على الشبكية، فتحدث الرؤية.

ثانيًا: الانكسار

الانكسار	
1	هو ظاهرة تغير مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين.
2	ينتقل الضوء في الفراغ أو في الوسط الشفّافِ المتجانس (كالماء والزجاج) بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم دون أن ينحرف،
3	تختلف سرعة الضوء في الأوساط الشفّافة باختلافِ هذه الأوساط، لذا عندما ينتقل الضوء من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر فإن سرعته تتغير، ما يؤدي إلى تغير مساره.
نستنتج من الشكل	
	عند وضع قلما في كأس بها ماء فإن القلم يظهر مكسورًا عند سطح الماء كما في الشكل الموضح وذلك لأن الأشعة الضوئية القادمة من الجزء المغمور في الماء من القلم والساقطة على العين قد غيرت مسار حركتها (انكسرت) عندما انتقلت من الماء إلى الهواء وذلك بسبب تغير سرعتها، ما يؤدي إلى تغير مساره.

ثالثًا: معامل الانكسار

معامل الانكسار	
1	هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ (c) إلى سرعته في الوسط الشفاف (v) ويرمز له بالرمز (n)
2	يعطى معامل الانكسار بالعلاقة الأتية : $n = \frac{c}{v}$ c : سرعة الضوء وتبلغ ($3 \times 10^8\ m/s$). v : سرعة الضوء في الوسط الشفاف.

ملاحظات:

1	لا يوجد لمعامل الانكسار وحدة قياس لأنه حاصل قسمة كميتين لهما وحدة القياس نفسها.
2	لا يمكن أن يكون معامل الانكسار أقل من واحد ذلك لأن أقل قيمة لمعامل الانكسار هي واحد وذلك عندما يمر الضوء في وسط الفراغ أو في وسط الهواء فتكون النسبة بين سرعة كل منهما تساوي واحد. $n \geq 1$
3	أكبر سرعة للضوء تكون في الفراغ.
4	يعتبر معامل الانكسار مقياسا لقدرة الوسط الشفاف على كسر الأشعة الضوئية.
5	العلاقة بين معامل انكسار الوسط وكثافة الوسط علاقة طردية فكلما زادت كثافة الوسط زاد معامل انكساره والعكس صحيح.
6	كلما كان معامل انكسار الوسط أكبر كانت قدرته على كسر الأشعة الضوئية أكبر.
7	العلاقة بين معامل انكسار الوسط وسرعة الضوء في الوسط علاقة عكسية فكلما زاد معامل انكسار الوسط قلت سرعة الضوء فيه.

الجدولُ (1): معاملاتُ الانكسارِ لبعضِ الموادِّ الشفّافةِ.

معاملاتُ الانكسارِ لبعضِ الموادِّ الشفّافةِ							
المادّةُ	الهواءُ	الماءُ	الأسيتون	الجلسرين	الزجاجُ	الكوارتز	الماس
معاملُ الانكسارِ	1.0003	1.33	1.36	1.47	1.52	1.55	2.42

***الجدول (1) ليس للحفظ**

أتحقّقُ: ما أقلُّ قيمةٍ لمعاملِ الانكسارِ؟ .....

سؤال (3): احسب سرعة الضوء في الماء، علمًا أن معامل انكسار الماء $(n = 1.33)$ وسرعة الضوء في الفراغ $(3 \times 10^8\ m/s)$.

.....

.....

.....

.....

أفكّرُ مستعينًا بتعريفِ معاملِ الانكسارِ وبالقيمِ الواردةِ في الجدولِ (1)، في أيِّ الوسطيْنِ تكونُ سرعةُ الضوءِ أكبرَ: في الماءِ أم الزجاجِ؟

تمرين

بالاستعانةِ بالجدولِ (1) أحسبُ سرعةَ الضوءِ في الزجاجِ.

