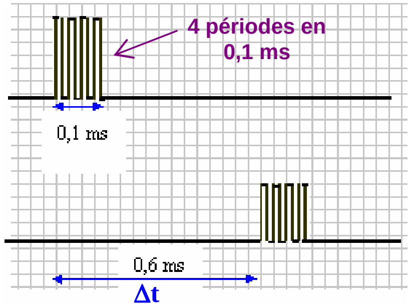
Corrigé des exercices du Chapitre A1-5

LES ONDES

EXERCICE 1 *"Célérité des ultrasons"*



① On observe 4 périodes T en 0,1ms ; on a donc

$$T = \frac{0,1}{4} = 0,025\text{ms}$$

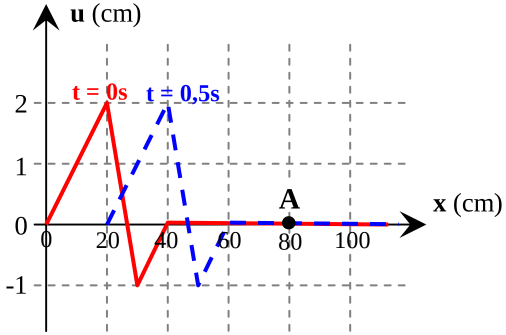
$$\Rightarrow \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,025.10^{-3}} \quad \text{soit} \quad \boxed{f = 40\text{kHz}}$$

(inaudible car f > 20kHz).

② L'onde parcours D = 0,9m en Δt = 0,6ms $\Rightarrow \quad c = \frac{D}{\Delta t} = \frac{0,9}{0,6.10^{-3}}$ soit $\boxed{c = 1,5\text{km.s}^{-1}}$.

③ On a : $\Delta t = \frac{D}{c} = \frac{0,9}{341}$ soit $\Delta t \approx 2,64\text{ms}$ (durée plus grande car l'onde va moins vite).

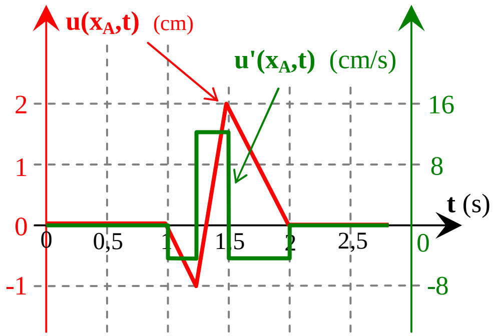
EXERCICE 2 *"Corde vibrante"*



Il faut résoudre le problème graphiquement en remarquant qu'une division du quadrillage (20cm) correspond à un temps de 0,5s.

Vitesse $c = \frac{0,2}{0,5}$ soit $\boxed{c = 0,4\text{m.s}^{-1}}$.

Le point A subira les évènements suivants :



- de 0s à 1s : l'onde se propage mais n'atteindra le point A qu'au bout de 1s.
  $\Rightarrow$ vitesse $u'(x_A, t) = 0\text{cm/s}$
- de 1s à 1,25s : l'élongation du point A passe de 0cm à -1cm.
  $\Rightarrow u'(x_A, t) = -1/0,25 = -4\text{cm/s}$
- de 1,25s à 1,5s : l'élongation du point A passe de -1cm à 2cm.
  $\Rightarrow u'(x_A, t) = 3/0,25 = 12\text{cm/s}$
- de 1,5s à 2s : l'élongation du point A passe de 2cm à 0cm (l'onde est "passée").
  $\Rightarrow u'(x_A, t) = -2/0,5 = -4\text{cm/s}$

