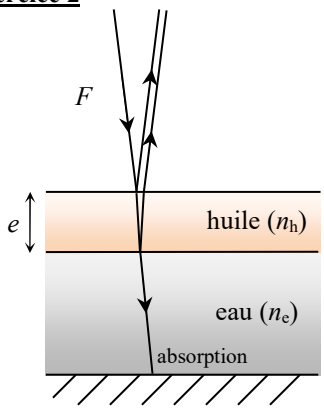
Op2 – Corrigé des exercices 2 et 3

¤ Exercice 2

a)



On a représenté les rayons avec une légère incidence pour la lisibilité, mais on supposera cet angle d'incidence nul dans la suite. Les deux rayons qui interfèrent sont le rayon réfléchi à l'interface air/huile et le rayon réfléchi à l'interface huile/eau.

b) Le rayon passant dans l'huile et se réfléchissant à l'interface huile/eau a parcouru en plus de l'autre un aller-retour sur l'épaisseur e dans l'huile d'indice n_h, d'où une différence de marche $\delta = 2n_h e$.

De plus, la réflexion à l'interface air/huile s'accompagne d'un déphasage de π (car $n_h > n_a$), mais ce n'est pas le cas pour la réflexion à l'interface huile/eau (car $n_e < n_h$).

Le déphasage entre les deux rayons est donc $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda_0}\delta + \pi = \frac{2\pi}{\lambda_0} 2n_h e + \pi$.

Les interférences sont destructives si $\varphi = (2m+1)\pi$ soit $\boxed{2n_h e = m\lambda_0}$ avec m entier.

c) En un point donné de la flaque, d'épaisseur e donnée inférieure au micromètre, une seule longueur d'onde visible vérifie la relation ci-dessus, avec $m = 1$: elle est donc éliminée dans la lumière perçue par l'œil, et les longueurs d'onde voisines sont fortement atténuées, ainsi la couleur manquante dans le spectre entraîne une perception de couleur complémentaire. Si l'épaisseur était nettement plus grande, il y aurait plusieurs longueurs d'onde visibles éliminées (pour $m = 1, 2, 3\ldots$), couvrant tout le spectre, donc la lumière apparaîtrait toujours blanchâtre.

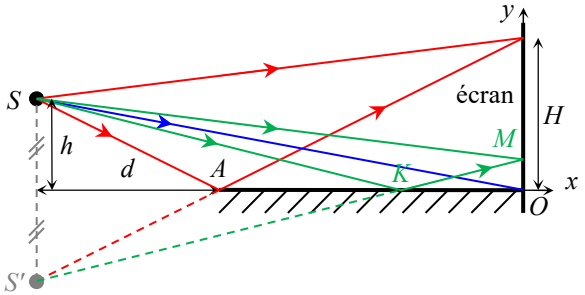
On observe des couleurs différentes selon les endroits parce que l'épaisseur de la flaque n'est pas uniforme.

d) Si on suppose la flaque assez mince pour avoir $m = 1$, alors $\boxed{e = \frac{\lambda_0}{2n_h}}$. AN $\boxed{e \sim 0{,}2\ \mu\text{m}}$.

¤ Exercice 3

a) En certains points de l'écran peuvent arriver deux rayons : l'un provenant directement du point source, et l'autre s'étant réfléchi sur le miroir (rayons tracés en vert par exemple). Ces rayons sont cohérents et ont suivi des chemins optiques différents, donc ils vont produire des interférences.

Le champ d'interférences est délimité par les deux rayons (bleu et rouge) tombant sur les extrémités du miroir. On obtient avec le théorème de Thalès : $\boxed{H = h\frac{AO}{d}}$. AN $\boxed{H = 0{,}5\ \text{mm}}$.



b) En O, les deux rayons qui interfèrent sont pratiquement confondus, donc leurs chemins optiques (géométriques) sont les mêmes. Cependant la réflexion sur le métal introduit un déphasage supplémentaire de π : ainsi les deux rayons interférant en O sont en opposition de phase, ils donnent donc une frange sombre.

c) Différence de marche en un point M de l'écran, de coordonnées $(0, y, z)$: $\delta = (SKM) - (SM)_{\text{direct}} = SK + KM - SM = S'M - SM$ avec S' l'image (symétrique) de S par le miroir, de coordonnées $(-d - AO, -h, 0)$.

Donc $\delta = \sqrt{(d+AO)^2 + (y+h)^2 + z^2} - \sqrt{(d+AO)^2 + (y-h)^2 + z^2}$. Les distances selon (Oy) et (Oz) étant faibles devant celles selon (Ox), on peut faire des développements limités au premier ordre :

$$\delta = (d+AO)\sqrt{1 + \left(\frac{y+h}{d+AO}\right)^2 + \left(\frac{z}{d+AO}\right)^2} - (d+AO)\sqrt{1 + \left(\frac{y-h}{d+AO}\right)^2 + \left(\frac{z}{d+AO}\right)^2}$$

$$\approx (d+AO)\left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{y+h}{d+AO}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{z}{d+AO}\right)^2\right] - (d+AO)\left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{y-h}{d+AO}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{z}{d+AO}\right)^2\right] = \frac{(y+h)^2}{2(d+AO)} - \frac{(y-h)^2}{2(d+AO)}$$

et finalement $\boxed{\delta = \frac{2hy}{d+AO}}$. Le déphasage est alors $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta + \pi = \frac{4\pi hy}{\lambda(d+AO)} + \pi$, et l'ordre d'interférences $p = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{2hy}{\lambda(d+AO)} + \frac{1}{2}$.

Les franges brillantes sont des ensembles de points d'équation $p = \text{cte} = m$ entier, soit $\frac{2hy}{\lambda(d+AO)} = m - \frac{1}{2}$ et finalement $\boxed{y_m = (2m-1)\frac{\lambda(d+AO)}{4h}}$: ce sont des segments de droites parallèles à l'axe (Oz).

d) Entre une frange brillante et la suivante, l'ordre m augmente de 1 : l'interfrange est donc $i = y_{m+1} - y_m$, c'est-à-dire $i = (2m+2+1)\frac{\lambda(d+AO)}{4h} - (2m+1)\frac{\lambda(d+AO)}{4h}$ soit $\boxed{i = \frac{\lambda(d+AO)}{2h}}$. AN $\boxed{i = 82\ \mu\text{m}}$.