

Electrocinétique, introduction au monde quantique

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. »

Problème 1: Cellule photovoltaïque

On étudie quelques aspects électriques caractéristiques d'une cellule photovoltaïque.

A. Caractéristique d'une cellule unique

La figure 46 représente une caractéristique schématisée tension-intensité pour une cellule photovoltaïque élémentaire, éclairée avec un rayonnement dont la puissance par unité de surface est fixée.

1. On branche successivement un voltmètre, puis un ampèremètre, aux bornes de la cellule considérée. Que mesure-t-on ? Que représentent ces grandeurs pour le dipôle ?

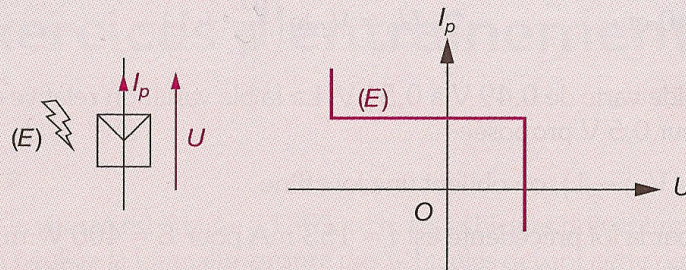


Figure 46

2. Mettre en évidence la portion de la caractéristique correspondant à un fonctionnement en générateur électrique (puissance électrique fournie par le dipôle positive).

Quel est le point de la caractéristique où cette puissance fournie est maximale ? On l'indiquera par la lettre *M*.

3. On propose une expression de la caractéristique tension-intensité :

$$I_p = g \cdot E - I_s \left[\exp(U / V_T) - 1 \right],$$

où :

- E désigne l'éclairement reçu par la cellule, exprimé en watts par mètre carré ;
- g est un coefficient qui rend compte de l'effet photovoltaïque : $g = 4 \cdot 10^{-4} \text{ A} \cdot \text{W}^{-1} \cdot \text{m}^2$;
- $V_T = 0,025 \text{ V}$ est un paramètre homogène à une tension ;
- $I_s = 10^{-10} \text{ A}$ désigne l'intensité de fuite dans l'obscurité.

a) Comment s'exprime l'intensité de court-circuit en fonction de l'éclairement E ? Faire l'application numérique pour $E_1 = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ et $E_2 = 700 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

b) Exprimer la tension à vide en fonction de l'éclairement E , lorsque celui-ci varie entre E_1 et E_2 .

Dans la suite, on considérera dans les graphiques la tension de circuit ouvert constante, égale à $U_0 = 0,5 \text{ V}$.

4. On branche la cellule sur un dipôle extérieur assimilable à une source de tension $U = 0,45 \text{ V}$. Comment évolue l'intensité qui circule dans le circuit lorsque l'éclairement E varie ?

5. Déterminer, pour $E = 400 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, la puissance électrique cédée par la cellule au circuit extérieur. La puissance lumineuse reçue étant $P_r = 400 \text{ mW}$, définir le rendement.

B. Association de cellules

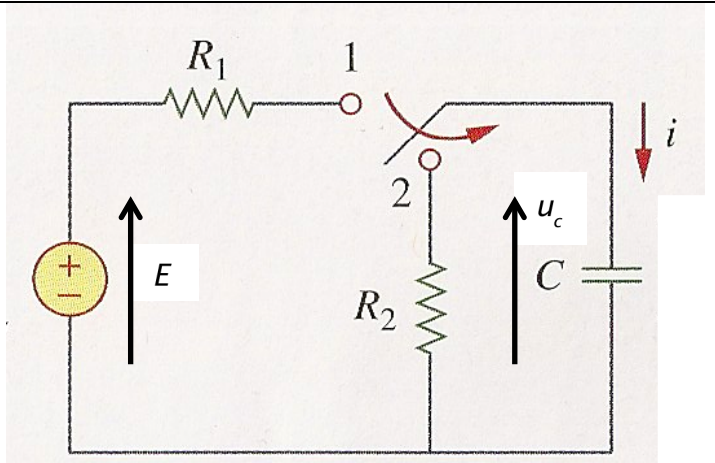
6. On associe deux cellules en série, représenter la caractéristique de l'association et préciser les nouvelles valeurs de l'intensité de court-circuit et de la tension à vide.

Même question pour une association de deux cellules en parallèle.

7. Un panneau solaire comprend 4 blocs associés en parallèle, chacun composé de 36 cellules identiques placées en série. Quelle est la tension à vide de l'ensemble ? Quel est l'intérêt d'employer 4 blocs en parallèle ?

Problème 2: Circuit électronique d'un flash type appareil photo

Le circuit ci-contre représente le circuit électronique d'un flash de type appareil photo. Lorsque l'interrupteur est dans la position 1, le condensateur va se charger lentement sous la haute tension E continue et à travers la large résistance R_1 . Lorsque l'on souhaite activer le flash, l'interrupteur bascule en position 2. Le condensateur se décharge alors rapidement à travers la faible résistance R_2 du flash.



a) Le condensateur étant déchargé, à l'instant initial $t = 0$ l'interrupteur bascule en position 1. Déterminer l'évolution temporelle du courant $i(t)$ dans le circuit.

Note : Il faut bien sûr pour cela déterminer l'équation différentielle qui gouverne l'évolution de $i(t)$.

b) Tracer l'allure de $i(t)$, faire apparaître la constante de temps noté τ_1 caractéristique de son évolution et calculer sa valeur numérique.

c) Calculer l'énergie stockée par le condensateur.

d) A un instant $t \gg \tau_1$, l'interrupteur bascule dans la position 2. Déterminer alors la nouvelle évolution de $i(t)$.

e) Sur le même graphe que celui de la question b), Tracer l'allure de $i(t)$, faire apparaître la constante de temps noté τ_2 caractéristique de son évolution et calculer sa valeur numérique.

f) Déterminer la puissance moyenne dissipée par le flash. On peut considérer que le temps de décharge du condensateur dans le flash est de l'ordre de $5\tau_2$.

DONNEES : $E = 240 \text{ V}$, $C = 2000 \mu\text{F}$, $R_2 = 12 \Omega$, $R_1 = 6 \text{ k}\Omega$

Exercice : Physique quantique pour un traileur (espèce d'hominidé qui court en montagne)

Un traileur court (doucement car ça grimpe !) sur un sentier

a) Evaluer sa vitesse v typique ainsi que sa quantité de mouvement p .

d) Quelle est sa longueur d'onde λ associée ? $h \approx 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

e) Que penser de l'importance de la description quantique pour ce phénomène ?

f) Faire de même pour une molécule de dioxygène dans un récipient. On pourra admettre que sa vitesse d'agitation thermique est de l'ordre de $v \approx 500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ à température ambiante.

MIEUX VAUT-IL ÊTRE
UN MALVAIS TRAILLEUR OU
UN BON FAST-HIKER?