EXERCICE 3 *"Onde sonore"*

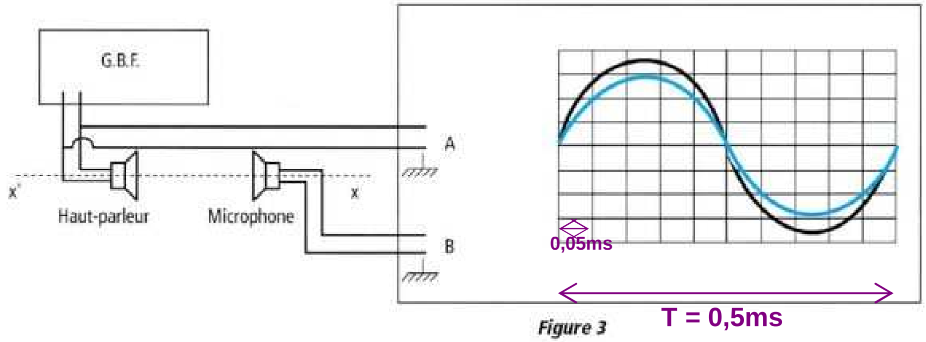


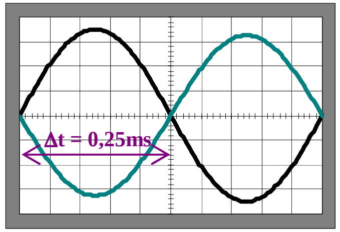
Figure 3

① La période du signal est $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2.10^3}$ soit $T = 0,5\text{ms}$ (10 div)

La base de temps de l'oscilloscope est donc de 0,05ms/div ou $\boxed{50\mu\text{s/div}}$.

② Le microphone s'est déplacé d'une longueur d'onde λ = 17cm

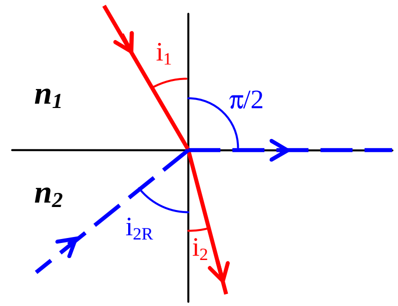
$$\Rightarrow \quad c = \frac{\lambda}{T} = \frac{17.10^{-2}}{0,5.10^{-3}} \quad \text{soit} \quad \boxed{c = 340\text{m/s}}.$$



③ Δx = 8,5cm correspond à $\Delta t = \frac{\Delta x}{c} = \frac{8,5.10^{-2}}{340}$

soit $\boxed{\Delta t = 0,25\text{ms}}$

EXERCICE 4 *"Réfraction"*



① $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

$$\Rightarrow \quad i_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2}\sin i_1\right) \quad \Rightarrow \boxed{i_2 \approx 26,3°}.$$

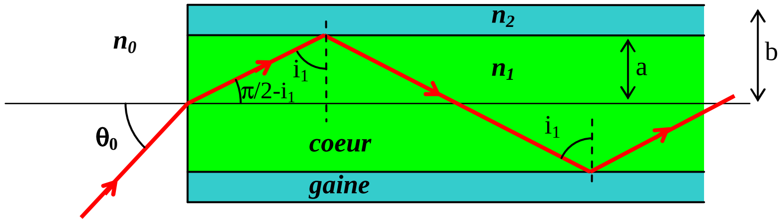
② Réflexion totale donc $i_1 = \pi / 2$

$$\Rightarrow \quad i_{2R} = \sin^{-1}\left(\frac{n_1}{n_2}\right) \quad \text{car} \quad \sin(\pi/2) = 1$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{i_{2R} \approx 62,5°}.$$

animation

EXERCICE 5 *"Fibre optique (1)"*



① $i_{1R} = \sin^{-1}\left(\dfrac{n2}{n1}\right) = \sin^{-1}\left(\dfrac{1{,}5}{1{,}85}\right)$ soit $\boxed{i_{1R} \approx 54{,}2°}$ (c'est un angle minimum).

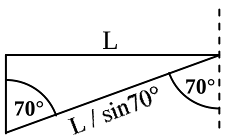
① $n_0 \sin\theta_{0MAX} = n_1 \sin(90 - i_{1R})$

$\Rightarrow \theta_{0MAX} = \sin^{-1}\left(\dfrac{1{,}85}{1{,}2}\sin(90-54{,}2)\right)$ soit $\boxed{\theta_{0MAX} \approx 64{,}4°}$ (angle maximal).

③ $n = \dfrac{c}{v} \Rightarrow v_1 = \dfrac{c}{n_1} = \dfrac{3.10^8}{1{,}85}$ soit $v_1 \approx 1{,}62.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

et $t = \dfrac{L}{v_1} = \dfrac{2000}{1{,}62.10^8}$ soit $\boxed{t \approx 12{,}3\mu s}$.

④ La longueur du trajet est multipliée par $\dfrac{1}{\sin 70°}$.



On a donc $L' = \dfrac{L}{\sin 70} = \dfrac{2000}{\sin 70}$ soit L' ≈ 2128 m .

$\Rightarrow t' = \dfrac{L'}{v_1} = \dfrac{2128}{1{,}62.10^8}$ soit $\boxed{t \approx 13{,}1\mu s}$.