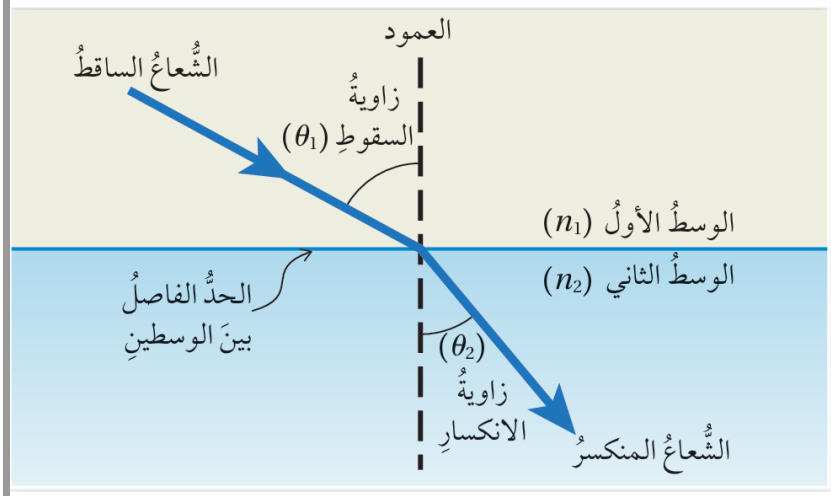
.....

.....

.....

رابعًا: تمثيل الانكسار بالرسم

لفهم سلوك الضوء في أثناء انتقاله في الأوساط الشفّافة، يمكنُ تمثيل عملية الانكسار برسوم تخطيطية. فالشكل يمثل انتقال شعاع ضوئي بين وسطين شفّافين مختلفين، وتُعرّفُ المصطلحات الواردة في الشكل على النحو الآتي:



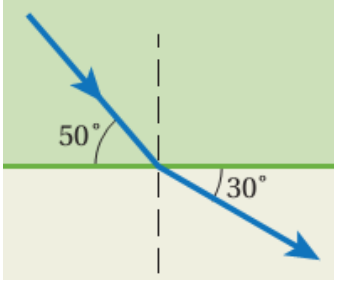
- **الوسط الأول:** الوسط الشفّافُ الذي يسقط فيه الشعاع الضوئي، ومعامل انكساره (n_1).
- **الوسط الثاني:** الوسط الشفّافُ الذي ينتقل فيه الشعاع المنكسر، ومعامل انكساره (n_2).
- **الحد الفاصل بين الوسطين:** سطح التقاء الوسط الأول مع الوسط الثاني.
- **العمود:** الخط العمودي على الحد الفاصل بين الوسطين الشفافينِ والمقام من نقطة السقوطِ (نقطة التقاء الشعاع الساقط بالحد الفاصل بين الوسطين.
- **زاوية السقوط:** الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود، ويُرمز إليها بالرمز (θ_1).
- **زاوية الانكسار:** الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والعمود، ويُرمز إليها بالرمز (θ_2).

- ملاحظات:

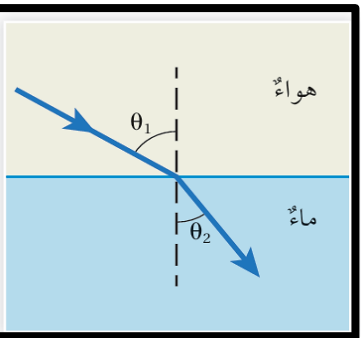
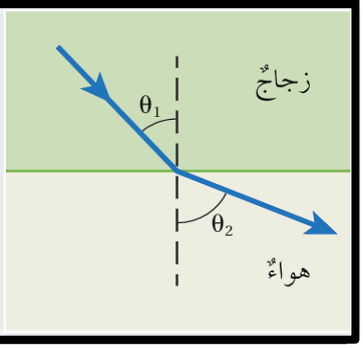
- كل من الشعاع الساقط والشعاع المنكسر والعمود تقعُ جميعها في مستوى واحد عمودي على الحد الفاصل بين الوسطين.
- تقل سرعة الضوء عندما ينتقل من الفراغ إلى وسط شفاف لأن معامل انكسار الوسط الشفاف يكون أكبر وبالتالي سرعة الضوء فيه تكون أقل.

المثالُ 2

أحسبُ كلًّا من زاويةِ السقوطِ وزاويةِ الانكسارِ في الشكلِ.



خامسًا: قانون الانكسار (قانون سنل)

انتقال شعاع الضوء من وسط شفاف معامل انكساره صغير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره كبير.		عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط شفاف معامل انكساره صغير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره كبير فإن سرعة الضوء تقل وينكسر الشعاع **مقتربا** من العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين وبذلك تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي **أقل** من زاوية سقوطه في الوسط الأول.
انتقال شعاع الضوء من وسط شفاف معامل انكساره كبير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره صغير.		عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط شفاف معامل انكساره كبير إلى وسط شفاف آخر معامل انكساره صغير فإن سرعة الضوء تزداد وينكسر الشعاع **مبتعدا** عن العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين وبذلك تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي **أكبر** من زاوية سقوطه في الوسط الأول.

