

حل تطبيقات الوحدة الخامسة: الإنكسار والعدسات



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف العاشر المتقدم ← فيزياء ← الفصل الثالث ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 01:00:26 2026-06-23

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة
فيزياء:

إعداد: عبدالرحمن هاني

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر المتقدم



صفحة المناهج
الإماراتية على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الثالث

حل تطبيقات السرعة المتجهة النسبية من الوحدة السابعة

1

اختبار على هيكل الامتحان انسباير

2

مراجعة هيكل الامتحان كراسة تدريبية

3

انسباير مراجعة أسئلة وتدريبات وفق هيكل الامتحان

4

Physics EOT Exam Final - Grade 10 Advanced

5

بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الوحدة الخامسة

الإنكسار و العدسات

القسم 1 إنكسار الضوء

إتقان المفاهيم

س 37 / قارن بين زاوية السقوط و زاوية الإنكسار عندما ينتقل شعاع الضوء من الهواء إلى الزجاج بزاوية لا تساوي صفراً

ج 37 / تعد زاوية السقوط أكبر من زاوية الإنكسار ، لأن الضوء إنتقل من وسط معامل إنكساره أقل

(الهواء $n_{air} = 1$) إلى وسط معامل إنكساره أكبر (الزجاج $n_{glass} = 1.52$)

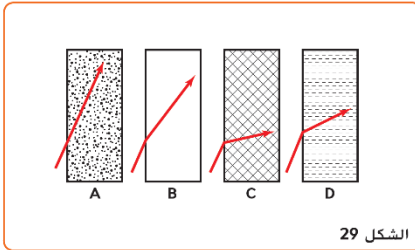
س 38 / قارن بين زاوية السقوط و زاوية الإنكسار عندما ينتقل شعاع الضوء من الزجاج إلى الهواء بزاوية لا تساوي صفراً

ج 38 / تعد زاوية السقوط أصغر من زاوية الإنكسار ، لأن الضوء إنتقل من وسط معامل إنكساره أكبر

(الزجاج $n_{glass} = 1.52$) إلى وسط معامل إنكساره أقل (الهواء $n_{air} = 1$)

س 39 / ما المقصود بالزاوية الحرجة ؟

ج 39 / **الزاوية الحرجة** : هي الزاوية التي يسقط بها الضوء من وسط معامل إنكساره أكبر و ينكسر بزاوية 90°



الشكل 29

س 40 / ترتيب يمثل الشكل شعاعاً ضوئياً ينتقل من الهواء إلى عدة أوساط . رتب الأوساط طبقاً لمعامل الإنكسار من الأكبر إلى الأصغر

ج 40 / أولاً ، ارسم عمود الإنكسار العمودي على السطح لكل وسط من الأوساط الأربعة

" كلما اقترب الشعاع المنكسر من عمود الإنكسار (قلت زاوية الإنكسار) ، زاد معامل إنكسار تلك المادة "

$$\theta_c < \theta_d < \theta_b < \theta_a$$

وبالتالي فإن :

$$n_c > n_d > n_b > n_a$$

س 41 / على الرغم من إنكسار الضوء القادم من الشمس أثناء مروره عبر الغلاف الجوي إلى الأرض ، فإن الضوء لا يتحلل إلى طيفه ، وضح لماذا لا تحدث هذه الظاهرة ؟

ج 41 / يكون كل من معاملات الإنكسار للفراغ $n_0 = 1$ وللواء $n_{air} = 1$ تقريباً متساوية ، ولذلك ، ينتقل الضوء وكأنه بخط مستقيم ، ولكن لكي تحدث ظاهرة تحليل الألوان ، يجب بالبداية تحقيق ظاهرة الإنعكاس الداخلي الكلي التي تحدث عند سقوط الضوء من وسط معامل إنكساره أكبر إلى وسط معامل إنكساره أقل

س 42 / اشرح لماذا يظهر القمر باللون الأحمر أثناء الخسوف ؟

ج 42 / ويحدث خسوف القمر عندما تحجب الأرض ضوء الشمس عن القمر ونتيجة لهذا، من المتوقع أن يكون القمر مظلماً تماماً بسبب وقوعه في منطقة الظل. إلا أنه حينما ينتقل الضوء بين وسطي الفراغ والغلاف الجوي للأرض فإنه ينكسر منحرفاً نحو الأرض، أي باتجاه القمر، وحيث إن الغلاف الجوي للأرض يشتت الأطوال الموجية القصيرة للضوء وهي الأزرق والأخضر. فإن الضوء الأحمر هو الذي ينفذ منحرفاً نحو القمر، فيظهر القمر في حالة الخسوف باللون الأحمر

إتقان حل المسائل

س 43 / ما هي سرعة الضوء بالألماس إذا علمت أن معامل إنكسار الألماس $n_{diamond} = 2.42$ ؟

ج 43 /

$$c = 3 \times 10^8 m/s \quad n_{diamond} = 2.42 \quad v = ?$$

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n}$$

$$v = \frac{3 \times 10^8 m/s}{2.42} = 1.24 \times 10^8 m/s$$

س 44 / ينتقل الضوء من الزجاج الصواني $n_{Glass\ trays} = 1.62$ إلى الإيثانول $n_{Ethanol} = 1.36$ ، إذا كانت زاوية الإنكسار بالإيثانول هي 25° ، فما هي زاوية السقوط في الزجاج الصواني ؟

ج 44 /

$$\theta_2 = 25^\circ \quad n_1(glass\ trays) = 1.62 \quad n_2(ethanol) = 1.36 \quad \theta_1 = ?$$

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

$$\sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_2$$

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \sin \theta_2 \right)$$

$$\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{1.36}{1.62} \sin 25^\circ\right)$$

$$\theta_1 = 20.78^\circ$$

س 45 / ما هي الزاوية الحرجة للألماس في الهواء إذا علمت أن معامل إنكسار الألماس $n_{diamond} = 2.42$ ؟

ج 45 / ليكون هناك زاوية حرجة ، يجب أن ينتقل الضوء من وسط ذي معامل إنكسار أكبر إلى وسط ذي معامل إنكسار أقل

$$n_{1(diamond)} = 2.42 \quad n_{2(air)} = 1 \quad \theta_c = ?$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2.42}\right)$$

$$\theta_c = 24.4^\circ$$

س 46 / يسقط شعاع ضوئي على زجاج مسطح لأحد جوانب حوض سمك مملوء بالماء بزاوية قدرها 40° بالنسبة إلى العمود المقام ، إذا كان معامل إنكسار الزجاج $n_{glass} = 1.52$ و معامل إنكسار الماء $n_{water} = 1.33$

(a) ما هي زاوية إنكسار الشعاع الضوئي في الزجاج ؟

$$\theta_1 = 40^\circ \quad n_{1(air)} = 1 \quad n_{2(glass)} = 1.52 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.52} \sin 40^\circ\right)$$

$$\theta_2 = 25.01^\circ$$

(b) ما هي زاوية إنكسار الشعاع الضوئي في الماء ؟

$$\theta_1 = 40^\circ \quad n_{1(air)} = 1 \quad n_{2(water)} = 1.33 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

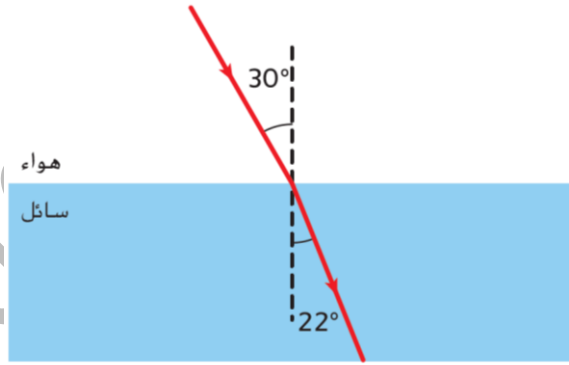
$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.33} \sin 40^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 28.9^\circ \approx 29^\circ$$

س 47 / ينتقل شعاع ضوء من الهواء إلى سائل ، حيث يسقط شعاع الضوء على السائل بزاوية 30° ، و ينكسر بزاوية 22° ، باستخدام قانون سنل للإنكسار ، احسب معامل إنكسار السائل ، و حدد نوع المادة المكونة للسائل حسب الجدول

الجدول 1	
معاملات انكسار الضوء الأصفر ($\lambda = 589 \text{ nm}$ في الفراغ)	
n	الوسط
1.00	الفراغ
1.0003*	هواء
1.33	الماء
1.36	الإيثانول
1.52	الزجاج البصقول
1.54	الكوارتز
1.62	الزجاج الصواني
2.42	ألماس



الشكل 30

ج 47 /

$$n_{1(\text{air})} = 1 \quad \theta_1 = 30^\circ \quad \theta_2 = 22^\circ \quad n_2 = ?$$

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

$$n_1 \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n_2$$

$$n_2 = 1 \times \frac{\sin 30^\circ}{\sin 22^\circ}$$

$$n_2 = 1.33$$

السائل هو الماء لأن معامل إنكساره هو $n_{\text{water}} = 1.33$ و هو نفس قيمة معامل إنكسار السائل

س 48 / حوض السمك أستخدم لوح سميك من البلاستيك معامل إنكساره $n = 1.5$ في صنع حوض سمك ، فإذا انعكس ضوء عن سمكة موجودة في الماء و سقط على لوح البلاستيك بزاوية سقوط 35° ، فما مقدار الزاوية التي سيخرج فيها ؟

