



Numéro de place

Numéro d'inscription

Signature

Nom

Prénom



CONCOURS CENTRALE-SUPÉLEC

Épreuve : Physique-chimie 2 MPI

Ne rien porter sur cette feuille avant d'avoir complètement rempli l'entête

Feuille /

Question 4

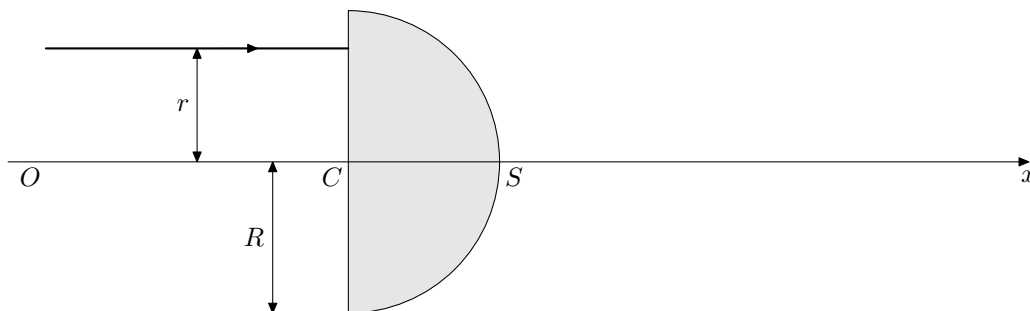


Figure A Modèle de la lentille demi-boule

Question 13

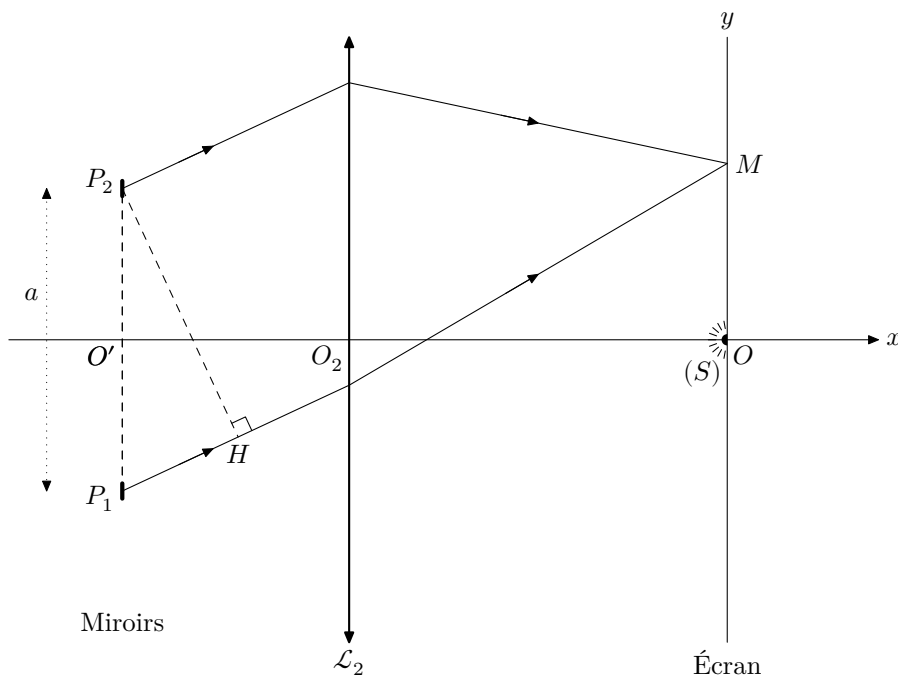


Figure B Premier montage : lampe spectrale et miroirs

Ne rien écrire

dans la partie barrée

P061-DR/2023-03-12 11:29:44

Question 28

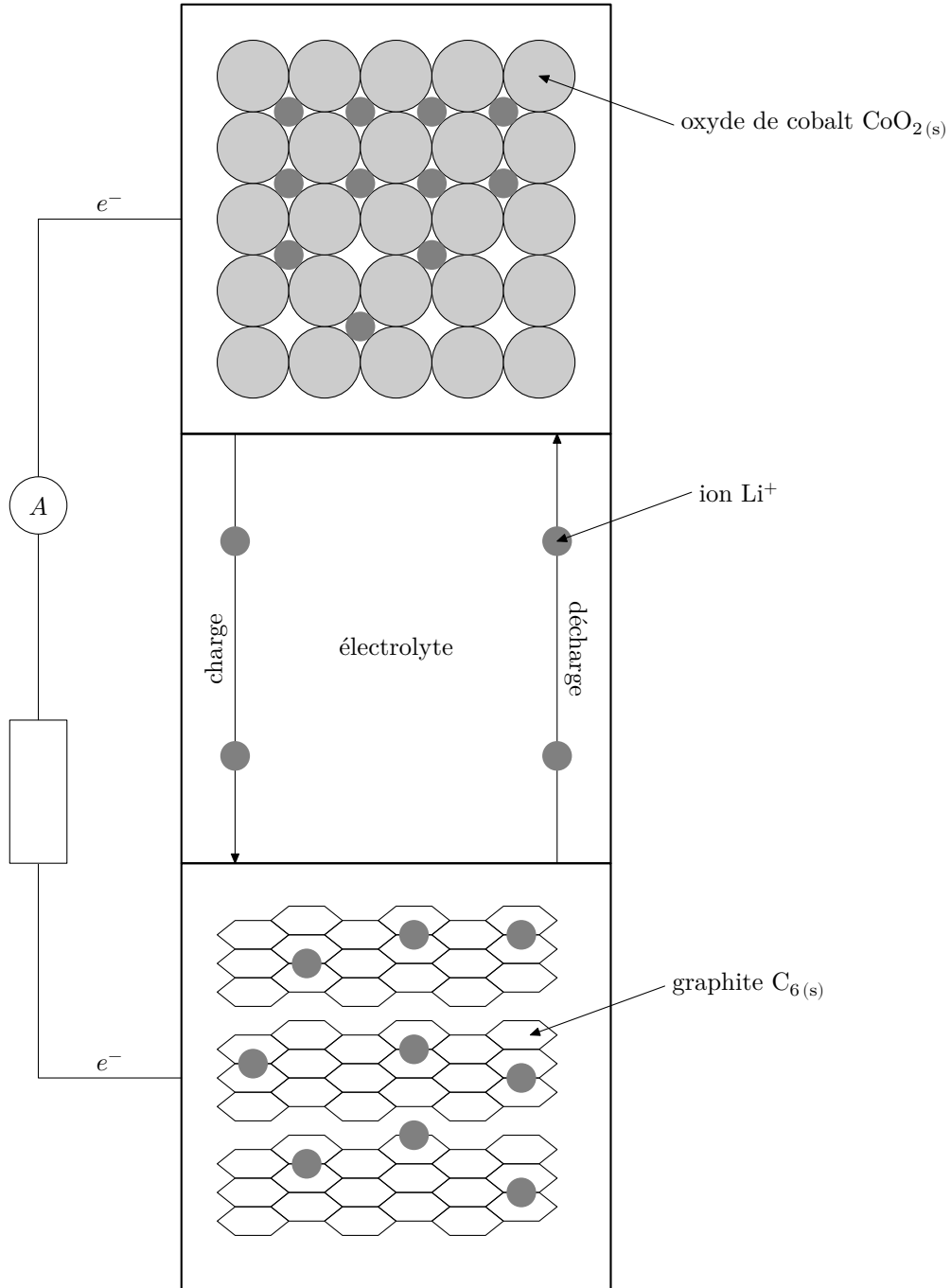


Figure C

Questions 44 et 45

```
1 import numpy as np

2 N_int = 100 # nombre de points par axe à l'intérieur du congélateur
3 N_parois = 40 # nombre de points dans l'épaisseur de chaque paroi
4 T_out = 19.0 # température extérieure en °C
5 T_in = -18.0 # température intérieure en °C

6 res = 1 # erreur résiduelle initialisée à une valeur élevée
7 compteur = 0 # compteur d'itérations
8 N = N_int + 2 * N_parois # nombre total de points sur chaque axe (x et y)

9 def cond_lim(T:np.ndarray) -> None:
10     # Fixer les conditions aux limites (modifie T)
11     T[N_parois:N_int+N_parois, N_parois:N_int+N_parois] = T_in # intérieur
12     T[:, 0] = T_out # extérieur de la paroi gauche