Bilan : suivant l'angle d'incidence, les rayons n'arrivent pas "en même temps".

EXERCICE 6 *"Fibre optique (2)"*

① La bande passante est de 500 Mhz.km ce qui s'exprime par $f_{max\,(MHz)} \times d_{(km)} = 500$.

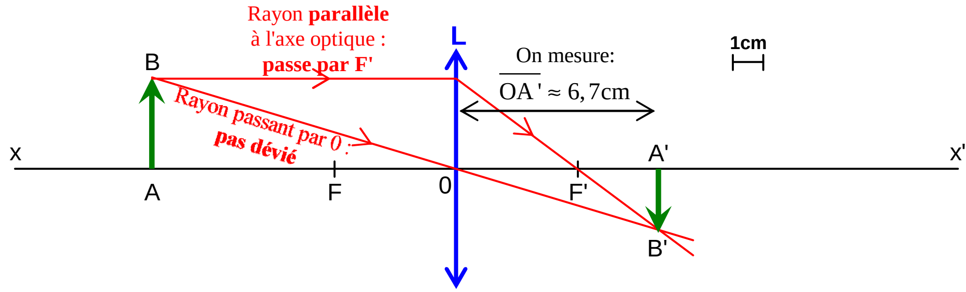
$\Rightarrow f_{max} = \dfrac{500}{d} = \dfrac{500}{0{,}5}$ soit $\boxed{f_{max} = 1\text{Ghz}}$.

② Affaiblissement de la ligne : 2,5 dB $\Rightarrow \dfrac{P_{sortie}}{P_{entrée}} = -2{,}5\text{dB} \Rightarrow 10\text{Log}\dfrac{P_{sortie}}{P_{entrée}} = -2{,}5$

$\Rightarrow \dfrac{P_{sortie}}{P_{entrée}} = 10^{\frac{-2{,}5}{10}}$ soit $\boxed{P_{sortie} \approx 140\text{mW}}$.

EXERCICE 7 *"Lentilles convergentes"*

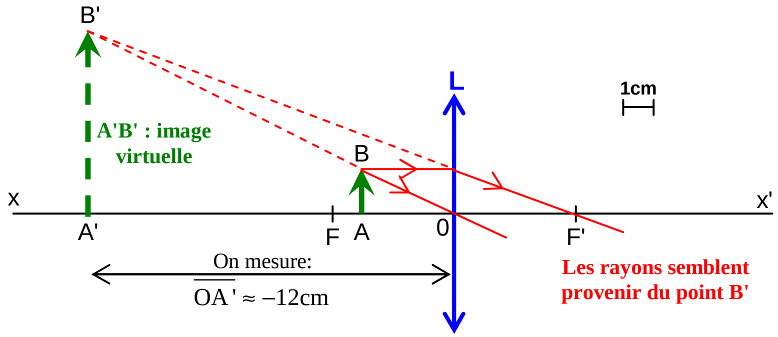
① Voir schéma ci-dessous:



② $\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{OA'}} = \dfrac{1}{\overline{OA}} + \dfrac{1}{\overline{OF'}} = \dfrac{1}{-10} + \dfrac{1}{4} \Rightarrow \overline{OA'} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{-10} + \dfrac{1}{4}}$

$\Rightarrow \boxed{\overline{OA'} \approx 6{,}67\text{cm}}$.

③ Voir schéma ci-dessous :



④ $\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{OA'}} = \dfrac{1}{\overline{OA}} + \dfrac{1}{\overline{OF'}} = \dfrac{1}{-3} + \dfrac{1}{4} \Rightarrow \overline{OA'} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{-3} + \dfrac{1}{4}}$

