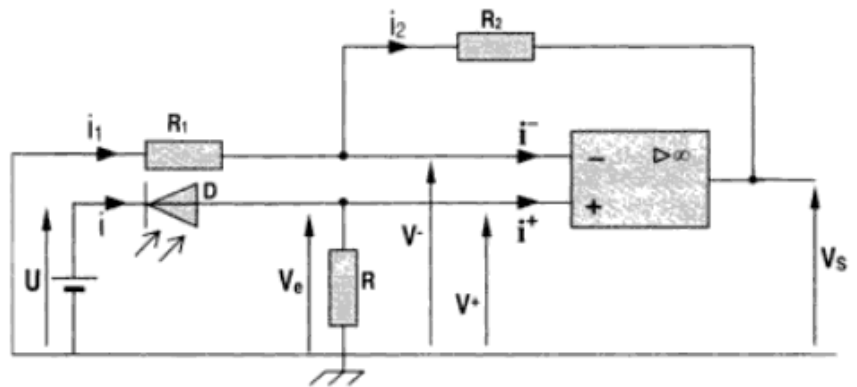


**Exercice : capteur d'éclairage**

On considère le capteur ci-contre destiné à mesurer l'éclairage.

L'amplificateur opérationnel sera considéré comme parfait ( $i^+ = i^- = 0$  A).

Il fonctionne en régime linéaire, les tensions de saturation étant  $\pm V_{sat} = \pm 12$  V.



D représente une photodiode éclairée en lumière monochromatique (radiation lumineuse de longueur d'onde déterminée).

**1. Étude de l'étage amplificateur**

a) Quelle est la relation entre  $i_1$  et  $i_2$  ?

b) Dans le mode de fonctionnement de cet étage amplificateur, on a :  $V^+ = V^-$ .

Exprimer alors  $V_e$  en fonction de  $i_1$  et  $R_1$ .

c) Exprimer  $V_s$  en fonction de  $i_1$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

d) Montrer alors que  $\frac{V_s}{V_e} = T$  est une constante qui s'exprime en fonction de  $R_1$  et  $R_2$ .

e) Quelle valeur faut-il donner au rapport  $\frac{R_2}{R_1}$  pour obtenir  $T = 50$  ?

**2. Étude de l'étage sonde**

On conservera la valeur  $T = 50$  pour la suite du problème.

L'intensité  $i$  du courant dans la photodiode est donnée par la relation suivante :

$i = I_0 + a E$ , où l'on désigne :

par  $I_0$ , l'intensité du courant d'obscurité :  $I_0 = 4,0 \mu\text{A}$  ;

par  $a$ , la sensibilité de la photodiode :  $a = 0,17 \mu\text{A/lux}$  ;

par  $E$ , l'éclairage de la photodiode (en lux).

a) Exprimer  $V_e$  en fonction de  $i$  puis en fonction de  $I_0$ ,  $E$ ,  $a$  et  $R$ .

b) En déduire l'expression de  $V_s$  en fonction de  $I_0$ ,  $E$ ,  $a$ ,  $T$  et  $R$ .

c) Mettre  $V_s$  sous la forme  $V_s = V_{s0} + k E$  ;

Pour  $R = 10 \text{ k}\Omega$ , calculer alors  $V_{s0}$  (tension de sortie quand la photodiode n'est pas éclairée) et  $K$ .

d) Tracer la courbe  $V_s = f(E)$  pour un éclairage variant de 0 à  $E_m$ ,  $E_m$  étant l'éclairage maximal que l'on peut mesurer.

( $E_m = 118 \text{ lux}$ )  $\rightarrow$  échelles :  $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 1 \text{ V}$  et  $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 10 \text{ lux}$

e) Déterminer graphiquement l'éclairage pour  $V_s = 8 \text{ V}$ .