13     T[:, N-1] = T_out # extérieur de la paroi droite
14     T[0, :] = T_out # extérieur de la paroi supérieure
15     T[N-1, :] = T_out # extérieur de la paroi inférieure

16 def iterate(T:np.ndarray, old:np.ndarray) -> None:
17     # Calculer la température moyenne en chacun des points de la grille
18     T_s = old[0:N-2, 1:N-1] # les valeurs supérieures de l'ancienne grille [i-1, j]
19     T_i = old[2:N, 1:N-1] # les valeurs inférieures de l'ancienne grille [i+1, j]
20     T_g = old[1:N-1, 0:N-2] # les valeurs de gauche de l'ancienne grille [i, j-1]
21     T_d = old[1:N-1, 2:N] # les valeurs de droite de l'ancienne grille [i, j+1]
22     T[1:N-1, 1:N-1] = (T_s + T_i + T_g + T_d) / 4

23 T = np.zeros((N, N)) # grille de calcul
24 cond_lim(T) # la valeur de départ (arbitraire) doit vérifier les conditions aux limites
25 while (res > 1e-3 and compteur < 20):
26     old = np.copy(T) # mémoriser le résultat du tour précédent
27     iterate(T, old) # calculer la nouvelle grille de température
28     cond_lim(T) # s'assurer de respecter les conditions aux limites
29     res = np.max(np.abs(T - old)) # variation apportée par cette itération
30     compteur += 1 # comptabiliser une nouvelle itération
```