ج 48 / انتقل شعاع الضوء من الماء إلى البلاستيك ، ثم انتقل من البلاستيك إلى الهواء

$$\theta_1 = 35^\circ \quad n_{1(\text{water})} = 1.33 \quad n_{2(\text{plastic})} = 1.5 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1.33}{1.5} \sin 35^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 30.56^\circ$$

$$\theta_2 = 30.56^\circ \quad n_{2(\text{plastic})} = 1.5 \quad n_{3(\text{air})} = 1 \quad \theta_3 = ?$$

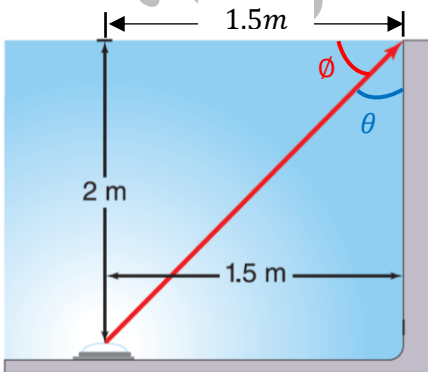
$$n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$$

$$\frac{n_2}{n_3} \sin \theta_2 = \sin \theta_3$$

$$\theta_3 = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_3} \sin \theta_2 \right)$$

$$\theta_3 = \sin^{-1} \left(\frac{1.5}{1} \sin 30.56^\circ \right)$$

$$\theta_3 = 49.7^\circ$$



س 49 / أضواء حوض السباحة يقع مصدر ضوء على عمق 2m من سطح حوض سباحة ، و يبعد 1.5m من طرف حوض سباحة ، وكان الحوض مملوءاً بالماء إلى قمته ، فما مقدار زاوية خروج الضوء من الماء عندما يصل إلى طرف حوض السباحة ؟ هل سيبدو الحوض أكثر أو أقل عمقاً مما هو عليه في الواقع عند النظر إليه من هذه الزاوية ؟ استعن بعلم حساب المثلثات

ج 49 / سنفرض أن الزاوية التي بين الشعاع الساقط و سطح الماء θ ، و بعد أن نجدها من خلال قانون

الظل $\tan$ ، سنطرح الزاوية θ من 90° لإيجاد زاوية السقوط

$$\tan \phi = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2m}{1.5m}$$

$$\phi = 53.13^\circ$$

$$\theta = 90 - \phi$$

$$\theta = 90 - 53.13^\circ$$

$$\theta = 36.86^\circ$$

سنستخدم قانون سنل للإنكسار لإيجاد زاوية الإنكسار

$$\theta_1 = 36.86^\circ \quad n_{1(\text{water})} = 1.33 \quad n_{2(\text{air})} = 1 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1.33}{1} \sin 36.86^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 52.93^\circ \approx 53^\circ$$

س 50 / يساوي معامل إنكسار الزجاج المصقول للضوء البنفسجي 1.53 و للضوء الأحمر 1.51 ، فما سرعة الضوء البنفسجي في الزجاج المصقول ، و ما سرعة الضوء الأحمر في الزجاج المصقول ؟

ج 50 /

$$n_{\text{glass (red)}} = 1.51 \quad c = 3 \times 10^8 \quad v_{\text{glass (red)}} = ?$$

$$n_{\text{glass (red)}} = \frac{c}{v_{\text{glass (red)}}} \rightarrow v_{\text{glass (red)}} = \frac{c}{n_{\text{glass (red)}}}$$

$$v_{glass (red)} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{1.51} = 1.98 \times 10^8 m/s$$

$$n_{glass (violet)} = 1.53 \quad c = 3 \times 10^8 \quad v_{glass (violet)} = ?$$

$$n_{glass (violet)} = \frac{c}{v_{glass (violet)}} \rightarrow v_{glass (violet)} = \frac{c}{n_{glass (violet)}}$$

$$v_{glass (violet)} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{1.53} = 1.96 \times 10^8 m/s$$

س 51 / تبلغ الزاوية الحرجة لأحد أنواع الزجاج في الهواء 41° ، فما مقدار الزاوية الحرجة إذا كان الزجاج مغموراً بالماء ؟

ج 51 /

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{air}}{n_{glass}} = \frac{1}{1.52}$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.52} \right) = 41^\circ$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{water}}{n_{glass}} = \frac{1.33}{1.52}$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1.33}{1.52} \right) = 61^\circ$$

س 52 / معامل إنكسار ألماس لضوء أحمر طوله الموجي $656nm$ يساوي 2.41 ، $n_{diamond (red)} = 2.41$ في حين يساوي معامل إنكسار ألماس للضوء الأزرق الذي طوله الموجي $434nm$ ،

$n_{diamond (blue)} = 2.45$ ، افترض دخول ضوء أبيض إلى ألماس بزاوية مقدارها 30° ، أوجد زاويتي الإنكسار للضوئين الأحمر والأزرق

ج 52 /

$$\theta_1 = 30^\circ \quad n_{1(air)} = 1 \quad n_{2(diamond red)} = 2.41 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2.41} \sin 30^\circ\right)$$

$$\theta_2 = 11.97^\circ \approx 12^\circ$$

$$\theta_1 = 30^\circ \quad n_{1(air)} = 1 \quad n_{2(diamond \text{ blue})} = 2.45 \quad \theta_2 = ?$$

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

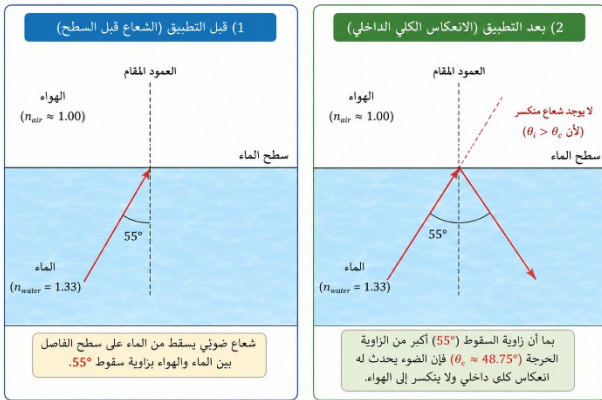
$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1\right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2.45} \sin 30^\circ\right)$$

$$\theta_2 = 11.77^\circ$$

س 53 / زاوية سقوط شعاع ضوئي في الماء تساوي 55° ، فما زاوية إنكساره في الهواء ؟



ملاحظات:
• ينتقل الضوء من الماء ($n = 1.33$) إلى الهواء ($n \approx 1$).
• الزاوية الحرجة للماء/هواء: $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.33}\right) \approx 48.75^\circ$
• إذا كانت زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة يحدث انعكاس كلي داخلي.

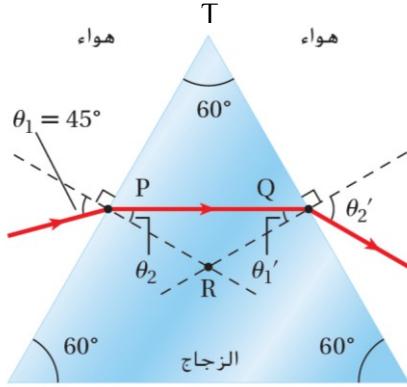
ج 53 / بما أن الضوء ينتقل من وسط معامل إنكساره أكبر (الماء) إلى وسط معامل إنكساره أقل (الهواء) فإننا يجب أن نجد قيمة الزاوية الحرجة ، لأنه إذا كانت زاوية السقوط أكبر من أو تساوي الزاوية الحرجة ، فإننا سنطبق الانعكاس الداخلي الكلي ولن ينكسر الضوء

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{air}}{n_{water}} = \frac{1}{1.33}$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.33}\right) = 48.75^\circ$$

$$\theta_c \leq \theta_1$$

بما أن زاوية السقوط (55°) أكبر من الزاوية الحرجة ، فإن الضوء سينعكس انعكاساً داخلياً كلياً وسيطبق قانون الانعكاس



س 54 / يدخل الشعاع الموضح بالشكل في منشور زجاجي متطابق الأضلاع ومعامل إنكسار مادته 1.52

(a) باستخدام قانون سنل للإنكسار ، أوجد الزاوية θ_2 مقرباً إلى أقرب درجة

$$\theta_1 = 45^\circ \quad n_{1(\text{air})} = 1 \quad n_{2(\text{glass})} = 1.52 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.52} \sin 45^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 27.72^\circ \approx 28^\circ$$

(b) باستخدام مبادئ الهندسة ، حدد قيمة θ_1'

بما أن الزاوية P والزاوية θ_2 متكاملتان ، فإن

$$P = 90^\circ - \theta_2$$

$$P = 90^\circ - 28^\circ$$

$$P = 62^\circ$$

بما أن المثلث ΔPTQ يكون مجموع زواياه الداخلية 180° فيمكن القول

$$m\angle P + m\angle T + m\angle Q = 180^\circ$$

$$m\angle Q = 180^\circ - (m\angle P + m\angle T)$$

$$m\angle Q = 180^\circ - (62^\circ + 60^\circ)$$

$$m\angle Q = 180^\circ - 122^\circ$$

$$m\angle Q = 58^\circ$$

بما أن الزاوية Q والزاوية θ_1' متكاملتان ، فإن

$$\theta_1' = 90^\circ - Q$$

$$\theta_1' = 90^\circ - 58^\circ$$

$$\theta_1' = 32^\circ$$

(c أوجد θ_2'

$$\theta_1' = 32^\circ \quad n_{1(glass)} = 1.52 \quad n_{2(air)} = 1 \quad \theta_2' = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1' = \sin \theta_2'$$

$$\theta_2' = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1' \right)$$

$$\theta_2' = \sin^{-1} \left(\frac{1.52}{1} \sin 32^\circ \right)$$

$$\theta_2' = 53.65^\circ \approx 54^\circ$$

س 55 / سرعة الضوء في البلاستيك الشفاف $1.9 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، إذا سقط شعاع ضوئي على البلاستيك بزاوية تساوي 22° ، فما مقدار زاوية إنكسار الشعاع ؟

