

مثال 1: عندما سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط 40° على مادة فكانت زاوية الانكسار 25° . احسب معامل الانكسار.

• الحل:

$$\theta_1 = 40^\circ \quad \theta_2 = 25^\circ$$
$$n_1 = 1 \quad n_2 = ?$$

• باستخدام قانون سنل:

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

مثال 1: عندما سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط 40° على مادة فكانت زاوية الانكسار 25° . احسب معامل الانكسار.

• الحل:

$$\begin{aligned}n_2 &= \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2} \\ &= \frac{1 \times \sin(40)}{\sin(25)} \\ &= 1.52\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\theta_1 &= 40^\circ & \theta_2 &= 25^\circ \\ n_1 &= 1 & n_2 &= ?\end{aligned}$$

• باستخدام قانون سنل:

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

مثال 2: في المثال السابق، إذا كان الطول الموجي للشعاع الساقط هو 500nm فاحسب الطول الموجي داخل المادة.

• الحل:

$$\lambda_1 = 500nm \quad \lambda_2 = ?$$

$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1.52$$

مثال 2: في المثال السابق، إذا كان الطول الموجي للشعاع الساقط هو 500nm فاحسب الطول الموجي داخل المادة.

• الحل:

$$\lambda_1 = 500nm \quad \lambda_2 = ?$$

$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1.52$$

• باستخدام قانون سنل:

$$n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$$

$$\begin{aligned} \lambda_2 &= n_1 \lambda_1 / n_2 \\ &= 1 \times 500 / 1.52 \\ &= 328.7nm \end{aligned}$$

مثال 3: في المثال السابق، احسب سرعة الضوء وتردده في الهواء و في المادة.

• الحل:

$$v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1}$$

$$= 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.52}$$

$$= 1.974 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda_1 = 500 \text{ nm} \quad \lambda_2 = 328.7 \text{ nm}$$

$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1.52$$

• السرعة تعطى بالعلاقة:

$$v = c / n$$

مثال 3: في المثال السابق، احسب سرعة الضوء وتردده في الهواء و في المادة.

• الحل:

$$\lambda_1 = 500nm \quad \lambda_2 = 328.7nm$$

$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1.52$$

• يعطى التردد بالعلاقة:

$$f = v / \lambda$$

مثال 3: في المثال السابق، احسب سرعة الضوء وتردده في الهواء و في المادة.

• الحل:

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{500 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$= 0.6 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{1.974 \times 10^8 \text{ m/s}}{328.7 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$= 0.6 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

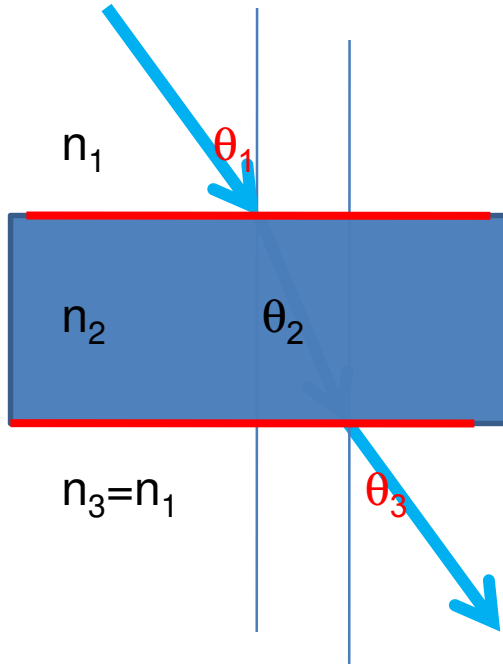
$$\lambda_1 = 500 \text{ nm} \quad \lambda_2 = 328.7 \text{ nm}$$

$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1.52$$

• يعطى التردد بالعلاقة:

$$f = v / \lambda$$

الانكسار خلال متوازي المستطيلات



- نطبق قانون سنل مرتين لمعرفة زاوية خروج الضوء من المتوازي:
- فعندما ينتقل الضوء من الوسط الأول الى داخل متوازي المستطيلات:

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

وعندما ينتقل الضوء من الوسط الثاني الى

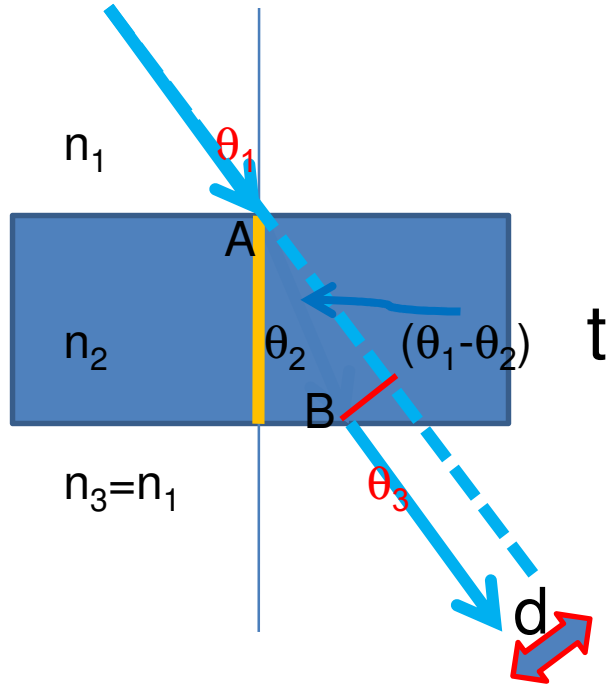
الثالث: $n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$

الشعاع الساقط والخارج متوازيان

$$\therefore n_1 \sin \theta_1 = n_3 \sin \theta_3$$

$$\therefore n_3 = n_1 \Rightarrow \sin \theta_1 = \sin \theta_3 \Rightarrow \theta_1 = \theta_3$$

الانكسار خلال متوازي المستطيلات



- مقدار الانحراف بين الشعاع الساقط والشعاع الخارج يعطى بالعلاقة:

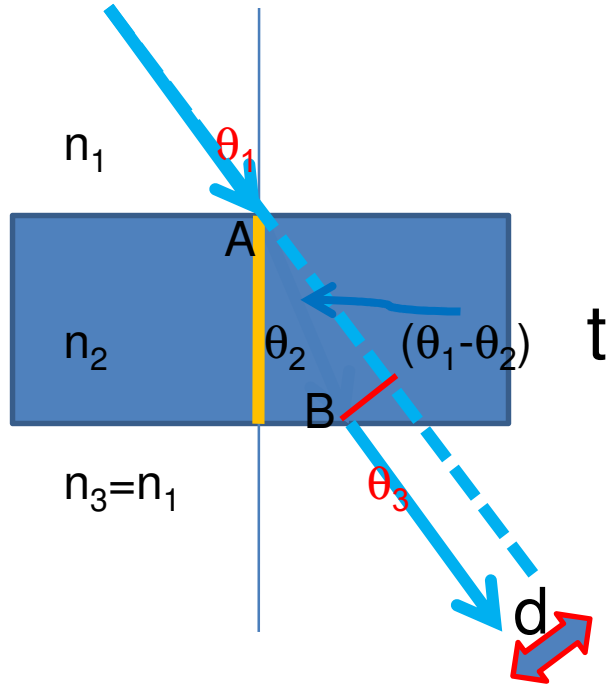
$$d = AB \sin(\theta_1 - \theta_2)$$

d : مقدار الإنحراف
 t : سمك الوسط (متوازي المستطيلات)

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

مثال: إذا كانت زاوية السقوط 30° والوسط هو الهواء $n_1=1$ ومعامل انكسار الزجاج $n_2=1.52$ وسمك متوازي المستطيلات هو $t=10\text{cm}$ فاحسب مقدار الانحراف d .

• الحل:



d : مقدار الإنحراف

t : سمك الوسط (متوازي المستطيلات)

$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1.52$$

$$\theta_2 = 30^\circ \quad \theta_2 = ?$$

• نوجد زاوية الانكسار الأولى θ_2 :

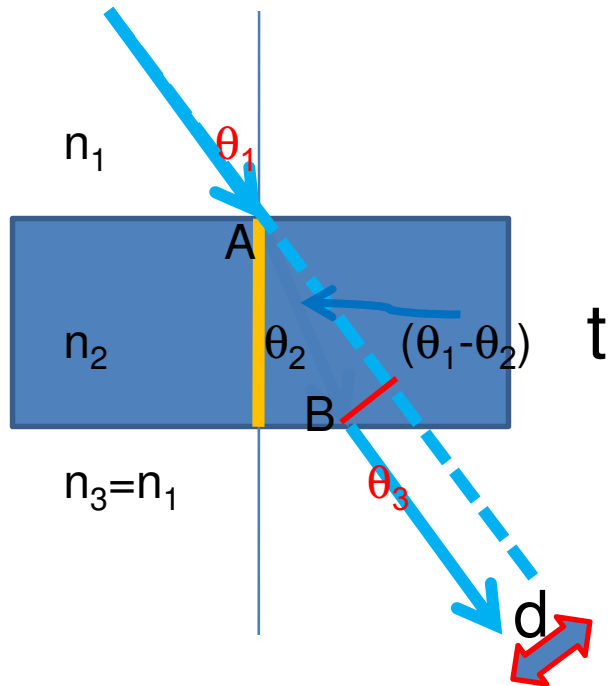
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

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

$$= 19.2^\circ$$

مثال: إذا كانت زاوية السقوط 30° والوسط هو الهواء $n_1=1$ ومعامل انكسار الزجاج $n_2=1.52$ وسمك متوازي المستطيلات هو $t=10\text{cm}$ فاحسب مقدار الانحراف d .