Figure D Calcul du profil de température dans la paroi du congélateur

Instructions Python : opérations sur les tableaux numpy

- `np.zeros(n)`, `np.zeros((n, m))` crée respectivement un vecteur à n éléments ou une matrice à n lignes et m colonnes dont les coefficients sont tous nuls.
- `np.ones(n)`, `np.ones((n, m))` fonctionne comme `np.zeros` en initialisant chaque coefficient à la valeur un.
- `np.min(a)`, `np.max(a)` renvoie la valeur du plus petit (respectivement plus grand) élément du tableau `a`.
- `np.abs(a)` crée un tableau similaire au tableau `a` dont les coefficients sont les valeurs absolues des coefficients de `a`.

Données

Appareil photographique d'un téléphone portable

Résolution du capteur	4000×3000 pixels
Nombre d'ouverture	$N = 2,2$
Diagonale du capteur	1/3 de pouce
Indice de réfraction de l'air	$n_{\text{air}} = 1,0$
Indice de réfraction de la lentille	$n = 1,52$
Rayon de courbure de la lentille	$R = 4,0$ mm
Diamètre réel la lentille	$\Phi = 5,0$ mm
Distance focale effective de l'objectif	$f' = 9,0$ mm

Propriétés de l'oeil humain

Distance normale d'observation d'un téléphone portable	30 cm
Pouvoir de résolution d'un l'œil « normal »	$\alpha = 3,0 \times 10^{-4}$ rad

Conversions d'unités

1 pouce = 25,4 mm
1 A·h = 3600 C
1 W·h = 3600 J

Données physico-chimiques

Numéro atomique du lithium	$Z = 3$
Masse molaire du lithium	$M_{\text{Li}} = 6,9$ g·mol ⁻¹
Masse molaire du carbone	$M_{\text{C}} = 12,0$ g·mol ⁻¹
Constante de Faraday	$F = 96\,485$ C·mol ⁻¹
Masse du téléphone portable considéré	$m = 150$ g
Potentiel standard du couple $\text{Li}_{(\text{aq})}^+/\text{Li}_{(\text{s})}$	$E_1^\circ = -3,04$ V
Potentiel standard du couple de l'eau $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}/\text{H}_2_{(\text{g})}$	$E_2^\circ = -0,83$ V
Capacité thermique massique de l'eau liquide	$c_m(\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}) = 4,18$ kJ·K ⁻¹ ·kg ⁻¹
Capacité thermique massique de l'eau solide	$c_m(\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})}) = 2,06$ kJ·K ⁻¹ ·kg ⁻¹
Enthalpie massique de fusion de la glace	$l = 333$ kJ·kg ⁻¹
Capacité thermique massique d'un téléphone portable	$c_m(\text{tel}) = 2,4$ kJ·K ⁻¹ ·kg ⁻¹
Coefficient de conductivité thermique d'un matériau isolant	$\lambda_{\text{polyurethane}} = 0,03$ W·K ⁻¹ ·m ⁻¹

Estimation d'une incertitude-type composée

Si la grandeur y calculée est un produit ou un quotient du type $y = x_1 x_2$ ou $y = x_1/x_2$, alors l'incertitude-type sur y , notée $u(y)$ est reliée à l'incertitude-type sur chacun des facteurs par

$$\left(\frac{u(y)}{y}\right)^2 = \left(\frac{u(x_1)}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{u(x_2)}{x_2}\right)^2$$