ج 55 / أولاً ، جد معامل إنكسار البلاستيك

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad v = 1.9 \times 10^8 \text{ m/s} \quad n_{Plastic} = ?$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_{Plastic} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.9 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1.57$$

$$\theta_1 = 22^\circ \quad n_{1(air)} = 1 \quad n_{2(Plastic)} = 1.57 \quad \theta_2 = ?$$

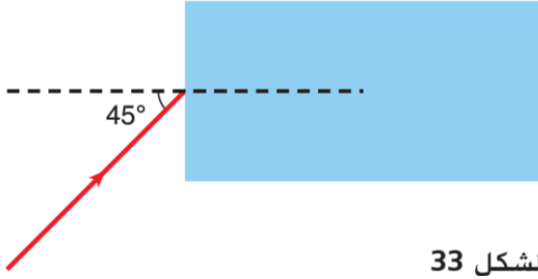
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.57} \sin 22^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 13.8^\circ \approx 14^\circ$$



س 56 / يدخل شعاع ضوئي في قطعة من الزجاج المصقول ،
إستخدم مخطط الأشعة لتتبع مسار الشعاع حتى يخرج من
الزجاج

ج 56 / أولاً ، جد زاوية الإنكسار للشعاع الذي سقط من الهواء
إلى الزجاج بزاوية 45°

الشكل 33

$$\theta_1 = 45^\circ \quad n_{1(\text{air})} = 1 \quad n_{2(\text{glass})} = 1.52 \quad \theta_2 = ?$$

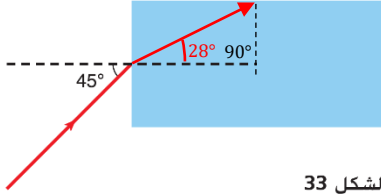
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.52} \sin 45^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 27.72^\circ \approx 28^\circ$$



الشكل 33

بعد أن ينكسر الشعاع بزاوية 28° ، فإنه سيكمل مساره داخل الزجاج حتى يصطدم بالسطح العلوي
للزجاج ، و بالتالي فيجب تحديد زاوية السقوط من الزجاج إلى الهواء

$$\theta_1 = 180^\circ - (90^\circ + 28^\circ)$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 118^\circ$$

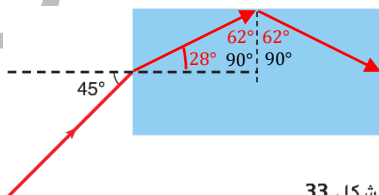
$$\theta_1 = 62^\circ$$

بما أن الضوء ينتقل من وسط أكبر معامل إنكسار إلى وسط أقل معامل إنكسار ، فيجب تحديد الزاوية
الحرجة لمعرفة هل سيتم تطبيق الإنكسار أم الإنعكاس الداخلي الكلي

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{glass}}} = \frac{1}{1.52}$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.52} \right) = 41.14^\circ$$

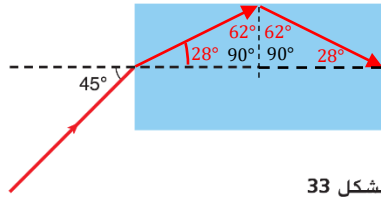
$$\theta_c \leq \theta_1$$



الشكل 33

بما أن زاوية السقوط (62°) أكبر من الزاوية الحرجة ، فإن الضوء
سينعكس إنعكاساً داخلياً كلياً و سيطبق قانون الإنعكاس

يجب أن نجد قيمة الزاوية التي سيسقط بها الشعاع من الزجاج إلى الهواء



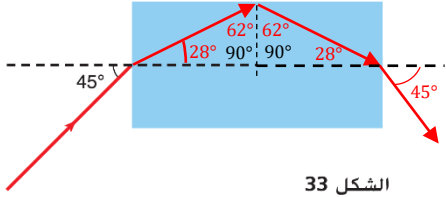
$$\theta_1' = 180^\circ - (90^\circ + 62^\circ)$$

$$\theta_1' = 180^\circ - 152^\circ$$

$$\theta_1' = 28^\circ$$

الشكل 33

سنستخدم قانون سنل للإنكسار لإيجاد زاوية الإنكسار التي سيخرج بها الشعاع من الزجاج إلى الهواء



الشكل 33

$$\theta_1' = 28^\circ \quad n_{1(glass)} = 1.52 \quad n_{2(air)} = 1 \quad \theta_2' = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1' = \sin \theta_2'$$

$$\theta_2' = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1' \right)$$

$$\theta_2' = \sin^{-1} \left(\frac{1.54}{1} \sin 28^\circ \right)$$

$$\theta_2' = 46.3^\circ$$

القسم 2 العدسات المحدبة و المقعرة

إتقان المفاهيم

س 57 / كيف تختلف أشكال العدسات المحدبة و المقعرة فيما بينها

ج 57 / تكون العدسات المحدبة أكثر سمكاً عند منتصفها من أطرافها ، بينما تكون العدسات المقعرة أقل سمكاً عند منتصفها من أطرافها

س 58 / ما العامل الذي يحدد موقع بؤرة العدسة ، غير تقوس سطح العدسة ؟

ج 58 / يحدد موقع بؤرة العدسة كل من :

1 - تقوس سطح العدسة

2 - معامل إنكسار المادة التي صنعت منها العدسة

س 59 / اذكر السبب الدقيق لإستخدام العدسات اللالونية بالآلات البصرية

ج 59 / تعمل العدسات اللاونية على إلغاء تأثير الزوغان اللوني من خلال نظام يعمل بعدستين أو أكثر ، و عند إستخدام الآلات البصرية ، يتم إستخدام أكثر من عدسة لا لونية لإلغاء الزوغان اللوني و الكروي و تحسين الصورة

س 60 / حدد موقع الصورة المتكونة بإستخدام عدسة محدبة ، و صف صفاتها عندما يكون الجسم على بعد أكبر من ضعفي البعد البؤري $2F$

ج 60 / عندما يقع الجسم على مسافة أكبر من ضعفي البعد البؤري $2F$ أمام عدسة محدبة ، فإن الصورة المتكونة تكون : حقيقية - مصغرة - تقع ما بين البؤرة F و ضعفي البعد البؤري $2F$ على الجانب الآخر من العدسة

س 61 / العرض مشهد مصور بإستخدام جهاز عرض سينمائي على شاشة ، يُوضع الفيلم بين F و $2F$ لعدسة مجمعة ، و ينتج هذا الترتيب صورة مقلوبة ، فلماذا يظهر المشهد المصور معتدلاً عند عرض الفيلم ؟

ج 61 / يتضمن النظام البصري لجهاز العرض عدسة أخرى لقلب الصورة مرة أخرى. نتيجة لذلك، تصبح الصورة معتدلة مقارنة بالجسم الأصلي.

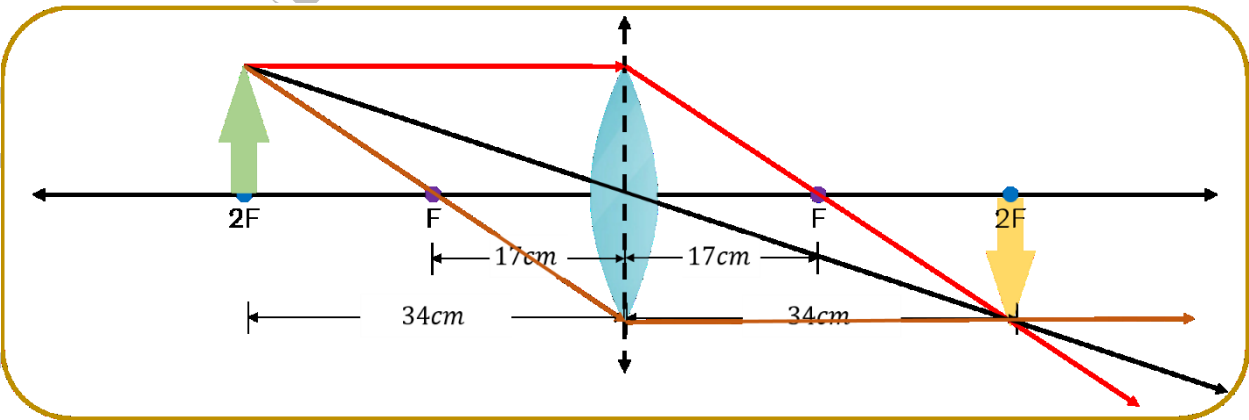
إتقان حل المسائل

س 62 / البُعد البؤري لعدسة محدبة $17cm$ ، وُضعت شمعة على بُعد $34cm$ أمام العدسة ، ارسم مخطط أشعة لتحديد موقع الصورة

ج 62 /

$$x_o = 34cm \quad f = 17cm \quad x_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{17cm \times 34cm}{34cm - 17cm} = 34cm$$



س 63 / وُضع كوب على طاولة على بُعد 72.5cm من عدسة مجمعة بُعدها البؤري 25.5cm ، كم ستبُعد صورة الكوب المتكونة من العدسة ؟