قانون سنل

- عام 1621 توصل العالم الألماني ويلبرورد سنل تجريبيا إلى علاقة رياضية تربط بين زاويتي السقوط والانكسار، وهي على الصورة الآتية:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

n_1: معاملُ انكسارِ الوسطِ الأولِ θ_1: زاويةُ السقوطِ

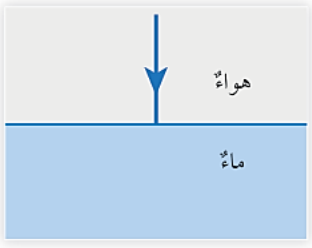
n_2: معاملُ انكسارِ الوسطِ الثاني θ_2: زاويةُ الانكسارِ

✓ **أتحقّقُ:** إذا انتقلَ شعاعٌ بينَ وسطينِ شفّافينِ وكانَ $n_2 > n_1$، ففي أيِّ الوسطينِ تكونُ سرعةُ الضوءِ أكبرَ ؟

الإجابة: الوسط الذي له معامل انكسار **أقل** تكون فيه سرعة الضوء **أكبر**، وبالتالي في **الوسط الثاني** تكون سرعة الضوء **أكبر**.

المثالُ 3

أحسبُ زاويةَ الانكسارِ في الشكلِ.



المُعطياتُ: $\theta_1 = 0°$ ومن الجدول (1): $n_1 = 1$ ، $n_2 = 1.33$.

المطلوبُ: $\theta_2 = ?$.

الحلُّ:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$1 \times \sin 0° = 1.33 \times \sin\theta_2$$

$$\theta_2 = 0°$$

وهذا يعني أنَّ الشعاعَ يستمرُّ في مسارِه دونَ انحرافٍ.

- يتضح أنّ الشعاع الضوئي لا يتغير مساره إذا سقط عموديًا على الحد الفاصل بين وسطين شفّافين، ومع ذلك فإنَّ سرعته تتغير

الجدولُ (1): معاملاتُ الانكسارِ لبعضِ الموادِّ الشفّافةِ.

معاملاتُ الانكسارِ لبعضِ الموادِّ الشفّافةِ							
المادّةُ	الهواءُ	الماءُ	الأسيتون	الجلسرين	الزجاجُ	الكوارتز	الماس
معاملُ الانكسارِ	1.0003	1.33	1.36	1.47	1.52	1.55	2.42

نُعوّض معامل انكسار الهواء (1) في حل المسائل لتسهيل التعامل مع الأرقام

المثالُ 4

انتقلَ شعاعٌ ضوئيٌّ منَ الماءِ إلى وسطٍ شفّافٍ غيرِ معلومٍ، فإذا كانتْ زاويةُ سقوطِ الشعاعِ 45° وزاويةُ انكسارِه 38° فأحسبُ معاملَ انكسارِ الوسطِ غيرِ المعلومِ، ثمَّ أحدّدُ طبيعتَه مستعينًا بالجدولِ (1).

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$1.33 \ \sin 45 = n_2 \sin 38$$

$$1.33\ (0.707) = n_2 (0.616)$$

نأخذ 3 أرقام بعد الفاصلة العشرية

$$0.94 = n_2\ (0.616)$$

$$n_2 = \frac{0.94}{0.616} \approx 1.53$$

تمرين

مستعينًا بالجدولِ (1).

انتقلَ شعاعٌ ضوئيٌّ منَ الماسِ إلى الماءِ، فإذا كانتْ زاويةُ سقوطِ الشعاعِ 30°، فأحسبُ ما يأتي:

1. سرعةُ الضوءِ في الماسِ.
2. زاويةُ انكسارِ الشعاعِ في الماءِ.

.....

.....

.....

.....

.....

مثال (1)

انتقل شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط غير معلوم بزاوية سقوط مقدارها (48°). إذا نكسر الشعاع بزاوية مقدارها (12°) فاحسب سرعة الضوء في هذا الوسط.

.....

.....

.....

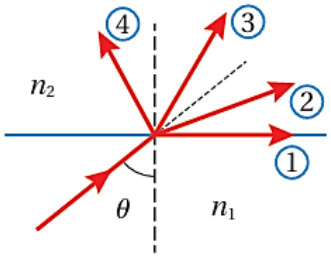
.....

.....

