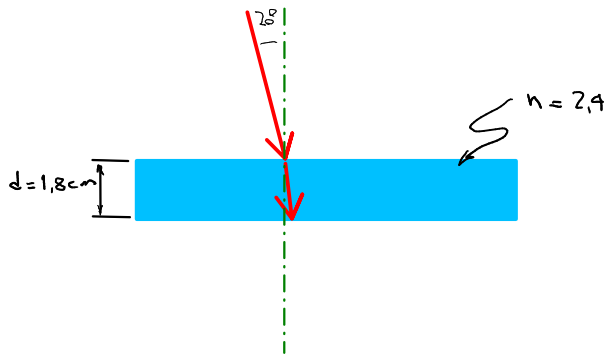


(a) La situació plantejada en el problema es troba esquematitzada a la figura de sota.



Si fem servir la llei d'Snell per a la primera superfície:

$$n_a \sin(20^\circ) = n \sin(\alpha_r)$$

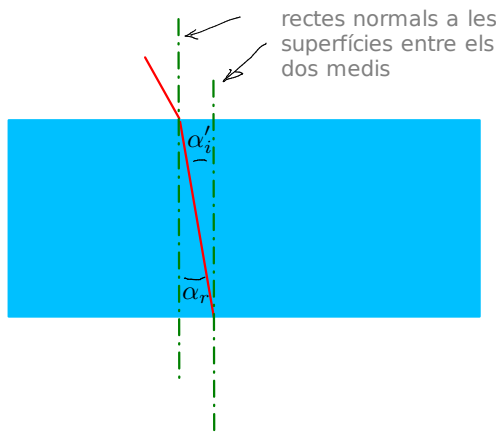
on  $n_a = 1$  és l'índex de refracció de l'aire.

De la relació anterior podem determinar l'angle de refracció de la llum per la placa.

$$\sin(\alpha_r) = \frac{n_a}{n} \sin(20^\circ) = \frac{1}{2,4} \times 0,342 = 0,143$$

$$\alpha_r = \arcsin(0,143) = 8,2^\circ$$

(b) Si ara considerem la segona superfície, el medi d'incidència és la placa i el medi de refracció és l'aire. Podem veure que l'angle d'incidència ara és el que vam determinar anteriorment. A sota podem observar un detall de la marxa del raig:



Podem veure que els angles indicats són congruents (tenen el mateix valor), ja que són alterns interns entre paral·leles. Així,

$$\alpha'_i = \alpha_r = 8,2^\circ$$

Plantegem la llei d'Snell per a la nova situació:

$$n \sin(8,2^\circ) = n_a \sin(\alpha'_r)$$

Per tant, podem determinar l'angle de refracció quan passa a l'aire una altra vegada.

$$\sin(\alpha'_r) = \frac{n}{n_a} \sin(\alpha'_i) = \frac{2,4}{1} \sin(8,2^\circ) = 0,342$$

$$\alpha'_r = \arcsin(0,342) = 20,0^\circ$$

Tornem a obtenir el mateix valor de l'angle d'incidència a la primera interfície. Això coincideix amb la nostra experiència quotidiana, si observem un paisatge a través d'una finestra oberta i després tanquem la finestra per a observar el mateix paisatge a través del vidre, no veiem que el paisatge es desplaça cap a una banda, això és perquè els raigs de llum no es desvien de la direcció que portaven originalment. Si mirem la figura anterior veurem que sí hi ha un petit desplaçament del raig però no de la seva direcció. Com els vidres de la finestra no són molt gruixuts no percebem aquest desplaçament.

Observem que la dada del gruix de la placa és completament irrellevant per a la resolució del problema tal com està plantejat però, si vols pots determinar el desplaçament del raig fent servir aquesta dada.

(c) Per determinar l'angle límit quan passa de la placa a l'aire (el cas contrari és impossible, en saps per què?) apliquem la llei d'Snell amb la situació d'angle límit:

$$n \sin(\alpha_L) = n_a \sin(90^\circ)$$

$$\sin(\alpha_L) = \frac{n_a}{n} \sin(90^\circ) = \frac{1}{2,4} \times 1 = 0,417$$

$$\alpha_L = \arcsin(0,417) = \boxed{24,6^\circ}$$