ج 63 /

$$x_o = 72.5\text{cm} \quad f = 25.5\text{cm} \quad x_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{25.5\text{cm} \times 72.5\text{cm}}{72.5\text{cm} - 25.5\text{cm}} = 39.33\text{cm}$$

س 64 / تستخدم جهازاً مزوداً بعدسة محدبة لتُكون صورة حجمها يساوي 0.75 من حجم أحد الرسوم ، إذا وضعت الحجاز على بُعد 24cm من العدسة للحصول على هذه النتيجة ، فما البُعد البؤري للعدسة ؟

ج 64 / بما أن التكبير أقل من 1 ، $|m| < 1$ ، فإن الصورة تكون حقيقية و مقلوبة بالنسبة للعدسة المحدبة ، وبالتالي ، فإن التكبير يكون ذا قيمة سالبة

$$V_i = -\frac{3}{4}V_o$$

$$m = -\frac{x_i}{x_o} = \frac{V_i}{V_o} = -\frac{3}{4}, x_o = 24\text{cm}$$

$$-\frac{x_i}{x_o} = -\frac{3}{4} \rightarrow x_i = -\frac{3}{4} \times -x_o$$

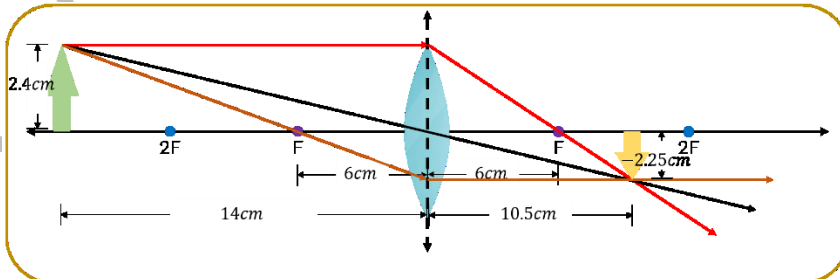
$$x_i = -\frac{3}{4} \times -24\text{cm} = 18\text{cm}$$

$$f = \frac{x_i x_o}{x_i + x_o}$$

$$f = \frac{18\text{cm} \times 24\text{cm}}{18\text{cm} + 24\text{cm}}$$

$$f = 10.28\text{cm}$$

س 65 / وُضعت قطعة من الحلوى طولها 2.4cm على بُعد 14cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 6cm



a / ارسم مخطط الأشعة لتحديد بُعد الصورة و طولها و إتجاهها

(b) حل المسألة رياضياً

$$h_o = 2.4cm \quad x_o = 14cm \quad f = 6cm$$

$$h_i = ? \quad x_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{6cm \times 14cm}{14cm - 6cm} = 10.5cm$$

الصورة تبعد عن العدسة مسافة 10cm بالجهة المقابلة التي يقع بها الجسم لأن قيمة x_i موجبة

$$\frac{h_i}{h_o} = -\frac{x_i}{x_o} \rightarrow h_i = \left(-\frac{x_i}{x_o}\right) h_o$$

$$h_i = \left(-\frac{10.5cm}{14cm}\right) \times 3cm = -2.25cm$$

إتجاه الصورة يكون للأسفل لأن قيمة h_i سالبة

س 66 / وُضعت زجاجة طلاء الأظافر طولها 8cm أمام عدسة مجمعة على بُعد 15cm ، وتكونت صورة حقيقية على بُعد 10cm من العدسة

(a) ما البُعد البؤري للعدسة ؟

$$h_o = 8cm \quad x_o = 15cm \quad x_i = 10cm \quad f = ?$$

$$f = \frac{x_i x_o}{x_i + x_o}$$

$$f = \frac{10cm \times 15cm}{10cm + 15cm}$$

$$f = 6cm$$

(b) إذا استبدلت العدسة ، ووضع مكانها عدسة أخرى بعدها البؤري مثلي البعد البؤري للعدسة المستبدلة ، فما موقع الصورة و طولها وإتجاهها ؟

$$h_o = 8cm \quad x_o = 15cm \quad f = 6cm \times 2 = 12cm \quad x_i = ? \quad h_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{12cm \times 15cm}{15cm - 12cm} = 60cm$$

الصورة تبعد عن العدسة مسافة $60cm$ بالجهة المقابلة التي يقع بها الجسم لأن قيمة x_i موجبة

$$\frac{h_i}{h_o} = -\frac{x_i}{x_o} \rightarrow h_i = \left(-\frac{x_i}{x_o}\right) h_o$$

$$h_i = \left(-\frac{60cm}{15cm}\right) \times 8cm = -32cm$$

إتجاه الصورة يكون للأسفل لأن قيمة h_i سالبة

س 67 / وضعت قطعة ألعاب بالقرب من عدسة مفرفة بعدها البؤري $15cm$ ، فتكونت له صورة طولها $2cm$ على مسافة $5cm$

(a) ما بعد القطعة من العدسة وما طولها ؟

$$h_i = 2cm \quad x_i = -5cm \quad f = -15cm \quad x_o = ? \quad h_o = ?$$

$$x_o = \frac{f x_i}{x_i - f} = \frac{-15cm \times -5cm}{-5cm - (-15cm)} = 7.5cm$$

$$\frac{h_i}{h_o} = -\frac{x_i}{x_o} \rightarrow h_o = \left(-\frac{x_o}{x_i}\right) h_i$$

$$h_o = \left(-\frac{7.5cm}{(-5)cm}\right) \times 2cm = 3cm$$

(b) إذا استبدلت العدسة المفرفة ووضع مكانها عدسة مجمعة لها البعد البؤري نفسه ، فما موقع الصورة وطولها وإتجاهها ؟ وهل هذه الصورة حقيقية أم خيالية ؟

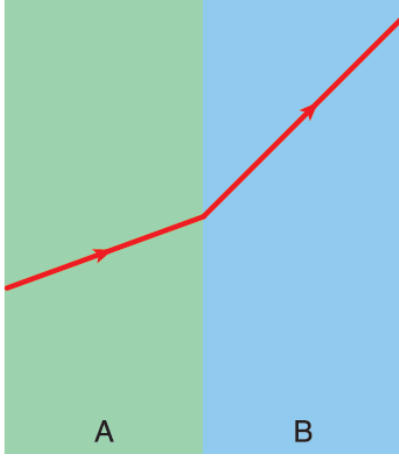
$$h_o = 3cm \quad x_o = 7.5cm \quad f = 15cm \quad x_i = ? \quad h_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{15cm \times 7.5cm}{7.5cm - 15cm} = -15cm$$

$$\frac{h_i}{h_o} = -\frac{x_i}{x_o} \rightarrow h_i = \left(-\frac{x_i}{x_o}\right) h_o$$

$$h_i = \left(-\frac{(-15cm)}{7.5cm}\right) \times 3cm = 6cm$$

تطبيق المفاهيم



س 80 / أي من الوسطين A أو B له معامل إنكسار أكبر ؟ وضح ذلك

ج 80 / يكون للوسط A معامل إنكسار أكبر ، حيث أنه عندما دخل شعاع الضوء إليه ، انكسر الشعاع باتجاه العمود المقام (إنخفاض زاوية الإنكسار ← معامل إنكسار أكبر) ، بينما عندما ذهب الشعاع من الوسط A إلى الوسط B ، انكسر الشعاع بعيداً عن العمود المقام (ازدياد زاوية الإنكسار ← معامل إنكسار أقل)

س 81 / كيف تتغير سرعة الضوء عندما يزداد معامل إنكسار الوسط ؟

ج 81 / بناءً على العلاقة الرياضية التالية ، فإن معامل إنكسار الوسط يتناسب عكسياً مع سرعة الضوء بالوسط

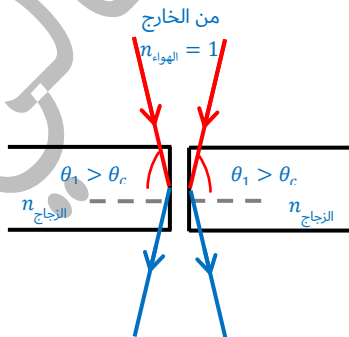
$$n = \frac{c}{v}$$

$$\uparrow n \propto \frac{1}{v} \downarrow$$

س 82 / السراب الأسطوري وفقاً للأسطورة ، أبحر إيريك الأحمر من أيسلندا و اكتشف جزيرة جرينلاند بعد رؤيته للجزيرة في هيئة سراب ، اشرح كيف يمكن أن يحدث السراب

ج 82 / يحدث السراب البحري بسبب اختلاف درجات حرارة الهواء فوق سطح البحر. فعندما يكون الهواء القريب من سطح البحر أبرد وأكثر كثافة، يكون معامل انكساره أكبر من الهواء الأدفأ الموجود فوقه. وعندما تنتقل أشعة الضوء القادمة من جزيرة بعيدة خلال طبقات الهواء المختلفة، تنكسر تدريجياً، وقد تتعرض لانعكاس داخلي كلي إذا سقطت بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة. لذلك تنحني الأشعة وتصل إلى عين إيريك وكأن الجزيرة مرتفعة أو قريبة، فيراها على هيئة سراب رغم بعدها الحقيقي.