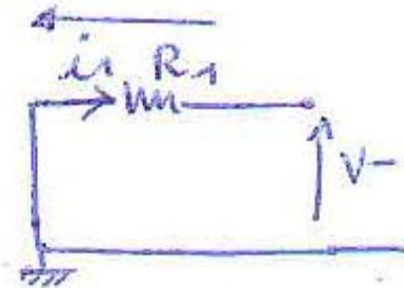
**Solution: capteur d'éclairement**

1- a/ on a  $i_1 = i_2$  car  $i^- = 0$

b/ on a  $v_e = v^+ = v^-$

et  $v^- + R_1 i_1 = 0$

$\Rightarrow v_e = -R_1 i_1$



c/



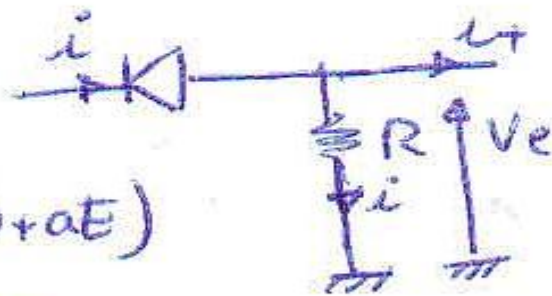
$v_s + R_2 i_2 + R_1 i_1 = 0 \Rightarrow v_s = -(R_1 + R_2) i_1$

d/  $T = \frac{v_s}{v_e} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$

e/  $T = 50 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 49$

2/ a/  $v_e = R i$

$= R(I_0 + \alpha E)$



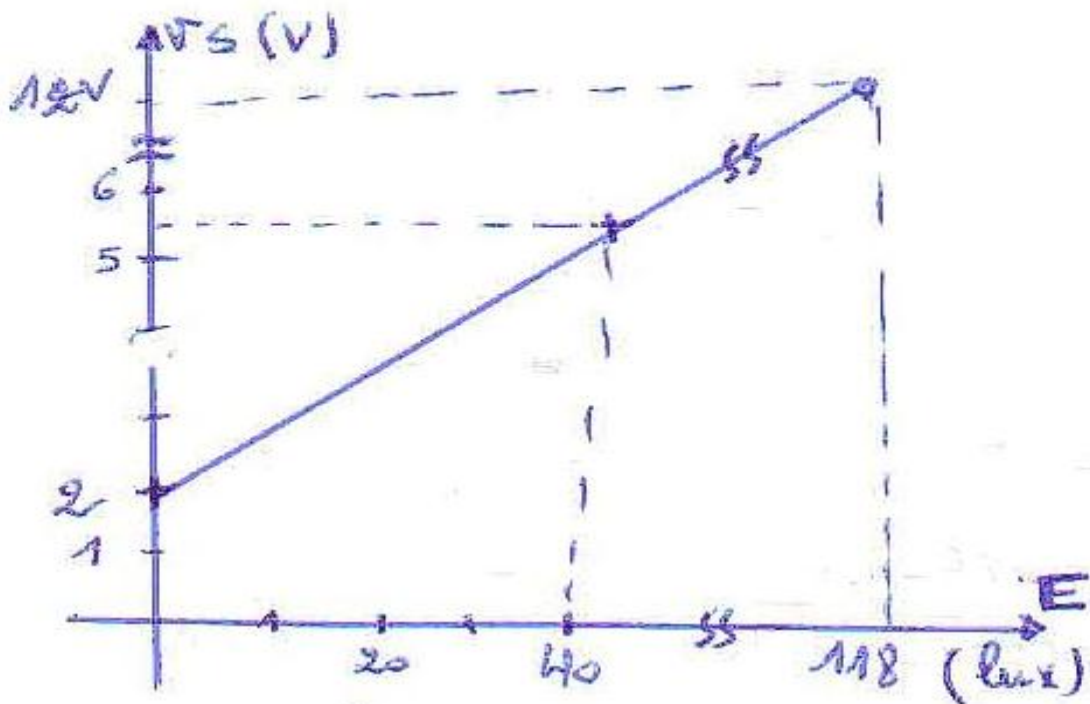
b/  $v_s = T \cdot v_e = RT(I_0 + \alpha E)$

c/  $v_s = RT I_0 + RT \alpha E$   
 $= V_{s0} + KE$

$V_{s0} = RT I_0 = 10 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = \underline{2V}$

$K = RT \alpha = 10 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 0,17 \cdot 10^{-6}$   
 $= \underline{85 \text{ mV/lux}}$

d/



$$E = 0 \text{ lux} \Rightarrow V_S = V_{S0} = 2V$$

$$E = 40 \text{ lux} \Rightarrow V_S = 2 + 40 \cdot 85 \cdot 10^{-3} \\ = 5,4V$$

$$E = 118 \text{ lux} \Rightarrow V_S = 2 + 85 \cdot 10^{-3} \cdot 118 \\ \approx 12V$$

e/ on trouve  $E \approx 70,6 \text{ lux}$