مراجعة الوحدة/ صفحة (73) من الكتاب

1. أَضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

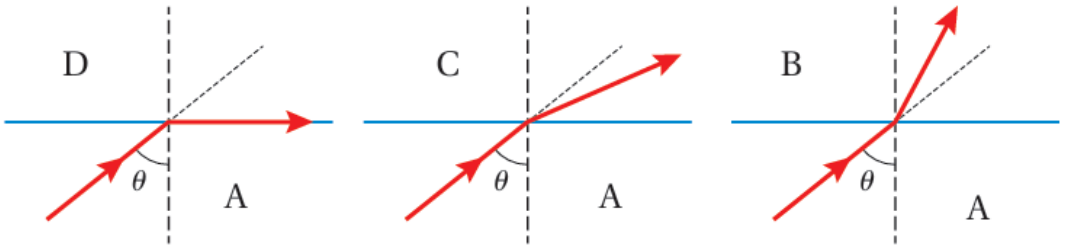
1. أيُّ المساراتِ: (1, 2, 3, 4) في الشكلِ المجاورِ يمثّلُ أقربَ مسارٍ صحيحٍ لشعاعٍ ضوئيٍّ ينتقلُ منْ وسطٍ شفّافٍ مُعاملُ انكسارِه ($n_1 = 1.4$) إلى وسطٍ شفّافٍ آخرَ مُعاملُ انكسارِه ($n_2 = 1.6$)؟



أ . 1 ب . 2 جـ. 3 د . 4

---

* تُبيّنُ الأشكالُ الآتيةُ انتقالَ شعاعٍ ضوئيٍّ من وسطٍ شفّافٍ (A) إلى أوساطٍ شفّافةٍ مختلفةٍ (B, C, D).
أُجيبُ عنِ الفقرتينِ (2 ، 3) الآتيتينِ:



2. تكونُ سرعةُ الضوءِ أكبرَ ما يمكنُ في الوسطِ:

أ . A ب . B جـ. C د . D

3. الوسطُ ذو مُعاملِ الانكسارِ الأكبرِ هو:

أ . A ب . B جـ. C د . D

---

6. يبلغُ مُعاملُ انكسارِ الماءِ نحوَ $\frac{4}{3}$. ماذا يحدثُ لشعاعٍ ضوئيٍّ ينتقلُ منَ الهواءِ ($n = 1$) إلى الماءِ؟

أ . تقلُّ سرعتُه إلى $(\frac{3}{4}\ c)$.
ب .تزيدُ سرعتُه إلى $(\frac{4}{3}\ c)$.
جـ.ينكسرُ بزاويةٍ تساوي $(\frac{3}{4}\ \theta_1)$.
د .ينكسرُ بزاويةٍ تساوي $(\frac{4}{3}\ \theta_1)$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مراجعةُ الدرسِ

1 . **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضّحُ المقصودَ بانكسارِ الضوءِ.

.....

.....

.....

2 . **أحسبُ** سرعةَ الضوءِ في الزركونِ (مادةٌ تُضافُ إلى المجوهراتِ لتقليدِ الماسِ)، إذا كانَ معاملَ انكسارِه (1.92).

.....

.....

.....

.....

.....

3 . **أحسبُ :** إذا كانتْ سرعةُ الضوءِ في وسطٍ شفّافٍ تساوي $(1.24 \times 10^8\ \text{m/s})$، أحسبُ معاملَ انكسارِ الوسطِ الشفّافِ.

.....

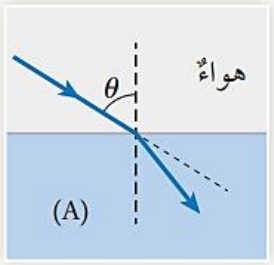
.....

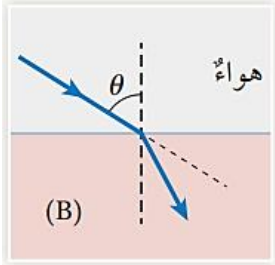
.....

.....

.....

4 . **أُحلّلُ:** يبيّنُ الشكلُ انتقالَ شعاعٍ ضوئيٍّ منَ الهواءِ إلى وسطٍ شفّافٍ (A)، وإلى وسطٍ شفّافٍ آخرَ (B) بزاويةِ السقوطِ نفسِها. أُبيّنُ في أيِّ الوسطينِ (A) أو (B) تكونُ سرعةُ الضوءِ أكبرَ.