س 83 / الزجاج الأمامي المتشقق عندما تنظر من خلال زجاج متشقق، فإنك تشاهد خطاً فضي اللون على طول امتداد الشق. حيث يكون الزجاج منفصلاً عنده. كما أن هنالك هواء موجود في الشق يدل هذا الخط الفضي إلى أن الضوء ينعكس عن الشق ارسم مخطط أشعة لتفسير سبب حدوث ذلك. وما هي الظاهرة التي يمثلها؟



ج 83 / عندما يتشقق الزجاج ، يتكون فراغ رفيع جداً داخل الشق ممتلئاً بالهواء ، فيصبح لدينا وسطين (الزجاج – الهواء داخل الشق) ، وإذا سقط الضوء من الزجاج إلى الشق المملوء بالهواء بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة ، فتحدث ظاهرة الإنعكاس الكلي الداخلي (انتقل الضوء من

وسط ذي معامل إنكسار أكبر (الزجاج) إلى وسط ذي معامل إنكسار أقل (الهواء) ، فيعود الضوء منعكساً بقوة إلى عين المراقب فيظهر لامعاً وفضياً وكأنه مرآة رفيعة

س 84 / أقواس المطر لماذا لا يمكنك رؤية قوس المطر في السماء جنوباً إذا كنت في نصف الكرة الأرضية الشمالي؟ وإلى أي اتجاه عليك النظر لرؤية أقواس المطر إذا كنت في نصف الكرة الجنوبي؟

ج 84 / لا تستطيع أن ترى قوس قزح إلا عندما تأتي أشعة الشمس من خلفك بزاوية لا يزيد قياسها على 42° مع الأفق فقط. ففي نصف الكرة الشمالي، تأتي أشعة الشمس دائماً من الجنوب ولا يمكن أن تكون خلفك أبداً بزاوية ستمكنك من رؤية قوس قزح ، في نصف الكرة الجنوبي ، وفي وقت متأخر بعد الظهر ، تتجه الشمس نحو الغرب لتغرب ، إذ ينبغي أن تنظر إلى الشرق لكي ترى قوس قزح

س 85 / يكسر المنشور الضوء الأزرق بزاوية أكبر من الضوء الأحمر. فسّر ذلك.

ج 85 / ينكسر الضوء الأزرق بزاوية أكبر من الضوء الأحمر لأن معامل انكسار المنشور للضوء الأزرق أكبر من معامل انكساره للضوء الأحمر، وذلك لأن الضوء الأزرق يمتلك طولاً موجياً أقصر، لذلك ينحرف أكثر عند مروره خلال المنشور ، لأن معامل الإنكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجي و زاوية الإنكسار

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = f = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

س 86 / هل يزيد أم يقل قياس الزاوية الحرجة كلما ازداد معامل انكسار الوسط الذي ينتقل خلاله الشعاع؟

ج 86 / كلما ازداد معامل إنكسار الوسط الذي سسنتقل إليه الضوء ، ستزداد الزاوية الحرجة

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \uparrow , n_1 = \text{constant}$$

إذا بقي معامل إنكسار الوسط الأول ثابتاً ، نفس الوسط الأول لم يتغير

س 87 / لماذا بعد الزيغ اللوني عيباً بالنسبة إلى العدسات، ولا يعد كذلك بالنسبة إلى المرايا؟

ج 87 / في المرايا ، ينعكس شعاع الضوء بكل أطواله الموجية حسب زاوية السقوط ولا تختلف الألوان المختلفة بزوايا الإنعكاس ، ولكن بالنسبة للعدسات ، تختلف زوايا إنكسار الأطوال الموجية المختلفة لألوان الضوء حيث ان لكل لون معامل إنكسار مختلف ، فلذلك ، لا تتجمع جميع الألوان في البؤرة نفسها وهذا هو سبب الزوغان اللوني الموجود فقط بالعدسات

س 88 / أي زوج من الأوساط التالية له زاوية حرجة أقل: الهواء والماء أم الهواء والزجاج المصقول؟
 ج 88 / لنستطيع المقارنة بين أزواج الأوساط ، يجب أن نجد الزاوية الحرجة لكل زوج من الأوساط على حدة

الهواء و الماء :

$$n_{1(\text{water})} = 1.33 \quad n_{2(\text{air})} = 1 \quad \theta_{c(\text{water to air})} = ?$$

$$\sin \theta_{c(\text{water to air})} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\theta_{c(\text{water to air})} = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_{c(\text{water to air})} = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.33} \right)$$

$$\theta_{c(\text{water to air})} = 48.75^\circ$$

الهواء و الزجاج المصقول :

$$n_{1(\text{glass})} = 1.52 \quad n_{2(\text{air})} = 1 \quad \theta_{c(\text{glass to air})} = ?$$

$$\sin \theta_{c(\text{glass to air})} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\theta_{c(\text{glass to air})} = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_{c(\text{glass to air})} = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.52} \right)$$

$$\theta_{c(\text{glass to air})} = 41.14^\circ$$

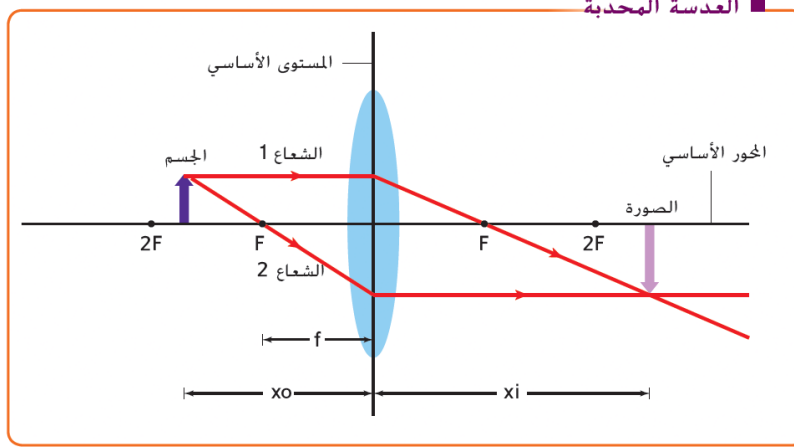
$$\theta_{c(\text{water to air})} > \theta_{c(\text{glass to air})}$$

ستكون الزاوية الحرجة من الماء إلى الهواء أكبر من الزاوية الحرجة من الزجاج المصقول إلى الهواء

$$\uparrow \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \downarrow, n_2 = \text{constant}$$

$$\downarrow \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \uparrow, n_2 = \text{constant}$$

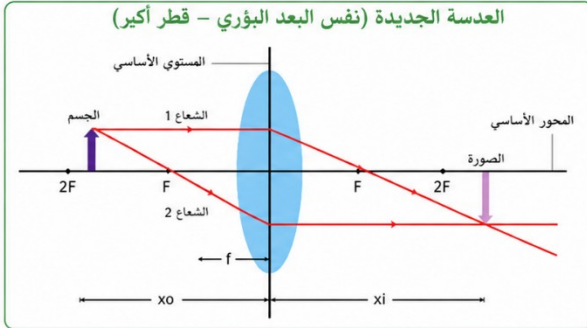
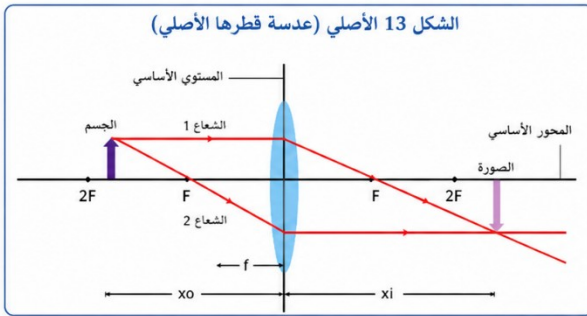
س 89 / افترض أن الشكل 13 أعيد رسمه باستخدام عدسة لها البعد البؤري نفسه ولكن لها قطر أكبر. فسر سبب عدم تغير موقع الصورة هل ستتأثر الصورة بأي طريقة؟



الشكل 13 عندما يكون البعد بين الجسم والعدسة أقل من مثلي البعد البؤري ولكن أكبر من البعد البؤري، تتكون صورة حقيقية مَكْبَرَة ومعكوسة للجسم.

ج 89 /

س 89 : عدسة لها البعد البؤري نفسه ولكن قطرها أكبر



1. لماذا لا يتغير موقع الصورة ؟

موقع الصورة في العدسة لا يعتمد على البعد البؤري (f) وبعد الجسم (o) فقط حسب معادلة العدسة :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$

ولأن f و o لم يتغيرا، فإن i لا يتغير، وبالتالي تبقى الصورة في نفس الموضع.

2. هل ستتأثر الصورة بأي طريقة ؟

- لا يتغير موقع الصورة.
- لا يتغير حجم الصورة (التكبير لا يتأثر لأن o و i لم يتغيرا).
- تزداد شدة إضاءة الصورة (تكون أكثر سطوعاً).
- لأن العدسة الأكبر قطراً تجمع كمية أكبر من الضوء.

الخلاصة

- موقع الصورة لا يتغير.
- حجم الصورة لا يتغير.
- الصورة تصبح أكثر سطوعاً بسبب زيادة كمية الضوء التي تمر عبر العدسة الأكبر قطراً.

س 90 / يستخدم أحد السباحين عدسة مكبرة أثناء الغوص تحت الماء حتى تساعد على مشاهدة جسم صغير في قاع حوض سباحة، واكتشف أن العدسة المكبرة لا تكبر الجسم جيداً كما يجب اشرح لماذا لا تعمل العدسة المكبرة في الماء كما كانت تعمل في الهواء.

