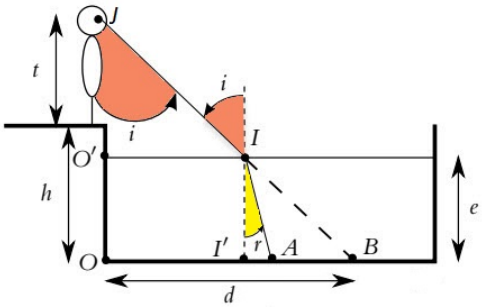
Exercice 1 :

On note A la position réelle de l'objet et B sa position apparente. La véritable position de l'objet correspond à la distance OA (voir figure).



Nous avons :

$$\mathrm{OA} = \mathrm{OI'} + \mathrm{I'A} = \mathrm{O'I} + \mathrm{II'}\tan r = \mathrm{O'J}\tan i + \mathrm{II'}\tan r$$

$$\boldsymbol{\mathrm{OA} = (t + h - e)\tan i + e\tan r}$$

Les angles i et r sont déterminés la loi de Snell-Descartes :

$$\sin i = n \sin r$$

$$i = \arctan\left(\frac{\mathrm{OB}}{\mathrm{OJ}}\right) = \arctan\left(\frac{d}{t+h}\right) \Longrightarrow r = \arcsin\left(\frac{\sin i}{n}\right)$$

Applications numériques :

$$i = \arctan\left(\frac{1}{2{,}3}\right) = 16{,}86° \; ; \; r = \arcsin\left(\frac{\sin i}{1{,}33}\right) = 12{,}6°$$

$$\boldsymbol{\mathrm{OA} = 2{,}3\tan i + 1 \times \tan r = 0{,}92\,\mathrm{m}}$$

Exercice 2 :

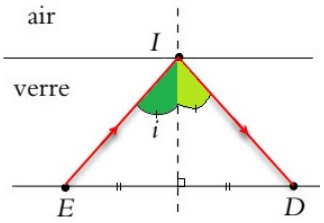
1.a) Il y a une réflexion totale en I si $i > i_{\mathrm{lim}}$tel que :

$$\sin i_{\mathrm{lim}} = \frac{n_{\mathrm{air}}}{n_{\mathrm{v}}} = \frac{1}{1.5} \Longrightarrow i_{\mathrm{lim}} = 41{,}81°$$

La condition de réflexion totale en I est : $\boldsymbol{i > 41{,}81°}$

Cette condition est vérifiée pour $i = 60°$

1.b) Pour $i = 60°$, d'après la loi de réflexion, le rayon réfléchi est symétrique au rayon incident par rapport à la normale. Il faut placer D de manière symétrique à E par rapport à la normale (voir figure)



2.a) Déterminons l'angle limite i_{L_1}du dioptre verre-eau.

Nous avons : $\sin i_{\mathrm{L}_1} = \frac{n_{\mathrm{e}}}{n_{\mathrm{v}}} = \frac{1{,}33}{1{,}5} \Longrightarrow i_{\mathrm{L}_1} = 62{,}46°$

Comme $i = 60° < i_{\mathrm{L}_1}$alors le rayon est rayon lumineux subit une réfraction d'angle r tel que :

$$n_{\mathrm{v}} \sin i = n_{\mathrm{e}} \sin r$$

$$r = \arcsin\left(\frac{n_{\mathrm{v}}}{n_{\mathrm{e}}} \sin i\right) = 77{,}61°$$

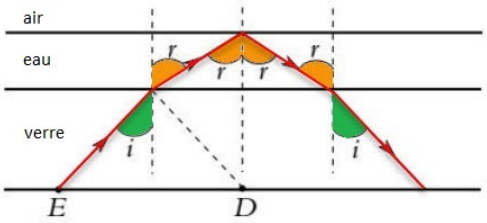
L'angle r représente l'angle incident pour le dioptre eau-air.

Déterminons l'angle limite i_{L_2}du dioptre eau-air.

On a : $\sin i_{\mathrm{L}_2} = \frac{n_{\mathrm{air}}}{n_{\mathrm{e}}} = \frac{1}{1{,}33} \Longrightarrow i_{\mathrm{L}_2} = 48{,}75°$

Comme $r > i_{\mathrm{L}_2}$ alors le rayon est rayon lumineux subit une réflexion totale d'angle réfléchi r

Le rayon lumineux traversant le dioptre eau-verre sera réfracté symétriquement au rayon incident initial par rapport à la normale (voir figure).



2.b) Lorsque le rayon lumineux ne tombe plus sur le détecteur de pluie alors, les essuie-glaces sont actionnés.

Exercice 3 :

	fréquence (en Hz)		**vitesse de l'onde (en m/s)**		**longueur d'onde**	
air	$f_{\mathrm{a}} = f_{\mathrm{f}}$	$\mathbf{3{,}9 \cdot 10^{14}}$	$v_{\mathrm{a}} = c$	$\mathbf{3 \cdot 10^{8}}$	$\lambda_{\mathrm{a}} = \frac{v_{\mathrm{a}}}{f_{\mathrm{a}}}$	$\mathbf{770\,nm}$
flint	$f_{\mathrm{f}} = \frac{c}{\lambda_{\mathrm{f}} n}$	$\mathbf{3{,}9 \cdot 10^{14}}$	$v_{\mathrm{f}} = \lambda_{\mathrm{f}} f_{\mathrm{f}}$	$\mathbf{1{,}89 \cdot 10^{8}}$		$\mathbf{486\,nm}$