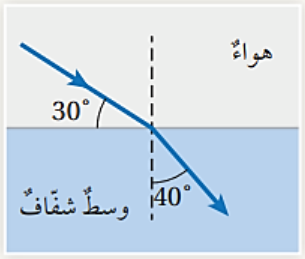


.....

.....

.....

5 . **أَستخدمُ المتغيّراتِ:** يبيّنُ الشكلُ الآتي انتقالَ شعاعٍ ضوئيٍّ منَ الهواءِ إلى وسطٍ شفّافٍ، معتمدًا على الشكلِ، أجدُ ما يأتي:



أ . زاويةَ السقوطِ.

ب . معاملَ انكسارِ الوسطِ الشفّافِ.

جـ . سرعةَ الضوءِ في الوسطِ الشفّافِ.

.....

.....

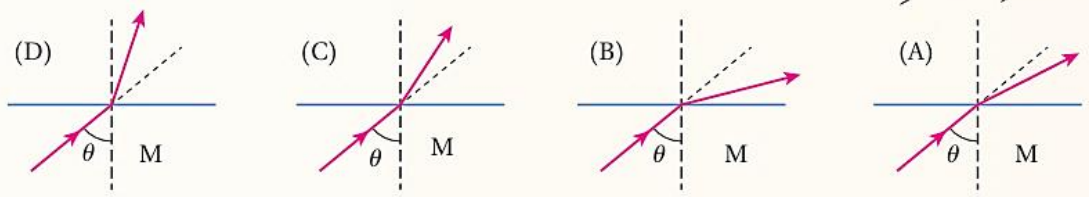
.....

.....

.....

.....

6 . **أُحلّلُ:** تُبيّنُ الأشكالُ الآتيةُ انتقالَ شعاعٍ ضوئيٍّ منْ وسطٍ شفّافٍ (M) إلى أوساطٍ شفّافةٍ مختلفةٍ: (A, B, C, D). أُرتّبُ الأوساطَ الشفّافةَ منَ الوسطِ ذي معاملِ الانكسارِ الأكبرِ إلى الوسطِ ذي معامل الانكسارِ الأصغرِ.



.....

.....

7 . **التفكيرُ الناقدُ:** صمّمَ طالبٌ تجربةً لقياسِ معاملِ انكسارِ مادّةٍ شفّافةٍ، بإسقاطِ شعاعٍ ضوئيٍّ منَ الهواءِ على المادّةِ الشفّافةِ، وقياسِ زاويتَي السقوطِ والانكسارِ، فكانتْ زاويةُ السقوطِ تساوي (10°) وزاويةُ الانكسارِ تساوي (13°). فهلْ يمكنُ أنْ تكونَ القيمُ التي سجّلَها الطالبُ لزاويتَي السقوطِ والانكسارِ صحيحةً؟ أُوضّحُ ذلكَ.

.....

.....

.....

مدارس الكلية العلمية الاسلامية	ورقة عمل (4) المبحث : الفيزياء الصـف: التاسع	الجبيهة / جبل عمان
الاسم:	الوحدة الخامسة: انكسار الضوء وتطبيقاته	اليوم:
الشعبة:	الدرس الثاني : تطبيقات وظواهر بصرية	التاريخ:

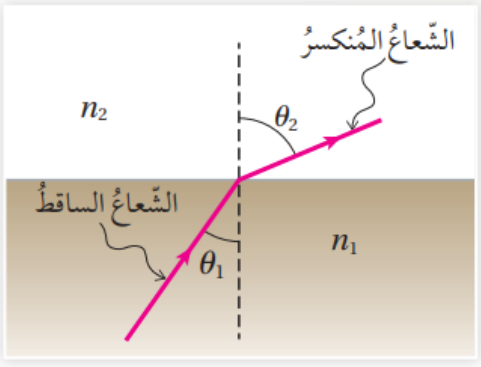
النتاجات التعليمية المتوقعة :

يتوقع من الطالب بعد تنفيذ ورقة العمل هذه، أن يكون قادراً على أن:

- ✓ يوضح المفاهيم الواردة بالدرس : الزاوية الحرجة \ الانعكاس الكلي الداخلي
- ✓ يطبق على القوانين الخاصة بكل كمية فيزيائية واردة بالدرس