ج 90 / لا تعمل العدسة المكبرة في الماء كما تعمل في الهواء لأن معامل انكسار الماء أكبر من معامل انكسار الهواء، لذلك يقل الفرق بين معامل انكسار العدسة ومعامل انكسار الوسط المحيط بها. ونتيجة

لذلك تقل قدرة العدسة المحدبة على تجميع الأشعة الضوئية، فيزداد بعدها البؤري وتصبح قدرتها على التكبير أضعف، لذلك لا يظهر الجسم مكبرًا بوضوح كما في الهواء.

مراجعة عامة

س 93 / وُضع جسم طوله 3cm على بُعد 20cm أمام عدسة مجمعة ، فتكونت له صورة حقيقية على بُعد 10cm من العدسة ، ما مقدار البُعد البؤري للعدسة ؟

ج 93 /

$$h_o = 3\text{cm} \quad x_o = 20\text{cm} \quad x_i = 10\text{cm} \quad f = ?$$

$$f = \frac{x_i x_o}{x_i + x_o}$$

$$f = \frac{10\text{cm} \times 20\text{cm}}{10\text{cm} + 20\text{cm}}$$

$$f = 6.66\text{cm}$$

س 94 / تبلغ الزاوية الحرجة لضوء ينتقل من قالب الزجاج المصقول إلى وسط آخر 45° ، ما معامل إنكسار الوسط الذي ينتقل إليه الضوء ؟

ج 94 /

$$\theta_c = 45^\circ \quad n_{1(gkass)} = 1.52 \quad n_2 = ?$$

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

$$n_2 = n_1 \sin \theta_c$$

$$n_2 = 1.52 \times \sin 45^\circ$$

$$n_2 = 1.07$$

س 95 / أوجد سرعة الضوء في حجر ثلاثي أكسيد النيتيمون إذا كان معامل إنكساره يساوي 2.35

ج 95 /

$$c = 3 \times 10^8 \text{m/s} \quad n_{\text{Sb}_2\text{O}_3} = 2.35 \quad v = ?$$

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n}$$

$$v = \frac{3 \times 10^8 m/s}{2.35} = 1.28 \times 10^8 m/s$$

س 96 / علم الفلك كم عدد الدقائق الإضافية التي سيستغرقها الضوء عند إنتقاله من الشمس إلى الأرض إذا امتلأ الفضاء بينهما بالماء بدلاً من الفراغ ؟ ، علماً بأن المسافة بين الشمس و الأرض تساوي $1.5 \times 10^8 km$

ج 96 / أولاً ، يجب أن نجد النسبة بين سرعة الضوء بالفراغ و سرعة الضوء بالماء

$$n_{water} = \frac{c}{v_{water}} = 1.33$$

بما أن النسبة بين سرعة الضوء بالفراغ و سرعة الضوء بالماء هي 1.33

فإن أيضاً النسبة بين زمن الضوء بالفراغ و زمن الضوء بالماء هو 1.33

نعلم أن الزمن الذي يستغرقه الضوء للوصول من الشمس إلى الأرض عبر الفراغ هو 8 دقائق

السرعة تتناسب عكسياً مع الزمن ، فإذا سنقلب الكسر

$$\frac{t_{Sun \rightarrow Earth(Water)}}{t_{Sun \rightarrow Earth(Emptiness)}} = 1.33$$

$$t_{Sun \rightarrow Earth(Water)} = 1.33 t_{Sun \rightarrow Earth(Emptiness)} = 1.33 \times 8 min$$

$$t_{Sun \rightarrow Earth(Water)} = 10.64 min$$

الآن سنجد الفرق بين الزمنين لنعلم مقدار الوقت الإضافي

$$\Delta t = t_{Sun \rightarrow Earth(Emptiness)} - t_{Sun \rightarrow Earth(Water)}$$

$$\Delta t = 10.64 min - 8 min$$

$$\Delta t = 2.64 min$$

س 97 / شباك الصّراف بالبنك يُستخدم لوح سميّك من البلاستيك سمكه $25mm$ و معامل إنكساره $n = 1.5$ في شباك الصّراف الآلي بالبنك ، فعندما يسقط شعاع ضوئي على اللوح بزاوية تساوي 45° ، سيخرج الشعاع من اللوح بزاوية تساوي 45° ، ولكن من موقع آخر ، استخدم مخطط الأشعة لإيجاد البعد بين الشعاع الذي يخرج و الشعاع الذي كان سيخرج في حالة عدم وجود البلاستيك

ج 97 / عندما يدخل الضوء إلى لوح بلاستيكي ، ينكسر عند الدخول ، ثم ينكسر مرة أخرى عند الخروج ، و بما أن السطحان متوازيان (جانبي الشباك البلاستيكي لشباك الصّراف بالبنك) ، فإن الشعاع يخرج موازياً للشعاع الأصلي ، أي أن $\theta_{الخروج} = \theta_{الدخول}$ ، ولكن سيكون هناك فرق بين الشعاع المنكسر و الشعاع إذا

كان يسير بشكل مستقيم دون إنكسار ، وهذه تسمى المسافة الجانبية ، ولإيجاد المسافة الجانبية سنستخدم القانون :

$$\Delta x = d \frac{\sin(\theta_1 - \theta_2)}{\cos \theta_2}$$

حيث أن :

Δx هي الإزاحة الجانبية ، و d هي سمك الطبقة

ولكن بالبداية يجب أن نجد زاوية الإنكسار للتعويض بالقانون السابق

$$\theta_1 = 45^\circ \quad n_{1(air)} = 1 \quad n_{2(plastic)} = 1.5 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.5} \sin 45^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 28^\circ$$

الآن سنعمل بالقانون من خلال المعطيات

$$d = 25mm \quad \theta_1 = 45^\circ \quad \theta_2 = 28^\circ \quad \Delta x = ?$$

$$\Delta x = d \frac{\sin(\theta_1 - \theta_2)}{\cos \theta_2}$$

$$\Delta x = 25mm \times \frac{\sin(45^\circ - 28^\circ)}{\cos 28^\circ}$$

$$\Delta x = 25mm \times \frac{\sin 17^\circ}{\cos 28^\circ}$$

$$\Delta x = 8.3mm$$

س 98 / استنتج المعادلة $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ من الصيغة العامة لقانون سنل للإنكسار

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \text{ ، و اذكر الافتراضات اللازمة}$$

ج 98 / إذا كان معامل إنكسار الوسط الأول هو 1 ($n_1 = 1$) ، (الوسط الأول إما الفراغ وإما الهواء)
فبإمكاننا استخدام الصيغة التالية $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ لقانون سنل للإنكسار بدلاً من الصيغة

من خلال الإستنتاج التالي :

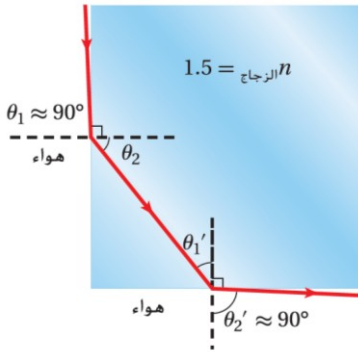
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2 \sin \theta_2}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$



س 99 / من غير الممكن الرؤية من خلال الجوانب المتجاورة لقوالب مربعة من زجاج معامل إنكساره يساوي 1.5 حيث يؤثر الجانب المجاور للجانب الذي ينظر خلاله المراقب كأنه مرآة ، يوضح الشكل الحالة المحددة لجانب مجاور لا يؤثر كأنه مرآة ، استخدم معرفتك بالهندسة و بالزوايا الحرجة لتثبت أن هيئة هذا الشعاع غير قابلة للتحقيق عندما يكون $n_{\text{الزجاج}} = 1.5$

ج 99 / عندما يسقط الشعاع على الوجه الأول للزجاج بزاوية سقوط تساوي تقريباً 90° ، فإن زاوية الانكسار داخل الزجاج تُحسب من قانون سنل:

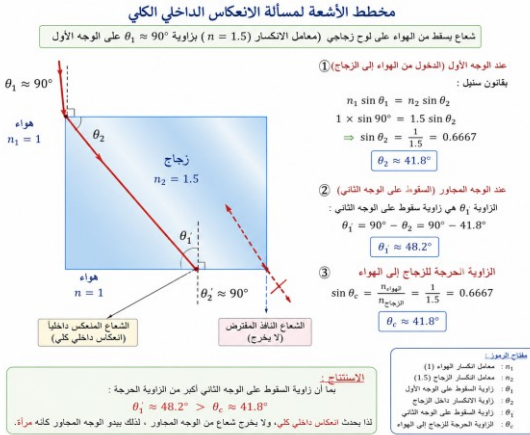
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.5} \sin 90^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 41.8^\circ$$



وهذه الزاوية هي زاوية الشعاع داخل الزجاج مع العمود على الوجه الأول.