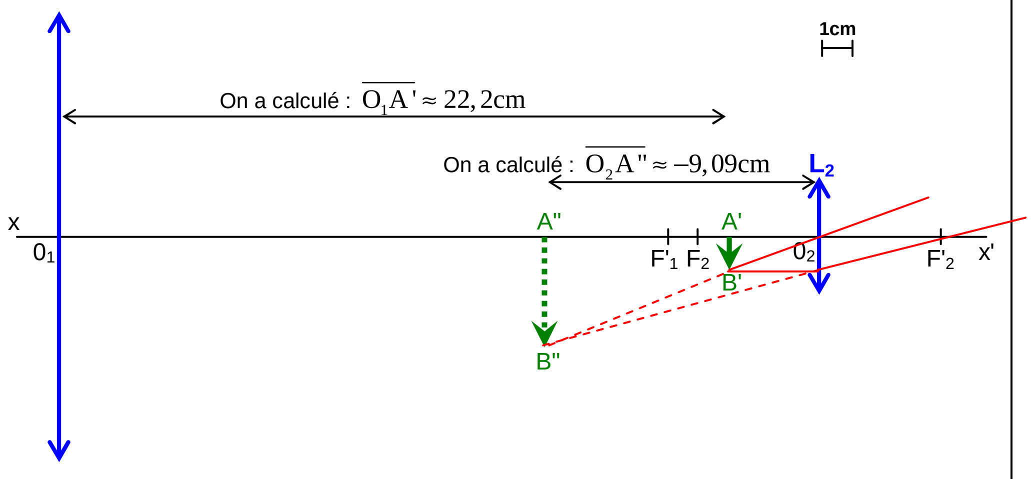
$\Rightarrow \boxed{\overline{OA'} = -12\text{cm}}$.

C'est le principe de la loupe (image virtuelle).

animation

EXERCICE 8 *"Lunette astronomique"*

① Schéma ci-dessous (échelle 1 / 2,5ème : 1cm → 2,5cm)



② $\dfrac{1}{\overline{O_1A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{1}{\overline{O_1F'_1}} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{O_1A'}} = \dfrac{1}{\overline{O_1A}} + \dfrac{1}{\overline{O_1F'_1}} = \dfrac{1}{-200} + \dfrac{1}{20} \Rightarrow \boxed{\overline{O_1A'} \approx 22,2\text{cm}}$.

L'image A'B' est une image réelle (schéma ci-dessus).

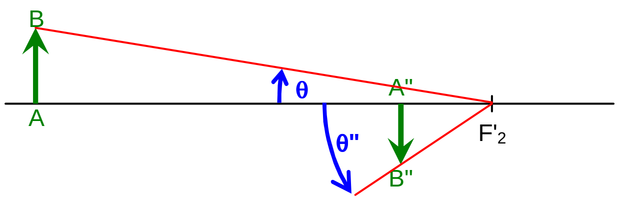
③ Déterminons d'abord $\overline{O_2A'} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A'} = -25 + 22,22$ soit $\overline{O_2A'} \approx -2,78\text{cm}$

$\dfrac{1}{\overline{O_2A''}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = \dfrac{1}{\overline{O_2F'_2}} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{O_2A''}} = \dfrac{1}{\overline{O_2A'}} + \dfrac{1}{\overline{O_2F'_2}} = \dfrac{1}{-2,78} + \dfrac{1}{4} \Rightarrow \boxed{\overline{O_2A''} \approx -9,09\text{cm}}$.

L'image A'B' est une image virtuelle (schéma ci-dessus).

④ On a $\theta = \tan^{-1}\dfrac{10}{200+22,2} \approx 2,58°$ et $\theta'' = \tan^{-1}\dfrac{3,64}{9,09+4} \approx 15,5°$

$\Rightarrow G = \dfrac{\theta''}{\theta} = \dfrac{15,5}{2,58}$ soit $\boxed{G \approx 6,02}$



EXERCICE 9 *"Luxmètre"*

Placée à 1m d'une lampe, une cellule de luxmètre, de surface 10 cm² (perpendiculaire à la lampe) indique un éclairement E = 100 lux.

① On a $E = \dfrac{\Phi}{S} \Rightarrow \Phi = E\,S = 100 \times 10.10^{-4}$ soit $\boxed{\Phi = 0,1\text{lm}}$.

② La lampe émet dans toutes les directions, son éclairement E est donc constant sur toute la surface sphérique de centre "la lampe" et de rayon 1m.
Le flux total est donc : $\Phi_{total} = E\,4\pi R^2 = 100 \times 4\pi \times 1^2$ soit $\boxed{\Phi_{total} \approx 1257\,\text{lm}}$.

③ On a $E.R^2 = E'R'^2 \Rightarrow E' = E\dfrac{R^2}{R'^2} = 100 \times \dfrac{1^2}{3^2}$ soit $\boxed{E' \approx 11,1\,\text{lx}}$.

<u>Démonstration</u> : $\Phi_{total} = E.S = E.4\pi R^2$ et $\Phi_{total} = E'S' = E'.4\pi R'^2$

$\Rightarrow E.4\pi R^2 = E'.4\pi R'^2 \Rightarrow E.R^2 = E'R'^2$.