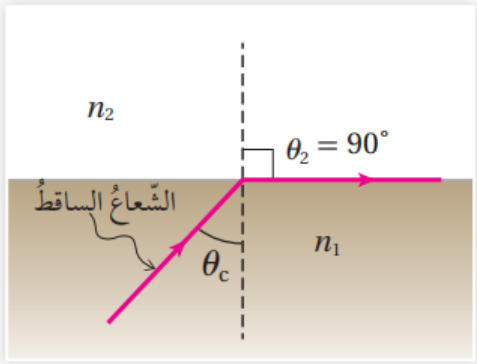
أولًا: الزاوية الحرجة

عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط شفاف معامل انكساره كبير إلى وسط آخر معامل انكساره صغير ($n_2 < n_1$) فإنه ينكسر مبتعدا عن العمود، أي تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي أكبر من زاوية سقوطه ($\theta_1 < \theta_2$)، كما في الشكل (أ)



(أ)

عند سقوط شعاع ضوئي بزاوية معينة وتكون زاوية الانكسار (90°)، فإنّ الشعاع الضوئي المنكسر يكون ملامسًا للحد الفاصل بين الوسطين الشفافين . وفي هذه الحالة تكون زاوية السقوط هي الزاوية الحرجة ($\theta_1 = \theta_c$)، كما في الشكل (ب).



(ب)

- **الزاوية الحرجة: هي <u>زاوية سقوط</u> تقابلها زاوية انكسار مقدارها (90°)، ويرمز إليها بالرمز (θ_c)**

- يُمكن حساب الزاوية الحرجة باستخدام العلاقة الآتية:

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

يمكن الحصول على الزاوية الحرجة فقط عندما ينتقل الشعاع الضوئي من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر، معامل انكساره أقل. أي أنّ: ($n_2 < n_1$) و ($v_2 > v_1$).

وإذا انتقل الضوء من وسط شفّافٍ إلى الفراغ (الهواء)، على أن تكون زاوية سقوطه في الوسط الشفّافِ تساوي الزاوية الحرجة فإنّ:

$$\sin \theta_c = \frac{1}{n}$$

حيث :

θ_c: الزاوية الحرجة

n : معامل انكسار الوسط

مثال (1)

- أحسب الزاوية الحرجة للماء، علمًا أنَّ معامل انكسار الماء (1.33).

.....

.....

مثال (2)

- أحسب الزاوية الحرجة لقالب من الزجاج، علمًا أنَّ معامل انكسار الزجاج (1.52).

.....

.....

مثال (3)

- أحسب الزاوية الحرجة لضوء ساقط من الزجاج الى الماء .

.....

.....

مثال (4)

- إذا كانت سرعة الأشعة الضوئية خلال وسط شفاف($2.23 \times 10^8\ m/s$) ، فاحسب مقدار الزاوية الحرجة لهذا الوسط الشفاف.

.....

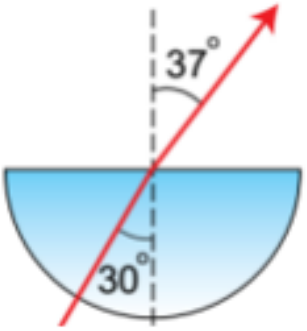
.....

.....

.....

مثال (5)

- يوضح الشكل سقوط شعاع ضوئي من قطعة شفافة إلى الهواء، معتمدًا على قيم الزوايا المبينة على الشكل، احسب الزاوية الحرجة للمادة الشفافة.



.....

.....

.....

.....

.....

مراجعة الوحدة/ صفحة (74) من الكتاب

2. أَستخدمُ المتغيّراتِ: تَتبّعَ سامي مسارَ شعاعٍ ضوئيٍّ سقطَ منَ الهواءِ على مكعبٍ بلاستيكيٍّ، فوَجدَ أنَّ زاويةَ السقوطِ (50°) وزاويةَ الانكسارِ (21.7°). أَجدُ:

أ . معاملَ انكسارِ المكعبِ. ب .الزاويةَ الحرجةَ للمادّةِ المصنوعِ منها المكعبُ.

.....

.....

.....

.....

.....

4. أَحسُبُ: إذا كانتِ الزاويةُ الحرجةُ لقالبٍ من الزجاجِ تساوي (42°)، أَحسبُ الزاويةَ الحرجةَ للقالبِ إذا أُلقيَ في الماءِ، علمًا أنَّ معاملَ انكسارِ الماءِ (1.33).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

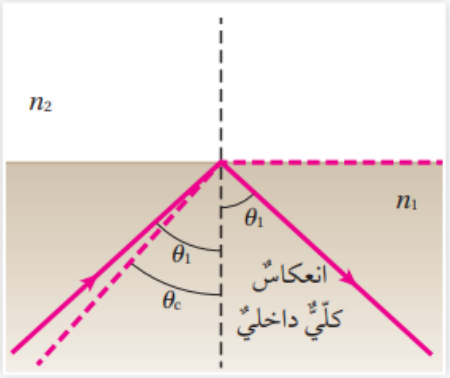
.....