• الحل:



$$n_1 = 1 \quad n_2 = 1.52$$

$$\theta_1 = 30^\circ \quad \theta_2 = ? \Rightarrow 19.2^\circ$$

• وبالتالي:

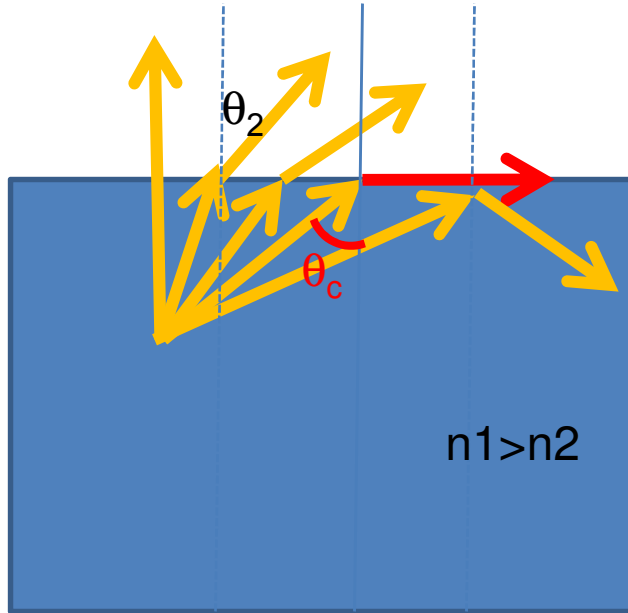
$$\begin{aligned} d &= \frac{t}{\cos \theta_2} \sin(\theta_1 - \theta_2) \\ &= \frac{10\text{cm}}{\cos(19.2)} \sin(30 - 19.2) \\ &= 1.98\text{cm} \approx 2\text{cm} \end{aligned}$$

d : مقدار الإنحراف

t : سمك الوسط (متوازي المستطيلات)

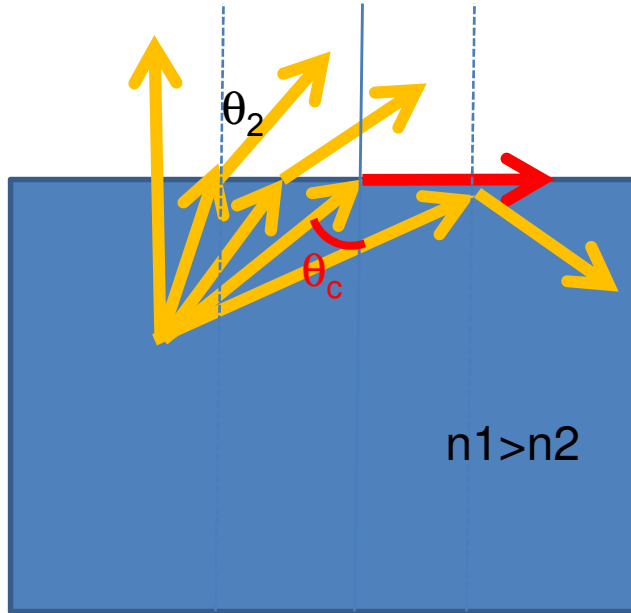
الانكسار الكلي الداخلي والزوايا الحرجة:

Total Internal Reflection and The Critical Angle



- تختلف زاوية انكسار الشعاع باختلاف زاوية السقوط.
- عندما يسقط الشعاع بزاوية صفر ينفذ بدون انكسار.
- وعندما تزداد زاوية السقوط عن الصفر ينكسر ويبتعد من العمود المقام.
- تسمى الزاوية التي يسقط فيها الشعاع وينكسر بزاوية مقدارها 90° في الوسط الآخر بالزاوية الحرجة θ_c .
- إذا سقط الشعاع بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فإن الشعاع ينعكس كلياً.

قانون الزاوية الحرجة:



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

or

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

تطبيقات على الانعكاس الداخلي:

• تستخدم فكرة الانعكاس الداخلي في الكثير من التطبيقات الطبية وذلك باستخدام الألياف البصرية لنقل ضوء الليزر واستخدامه في العمليات الجراحية .

• صناعة الموشور (عبارة عن مثلث مجسم من مادة شفافة) .

• روابط جافا توضيحية:

• <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=16.0>

• <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=49.0>

• <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=37.0>

• <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=43.0>