ولأن وجهي الزجاج متعامدان، فإن زاوية سقوط الشعاع على الوجه المجاور تكون :

$$\theta_1' = 180^\circ - (90^\circ + 41.8^\circ)$$

$$\theta_1' = 48.2^\circ$$

يجب حساب الزاوية الحرجة من الزجاج إلى الهواء :

$$n_1(\text{glass}) = 1.5 \quad n_2(\text{air}) = 1 \quad \theta_{c(\text{glass to air})} = ?$$

$$\sin \theta_{c(\text{glass to air})} = \frac{n_2}{n_1}$$

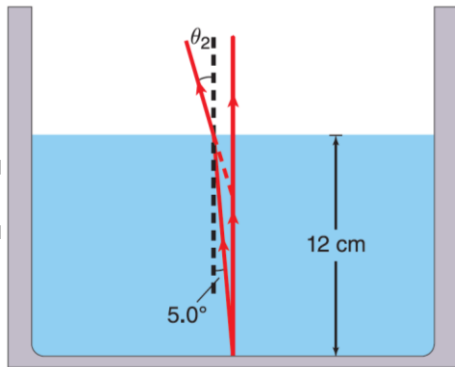
$$\theta_{c(\text{glass to air})} = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_{c(\text{glass to air})} = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.5} \right)$$

$$\theta_{c(\text{glass to air})} = 41.8^\circ$$

$$\theta_1' > \theta_{c(\text{glass to air})}$$

بما أن زاوية السقوط من داخل الزجاج إلى خارجه أكبر من الزاوية الحرجة ، فإن الشعاع لن يخرج منكسراً و لكن سيتم تطبيق قانون الإنعكاس الداخلي الكلي



س 100 / العمق الظاهري تنعكس أشعة الشمس من قاع حوض سمك و تنتشر في جميع الإتجاهات ، الشكل يوضح شعاعين من هذه الأشعة المنعكسة من نقطة في قاع الحوض ينتقلان إلى السطح، فتتكسر أشعة الضوء في الهواء كما هو موضح. يُعدّ امتداد الخط الأحمر المتقطع إلى الخلف، من شعاع الضوء المنكسر، خط النظر الذي يتقاطع مع الشعاع الرأسي عند الموقع الذي سيرى فيه المراقب صورة قاع الحوض. أوجد زاوية انكسار الشعاع في الهواء. عند أي عمق سيبدو قاع الحوض إذا نظرت في الماء؟ أوجد ناتج قسمة العمق الظاهري على العمق الحقيقي وقارن الناتج بمعامل الانكسار

ج 100 / أولاً ، سنجد زاوية الإنكسار من خلال قانون سنل للإنكسار

$$\theta_1 = 5^\circ \quad n_{1(\text{water})} = 1.33 \quad n_{2(\text{air})} = 1 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1.33}{1} \sin 5^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 6.7^\circ$$

ثانياً ، سنجد العمق الظاهري من خلال القانون :

$$h_{\text{true}} \cdot \tan \theta_1 = h_{\text{apparent}} \cdot \tan \theta_2$$

حيث أن h_{apparent} هو العمق الظاهري ، و h_{true} هو العمق الحقيقي

$$h_{\text{apparent}} = h_{\text{true}} \cdot \frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2}$$

$$h_{\text{apparent}} = 12\text{m} \cdot \frac{\tan 5^\circ}{\tan 6.7^\circ}$$

$$h_{\text{apparent}} = 12\text{m} \cdot 0.74$$

$$h_{\text{apparent}} = 9\text{m}$$

إذا أوجدنا النسبة بين العمق الظاهري و العمق الحقيقي

$$\frac{h_{\text{apparent}}}{h_{\text{true}}} = \frac{9\text{m}}{12\text{m}} = \frac{3}{4} = 0.75$$

سند أنها مطابقة للنسبة بين معامل إنكسار الوسيطين

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{water}}} = \frac{1}{1.33} = 0.75$$

و بالتالي ، فإن النسبة بين العمق الظاهري و العمق الحقيقي تطابق النسبة بين معامل إنكسار الوسيط الثاني و معامل إنكسار الوسيط الأول

$$\frac{h_{\text{apparent}}}{h_{\text{true}}} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{water}}}$$

التفكير الناقد

س 102 / إدراك العلاقات المكانية ينتقل الضوء الأبيض خلال هواء معامل إنكساره ($n = 1$) ويدخل في لوح زجاجي بزاوية سقوط 45° بالضبط ، فإذا كان معامل إنكسار الزجاج الصواني الكثيف للضوء الأزرق الذي طوله الموجي ($\lambda = 425.8nm$) هو ($n = 1.7708$) ، و معامل إنكسار الزجاج الصواني الكثيف للضوء الأحمر الذي طوله الموجي ($\lambda = 643.8nm$) هو ($n = 1.7273$) ، فما الاختلاف في زوايا الإنكسار للضوئين الأحمر والأزرق ؟

ج 102 / سنجد زاوية الإنكسار لكل طول موجي على حدة ، ثم نطرح زوايا الإنكسار من بعضهم لنجد الفرق

الأزرق :

$$n_{1(air)} = 1 \quad \theta_1 = 45^\circ \quad n_{2(blue)} = 1.7708 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.7708} \sin 45^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 23.53^\circ$$

الأحمر :

$$n_{1(air)} = 1 \quad \theta_1 = 45^\circ \quad n_{2(blue)} = 1.7273 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.7273} \sin 45^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 24.2^\circ$$

لإيجاد الفرق ، سنطرح الزاويتان من بعضهما البعض

$$\Delta\theta_2 = \theta_{2red} - \theta_{2blue}$$

$$\Delta\theta_2 = 24.2^\circ - 23.53^\circ$$

$$\Delta\theta_2 = 0.67$$

س 103 / قارن و قابل أوجد الزاوية الحرجة لضوء ينتقل من جليد معامل إنكساره ($n = 1.31$) إلى الهواء .

في المناطق شديدة البرودة ، هل تكون خطوط الألياف الضوئية المصنوعة من الجليد أفضل من تلك المصنوعة من الزجاج لإنتقال الضوء داخل السلك ؟ وضح ذلك

ج 103 / لإيجاد الزاوية الحرجة للضوء المنتقل من الجليد إلى الهواء ، سنستخدم القانون التالي

$$n_{1(ice)} = 1.31 \quad n_{2(air)} = 1 \quad \theta_{c(ice \text{ to } air)} = ?$$

$$\sin \theta_{c(ice \text{ to } air)} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\theta_{c(ice \text{ to } air)} = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_{(ice \text{ to } air)} = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.31} \right)$$

$$\theta_{c(ice \text{ to } air)} = 49.8^\circ \approx 50^\circ$$

يكون الليف المصنوع من الزجاج المصقول أكثر كفاءة من الليف المصنوع من الجليد وذلك نظراً لأن الزجاج له زاوية حرجة أقل من الجليد ، وهذا يزيد من فرص حدوث الانعكاس الداخلي الكلي بالزجاج وهذا هو أساس مبدأ عمل الألياف البصرية

س 105 / إدراك السبب و النتيجة استخدم زميلك عدسة محدبة في إجراء تجربة لتكوين صورة لها $x_i = 25cm, h_i = 4cm$ ، وأنت تفحص عدسة مقعرة بعدها البؤري $-15cm$ ، وضعت العدسة المقعرة بين العدسة المحدبة و الصورة الأصلية على بُعد $10cm$ من الصورة ، دُهِشت عندما رأيت صورة حقيقية أكبر من الجسم على الحائط ، وقد قيل لك إنَّ الصورة المتكونة عند استخدام العدسة المحدبة أصبحت الآن بمثابة الجسم للعدسة المقعرة ، و نتيجة وجودها على الجانب المقابل للعدسة المقعرة ، فهي تُعد جسماً خيالياً ، استخدم هذه الدلالات لإيجاد موقع الصورة الجديدة و طولها و لتوقع ما إذا كانت العدسة المقعرة قد غيرت إتجاه الصورة الأصلية أم لا ؟ أثبت رياضياً

ج 105 / العدسة الأولى (المحدبة): قامت بتجميع الضوء لتكوين صورة، وهذه الصورة كان من المفترض أن تتكون على بُعد $25cm$ وبطول $4cm$.

العدسة الثانية (المقعرة): تم وضعها قبل أن تتكون الصورة الأولى. تحديداً، تم وضعها على بُعد 10cm من المكان الذي كان من المفترض أن تظهر فيه الصورة.

لأن أشعة الضوء دخلت إلى العدسة المقعرة وهي في طريقها لتكوين الصورة الأولى (خلف العدسة المقعرة)، فإن هذه الصورة الأولى تُعتبر الآن جسماً خيالياً للعدسة المقعرة

ماذا يعني ذلك رياضياً؟ في قوانين العدسات، أي جسم يقع خلف العدسة (في الجهة التي يخرج منها الضوء) يُعوض عنه بمسافة سالبة

سوف نستخرج المعطيات الخاصة بالعدسة المقعرة فقط (لأنها هي التي ستقوم بتكوين الصورة النهائية):

$$f = -15\text{cm} \quad x_o = -10\text{cm} \quad h_i = 4\text{cm} \quad x_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{(-15\text{cm}) \times (-10\text{cm})}{(-10\text{cm}) - (-15\text{cm})} = 30\text{cm}$$

موقع الصورة الجديدة هو 30cm . وبما أن الناتج موجب، فهذا يعني أن الصورة المتكونة هي صورة حقيقية (تتكون خلف العدسة ويمكن استقبالها على حائط)