ثانيًا: الانعكاس الكلي الداخلي

✓ **أتحقّقُ:** ما المقصودُ بالانعكاسِ الكلّيِّ الداخليِّ؟

الانعكاس الكلي الداخلي: العمليّة التي تنعكسُ فيها الأشعة الضوئيّةُ كُليًّا في الوسط الذي سقطتْ فيهِ

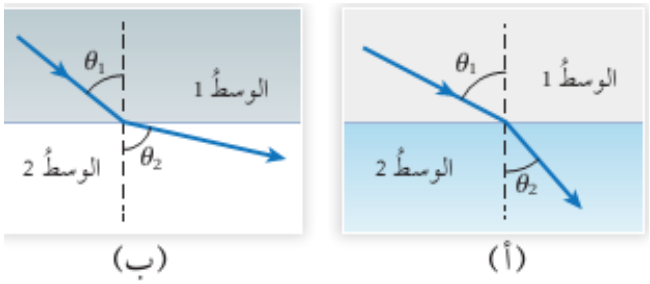
شروط الانعكاس الكلي الداخلي:



1. عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط شفاف معامل انكساره كبير إلى وسط شفافٍ آخر، معامل انكساره أقل $(n_2 < n_1)$

2. زاوية سقوط الشعاع الضوئي أكبر منَ الزاوية الحرجة، فإن الشعاع ينعكس كليا في الوسط الذي سقط فيه $(\theta_c < \theta_1)$ عندئذٍ تكون زاوية السقوطِ مساويةً لزاوية الانعكاس.

مثال (1)



أ. بين أي الشكلين (أ ، ب) يمكن أن يحقق شروط حدوث انعكاس كلي داخلي عندما تسقط الأشعة الضوئية في الوسط الأول .

.....

.....

.....

.....

ب. إذا كان معامل الانكسار للوسطين الأول والثاني على الترتيب للشكل (ب): (1.8 ، 1.3) فاحسب الزاوية الحرجة في الوسط الأول .

.....

.....

.....

.....

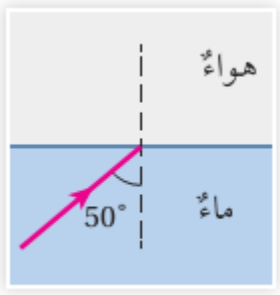
.....

.....

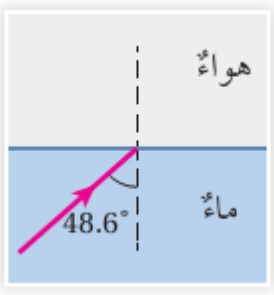
.....

مثال (2)

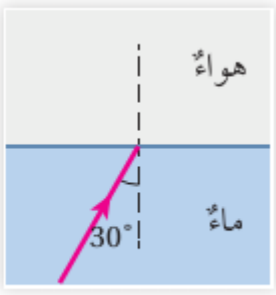
أكمل مسارات الأشعة في الأشكال الآتية لتوضيح مسار الضوء في كل حالة علمًا ان معامل انكسار الماء (1.33).



(جـ)



(ب)



(أ)

.....

.....

.....

.....

.....

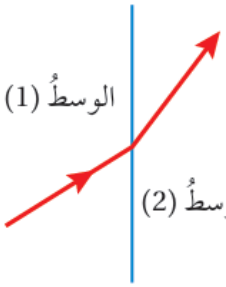
.....

.....

مراجعة الوحدة/ صفحة (73) من الكتاب

أَضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

4. منْ تتبُّعِ مسارِ الشعاعِ الضوئيِّ في الشكلِ المجاورِ نَستدلُّ على أنَّ:



أ . زاويةَ السقوطِ أكبرُ من زاويةِ الانكسارِ.

ب . زاويةَ السقوطِ أكبرُ من الزاويةِ الحرجةِ.

جـ. معاملَ انكسارِ الوسطِ الأولِ أكبرُ من معاملِ انكسارِ الوسطِ الثاني.