EXERCICE 10 *"Eclairement d'une table de travail"*

① Déterminons d'abord l'intensité de la lampe qui est la même dans toutes les directions :

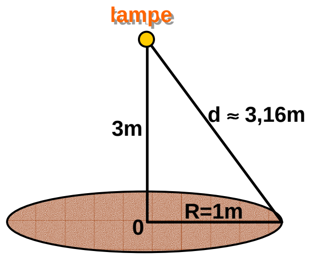
$I = \dfrac{\Phi_{total}}{\Omega_{sphère}} = \dfrac{12500}{4\pi}$ soit $I \approx 995\,\text{cd}$.

La distance d entre la lampe et le bord de la table est :

$d = \sqrt{3^2 + 1^2} \approx 3,16\text{m}$

L'éclairement E au bord de la table est donc :

$E = \dfrac{I}{d^2} \approx \dfrac{995}{3,16^2}$ soit $\boxed{E \approx 99,5\,\text{lx}}$.

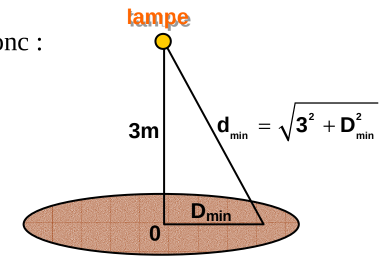


② On veut avoir un éclairement de 100 lx au moins donc :

$\dfrac{I}{d_{min}^2} = \dfrac{I}{3^2 + D_{min}^2} > 100 \Rightarrow \dfrac{I}{100} > 3^2 + D_{min}^2$

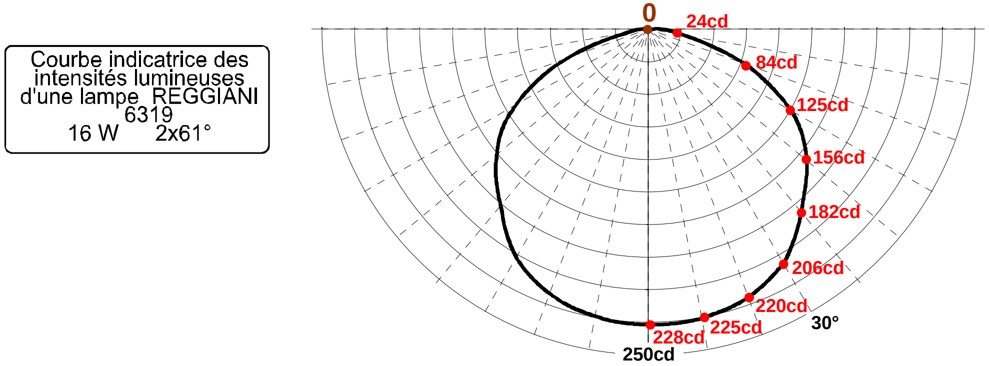
$\Rightarrow D_{min} < \sqrt{\dfrac{I}{100} - 3^2} \Rightarrow D_{min} < \sqrt{\dfrac{995}{100} - 3^2}$

soit $\boxed{D_{min} < 0,973\,\text{m}}$.



EXERCICE 11 *"Détermination du flux total d'une lampe"*

Les différentes intensités (tous les 10°) sont indiquées ci-dessous :



① Le tableau ci-dessous illustre la méthode de calcul du flux total Φ_{total} émis par la lampe :

Intervalle	$\cos\theta_1 - \cos\theta_2$	$2\pi(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$	$I_{moy}=(I_n+I_{n+1})/2$	Φ (lumen)
0° - 10°	0,01519	0,09546	226	21,57
10° - 20°	0,04512	0,28347	222	62,93
20° - 30°	0,07367	0,46286	212	98,13
30° - 40°	0,09998	0,62820	193	121,24
40° - 50°	0,12326	0,77445	170	131,66
50° - 60°	0,14279	0,89716	140	125,60
60° - 70°	0,15798	0,99262	105	104,22
70° - 80°	0,16837	1,05791	55	58,19
80° - 90°	0,17365	1,09106	12	13,09
			Φ_{total} (lumen)	**736,63**

② Efficacité lumineuse : $K = \dfrac{\Phi_{total}}{P_{electrique}} \approx \dfrac{737}{16}$ soit $\boxed{K \approx 46{,}1\ \mathrm{lm/W}}$.