لإيجاد اتجاه الصورة، سنستخدم قانون التكبير، ولكن في هذه المرة سنجد قيمة m بالبداية لمعرفة هل ظلت إشارتها كما هي أم تغيرت

$$m = -\frac{x_i}{x_o}$$

$$m = -\frac{30\text{cm}}{-10\text{cm}} = +3$$

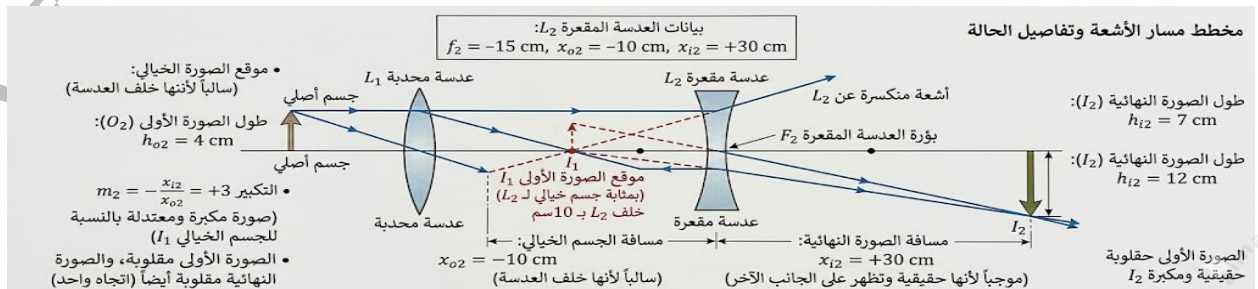
الآن سنجد قيمة التكبير من خلال الطول

$$m = \frac{h_i}{h_o} \rightarrow h_i = m h_o$$

$$h_i = 3 \times 4$$

$$h_i = 12\text{cm}$$

ظلت اتجاه الصورة كما هي نظراً لعدم تغير إشارة طول الصورة عن إشارة التكبير



س 106 / عرف بشكل عملي اذكر اسم الظاهرة التي تسبب طيف ألوان قوس المطر و اشرح كيفية حدوثها

ج 106 / **تحلل الضوء** : عملية فصل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة (**الأحمر** - **البرتقالي** -

الأصفر - **الأخضر** - **الأزرق السماوي** (**البنّي**) - **الأزرق الداكن** - **الأرجواني** (**البنفسجي**))

قوس المطر : الطيف الذي يتكون عند تحلل ضوء الشمس بواسطة قطرات الماء في الغلاف الجوي ، حيث **ينكسر ضوء الشمس الساقط على قطرات الماء** ، و بما أن كل لون له طول موجي مختلف ، فإنه **ينكسر بزوايا مختلفة قليلاً** ، و ينتج عن ذلك تحلل الضوء ، و يحدث **انعكاس كلي داخلي** بعد **إنكسار الضوء في الجزء الخلفي من القطرة** ، ثم **ينعكس** ، ثم **ينكسر الضوء** عند خروجه من القطرة

على الرغم من أن كل قطرة تنتج طيفاً كاملاً ، سيرى المراقب الذي يقف بين الشمس و قطرات الماء طولاً موجياً معيناً فقط للضوء من كل قطرة ، و يعتمد الطول الموجي المرئي على المواقع النسبية لكل من **الشمس و قطرة الماء و المراقب**

س 107 / تُستخدم عدسة في عرض صورة جسم على شاشة ، افترض أنك غطيت النصف الأيمن من العدسة ، ما الذي سيحدث للصورة ؟

ج 107 / سيخفت الضوء بسبب تجمع عدد قليل من أشعته ، لكنك ستري صورة كاملة ، حيث أن العدسة تعمل كمجمّع للضوء؛ المساحة تحدد "السطوع"، وشكل العدسة وانحنائها يحددان "تفاصيل الصورة ومكانها". وبما أن شكل العدسة لم يتغير، بقيت الصورة كاملة

تدريب على الإختبار المعياري

س 1 - يُوجه شعاع مصباح يدوي نحو بركة سباحة في الظلام بزاوية 46° بالنسبة إلى العمود المقام على سطح الماء ، ما زاوية إنكسار الشعاع في الماء ؟

A - 18°

B - 30°

C - 33°

D - 44°

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{1.33} \sin 46^\circ \right)$$

$$\theta_2 = 32.74^\circ \approx 33^\circ$$

س 2 - تبلغ سرعة الضوء في الألماس $1.24 \times 10^8 m/s$ ، ما معامل إنكسار الألماس ؟

A – 0.0422

B – 0.413

C – 1.24

D – 2.42

$$c = 3 \times 10^8 m/s \quad v = 1.24 \times 10^8 m/s \quad n_{diamond} = ?$$

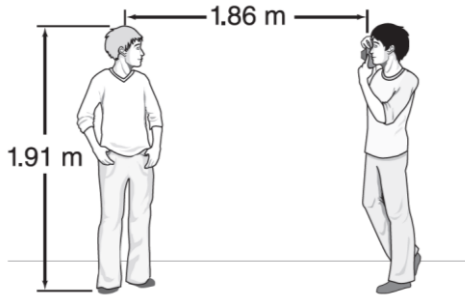
$$n = \frac{c}{v}$$

$$n = \frac{3 \times 10^8 m/s}{1.24 \times 10^8 m/s} = 2.42$$

س 3 - أي من الظواهر التالية لا ترتبط بتكوين أقواس المطر ؟

A - الحيود B - تحليل الضوء الأبيض C - الانعكاس D - الإنكسار

س 4 - يلتقط أحمد صورة لعللي مستخدماً كاميرا تحتوي على عدسة محدبة ذات بعد بؤري مقداره $4.7 \times 10^{-2} m$ ، حدد موقع الصورة لعللي



A – 1.86cm

B – 4.7cm

C – 4.82cm

D – 20.7cm

$$h_o = 1.91m \quad x_o = 1.86m \quad f = 4.7 \times 10^{-2}m \quad x_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{4.7 \times 10^{-2}m \times 1.86m}{1.86m - 4.7 \times 10^{-2}m} = 0.048m = 4.8 \times 10^{-2}m$$

$$x_i = 4.8cm$$

س 5 - ما مقدار تكبير الجسم الذي يبلغ بعده $4.15m$ أمام الكاميرا التي يصل موضع الصورة فيها إلى $5cm$ ؟

A - -0.83 B - -0.012 C - 0.83 D - 1.22

$$x_o = 4.15m \quad x_i = 5cm = 5 \times 10^{-2}m \quad m = ?$$

$$m = -\frac{x_i}{x_o}$$

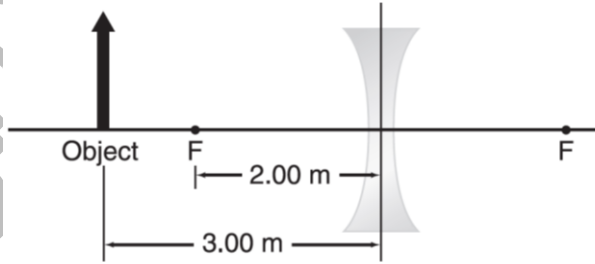
$$m = -\frac{5 \times 10^{-2}m}{4.15m}$$

$$m = -0.012$$

س 6 - أي من التالي لا يؤثر في تكوين السراب ؟

A - تسخين الهواء بالقرب من الأرض B - موجات هيجنز C - الانعكاس
D - الإنكسار

س 7 - ما بُعد الصورة في الحالة الموضحة بالشكل التالي ؟



A - $-6m$ B - $-1.2m$ C - 0.167 D - 0.833

$$x_o = 3m \quad f = -2m \quad x_i = ?$$

$$x_i = \frac{f x_o}{x_o - f} = \frac{(-2m) \times 3m}{3 - (-2m)} = -1.2m$$

$$x_i = -1.2cm$$

س 8 - ما الزاوية الحرجة للإنعكاس الداخلي الكلي عندما ينتقل الضوء من الزجاج

$(n_{glass} = 1.52)$ إلى الماء $(n_{water} = 1.33)$ ؟

A - 29°

B - 41.2°

C - 48.8°

D - 61°

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{water}}{n_{glass}} = \frac{1.33}{1.52}$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1.33}{1.52} \right) = 61^\circ$$

س 9 - ماذا يحدث للصورة المتكونة بإستخدام عدسة محدبة عند تغطية نصف

العدسة ؟

A - يختفي نصف الصورة

B - تصبح الصورة معتممة

C - تصبح الصورة ضبابية

D - تصبح الصورة مقلوبة

س 10 - إذا كانت الزاوية الحرجة للإنعكاس الداخلي الكلي عند الحد الفاصل بين

الألماس و الهواء 24.4° ، ما زاوية الإنكسار في الهواء إذا سقط ضوء على الحد

الفاصل بزاوية 20° ؟

$$\theta_c(diamond \rightarrow air) = 24.4^\circ \quad n_1 = 2.42 \quad \theta_1 = 20^\circ \quad n_2 = 1 \quad \theta_2 = ?$$

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

$$\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 \right)$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{2.42}{1} \sin 20^\circ\right)$$

$$\theta_2 = 55.86^\circ \approx 56^\circ$$

س 11 - جسم يبعد من عدسة بمقدار 6.98cm تكونت له صورة على بعد 2.95cm من العدسة و على الجانب نفسه من العدسة ، ما نوع العدسة ؟ وضح

إجابتك

بما أن الصورة تقع بالجانب نفسه الذي به الجسم ، فإما أن تكون العدسة محدبة و الجسم يقع ما بين البؤرة و مركز العدسة (و لكن يشترط أن تكون الصورة مكبرة) أو أن تكون العدسة مقعرة (و لكن يشترط أن تكون الصورة مصغرة)

و لهذا يجب أن نجد قيمة التكبير

و بما أن الصورة تقع بنفس الجهة التي بها الجسم ، فإن قيمتها سالبة

$$x_o = 6.98\text{cm} \quad x_i = -2.95\text{cm} \quad m = ?$$

$$m = -\frac{x_i}{x_o}$$

$$m = -\frac{-2.95\text{cm}}{6.98\text{cm}}$$

$$m = 0.423$$

بما أن التكبير أقل من 1 ($m < 1$) ، فإن العدسة هي عدسة مقعرة لأنها تنتج دوماً صوراً مصغرة