د . سرعةَ الضوءِ في الوسطِ الأولِ أكبرُ من سرعتِه في الوسطِ الثاني.

5. ينتقلُ شعاعٌ ضوئيٌّ منْ وسطٍ شفّافٍ مُعاملُ انكسارِه n_1 إلى وسطٍ آخرَ مُعاملُ انكسارِه n_2. يحدثُ انعكاسٌ كلّيٌّ داخليٌّ للشعاعِ الضوئيِّ عندَما يكونُ:

أ . $n_2 > n_1$ ، $\theta_c > \theta_1$

ب . $n_2 < n_1$ ، $\theta_c < \theta_1$

جـ. $n_2 < n_1$ ، $\theta_c > \theta_1$

د . $n_2 > n_1$ ، $\theta_c < \theta_1$

ثالثًا: تطبيقات وظواهر بصرية

1) **السراب:** (الخداع البصري) ظاهرة طبيعية تحدث نتيجة انكسارات متتالية للضوء خلال طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض.

2) **قوس المطر:** حلقة دائرية من ألوان الطيف المرئي تتكون عند مرور ضوء الشمس عبر قطرات الماء المعلقة في فصل الشتاء، يظهر لمراقب على سطح الأرض يقف في الجهة المعاكسة للشمس.

3) **الألياف الضوئية:** أنابيب رفيعة وشفافة، تُصنع من الزجاج او البلاستيك، وتستخدم لنقل الضوء إلى مسافات بعيدة دون ضياع يُذكر للطاقة.

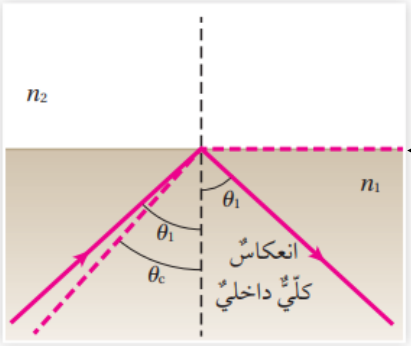
مراجعةُ الدرسِ

1 . **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضّحُ المقصودَ بالانعكاسِ الكلّيِّ الداخليِّ، وأذكرُ شروطَ حدوثِه.

.....

.....

2 . **أَصِفُ** موضِّحًا بالرسمِ الزاويةَ الحرجةَ وعلاقتَها بالانعكاسِ الكلّيِّ الداخليِّ.

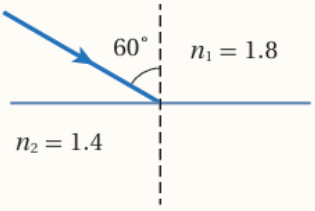


الاجابة:

3. مطالعة ذاتية.

---

4 . **أُحلِّلُ:** سقطَ شعاعٌ ضوئيٌّ على الحدِّ الفاصلِ بينَ وسطينِ شفّافينِ بزاويةِ (60°) على نحوِ ما يظهرُ في الشكلِ. أَحسبُ الزاويةَ الحرجةَ، وأُحدّدُ ما إذا كانَ الشعاعُ الضوئيُّ سينعكسُ كليًّا داخلَ الوسطِ الأولِ.



.....

.....

.....

.....

5 . **أَحسبُ:** إذا كانتِ الزاويةُ الحرجةُ للماسِ تساوي (24.4°)، فما معاملُ انكسارِ الماسِ.

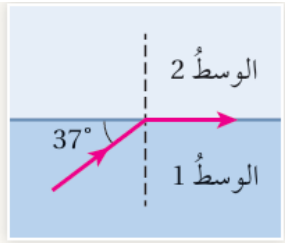
.....

.....

.....

.....

6 . **أُحلّلُ:** إذا كانَ معاملُ انكسارِ الوسطِ الأولِ في الشكلِ المجاورِ يساوي (1.7) ، فما معاملُ انكسارِ الوسطِ الثاني.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7 . **أُطبّقُ:** سقطَ شعاعٌ ضوئيٌّ على الحدِّ الفاصلِ بينَ وسطينِ شفّافينِ، فانعكسَ كليًّا في الوسطِ الأولِ، كما في الشكلِ المجاورِ.

فما المعلوماتُ التي يمكنُ معرفتُها عن:

أ . العلاقةِ بينَ معاملَي انكسارِ الوسطينِ الشفّافينِ؟

ب . الزاويةِ الحرجةِ؟

.....

.....

.....

.....

GOOD LUCK