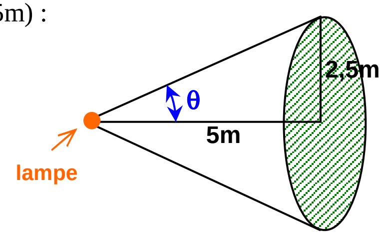
EXERCICE 12 *"Caractéristiques d'une lampe halogène"*

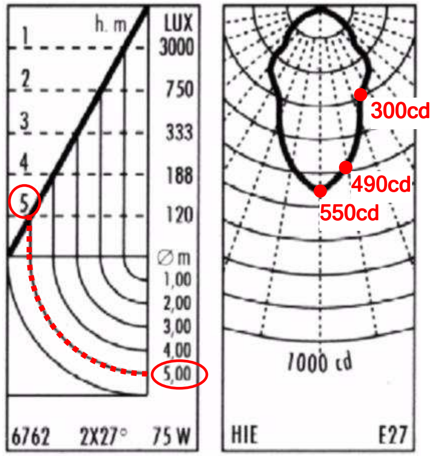
Voir ci-dessous le tableau complété :

Référence	60425 U	64427 U	64432 U	64440 U	64450 U	64458 U
Puissance	20 W	20 W	**34,2 W**	**50 W**	75 W	100 W
Tension	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V
Flux lumineux	350 lm	330 lm	650 lm	1 000 lm	**1575 lm**	**2300 lm**
Efficacité lum.	**17,5 lm/W**	**16,5 lm/W**	19 lm/W	20 lm/W	21 lm/W	23 lm/W
Culot	G4	GY 6,35	GY 6,35	GY 6,35	GY 6,35	GY 6,35

EXERCICE 13 *"Flux lumineux partiel d'une lampe"*

① Plaçons nous à 5m de la lampe, le diamètre du cône est alors de 5m (le rayon est donc de 2,5m) :





On a $\tan\theta = \dfrac{2{,}5}{5} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\dfrac{2{,}5}{5}$

soit $\boxed{\theta \approx 27°}$ (2×27° pour le cône entier).

② On lit directement sur le diagramme :
à 0° → ≈550cd à 10° → ≈490cd et à 25° → ≈300cd

③ Surface du disque de rayon 5cm : $A = \pi\left(5.10^{-2}\right)^2$ soit $\boxed{A \approx 7{,}85.10^{-3}\,\mathrm{m}^2}$.

Le diamètre du disque est petit devant le rayon du cône, on considère donc que l'intensité est uniforme et égale à 550cd.

Calculons d'abord l'éclairement au niveau du disque : $E = \dfrac{I}{d^2} \approx \dfrac{550}{3^2}$ soit $\boxed{E \approx 61{,}1\ \mathrm{lx}}$.

On peut maintenant calculer la valeur du flux reçu par le disque :
$\Phi = E.A \approx 61{,}1 \times 7{,}85.10^{-3}$ soit $\boxed{\Phi \approx 0{,}480\ \mathrm{lm}}$.

EXERCICE 14 *"Efficacité lumineuse de deux lampes"*

① On a $580\times1 \approx 145\times2^2 \approx 64\times3^2 \approx 580$ cd (l'intensité dépend de l'angle et non de la distance).

② $\Phi_{11} = 580\times\pi\times\left(\dfrac{1{,}15}{2}\right)^2 \approx 602\ \mathrm{lm} \Rightarrow K_1 = \dfrac{\Phi_{11}}{P} \approx \dfrac{602}{35}$ soit $\boxed{K_1 \approx 17{,}2\ \mathrm{lm/W}}$.

③ $\Phi_{13} = 64\times\pi\times\left(\dfrac{3{,}46}{2}\right)^2 \approx 602\ \mathrm{lm} \Rightarrow K_1^{'} = \dfrac{\Phi_{13}}{P} \approx \dfrac{602}{35}$ soit $\boxed{K_1^{'} \approx 17{,}2\ \mathrm{lm/W}}$.

④ Le flux total et donc l'efficacité lumineuse ne dépendent pas de la distance.

⑤ Pour la lampe *9024*, on trouve les résultats suivants : $\boxed{\Phi_2 \approx 433\ \mathrm{lm}}$ et $\boxed{K_2 \approx 8{,}66\ \mathrm{lm/W}}$.