

DST : Physique-Chimie



NOM :

PRENOM :

Enseignement scientifique :

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 3 pages numérotées de 1 à 3, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases!*

- I. Panneaux photovoltaïques
- II. La puissance d'un panneau photovoltaïque

Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Exercice 1 Panneaux photovoltaïques

Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier, Calculer

Les cellules multi-jonctions

Les cellules multi-jonctions ont été développées pour des applications spatiales. Elles ont une grande efficacité de conversion.

Les cellules solaires à multi-jonctions sont constituées de plusieurs couches minces de semi-conducteurs différents. La cellule multi-jonction typique pour application spatiale est la triple jonction constituée de l'empilement des semi-conducteurs GaInP/GaAs/Ge dont le rendement avoisine les 30 %. Chaque semi-conducteur est caractérisé par une énergie minimum appelée gap. Les photons ayant une énergie inférieure à ce gap ne peuvent pas être absorbés par le semi-conducteur et ne contribuent donc pas à la génération d'électricité. Ils traversent la couche de semi-conducteur. Les photons d'énergie supérieure au gap provoquent un échauffement du matériau. Il est donc intéressant de superposer judicieusement des semi-conducteurs de gaps différents, permettant de mieux exploiter le spectre solaire et ainsi d'augmenter l'efficacité des panneaux photovoltaïques.

Données :

Gap du phosphure de gallium-indium (GaInP) : 2,24 eV

Gap de l'arséniure de gallium (GaAs) : 1,42 eV

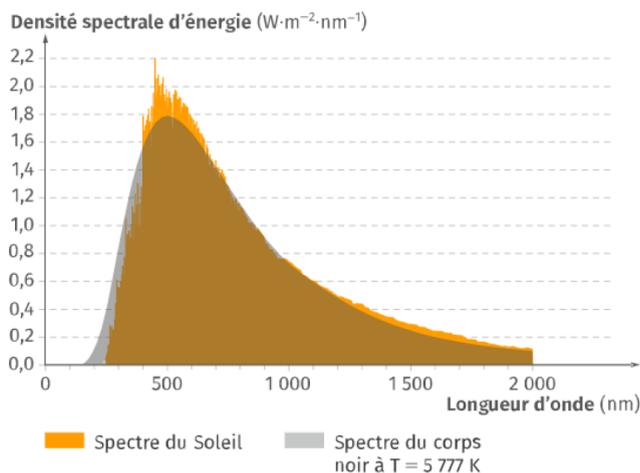
Gap du germanium (Ge) : 0,66 eV

Relation donnant la variation entre deux niveaux d'énergie en fonction de la longueur d'onde associée :

$$E = \frac{h \times c}{\lambda}$$

où λ est la longueur d'onde de chaque radiation et h est la constante de Planck et c la célérité de la lumière.
avec $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s, $c = 3,00 \times 10^8$ m.s⁻¹.

Spectre du soleil :



Ensoleillement dans le centre de la France : Par une belle journée d'été, dans le centre de la France, la puissance surfacique du rayonnement solaire est voisine de 1 kW·m⁻². L'ensoleillement quotidien moyen sur l'année (donc en tenant compte du jour et de la nuit, de l'été et de l'hiver, des nuages occasionnels, etc.) dans le milieu de la France est de 3,8 kWh·m⁻². Cela signifie que chaque mètre carré reçoit, en moyenne sur toute l'année, une énergie de rayonnement solaire de 3,8 kWh chaque jour.

1/ Soit un photon de lumière bleue, associée à une longueur d'onde de 430 nm, et un photon de lumière rouge, de longueur d'onde 700 nm. Calculer l'énergie de ces photons, en électron-volt.

2/

2.1/ Indiquer quelle part de l'énergie de chacun de ces photons sera convertie énergie électrique dans chacune des situations suivantes, où l'ordre de couches varie. Le photon arrive par le haut. Présenter vos résultats en recopiant le tableau sur votre copie et en le complétant

Ge	GaInP	GaInP
GaAs	Ge	GaAs
GaInP	GaAs	Ge
Situation 1	Situation 2	Situation 3

	Énergie convertie (eV)	
	Photon 430 nm	Photon 700 nm
Situation 1		
Situation 2		
Situation 3		

2.2/ En déduire quelle est la superposition la plus judicieuse à choisir. Justifier brièvement votre choix.

2.3/ Expliquer pourquoi il n'est pas judicieux de réaliser un panneau solaire avec une seule couche en utilisant du GaInP. Vous préciserez quelle partie du spectre solaire ne peut pas être absorbée par le GaInP.

3/

3.1/ Quelle est la longueur d'onde maximale d'un photon pouvant être absorbé par le germanium ?

3.2/ Le germanium est-il capable d'absorber la plus grande partie des rayonnements (UV, visibles et infrarouges) du Soleil ?

3.3/ Pourquoi ne serait-il tout de même pas judicieux d'utiliser seulement du germanium pour réaliser un panneau solaire ?

4/ On considère une installation de 10 m² de ces panneaux solaires à haut rendement, dans le centre de la France.

4.1/ Donner la définition du rendement d'un panneau photovoltaïque.

4.2/ Calculer la puissance électrique produite par cette installation lors d'une journée d'été.

4.3/ Calculer l'énergie électrique produite par cette installation, sur l'ensemble de l'année.

Exercice 2 La puissance d'un panneau photovoltaïque

Compétences : Analyser, S'approprier, Calculer, Tracer un graphe

I (mA)	47,6	47,1	46,2	42,6	37,3	13,7	8,3	1,44	0,46
U (V)	0,44	0,91	1,35	1,68	1,85	2,00	2,07	2,09	2,09
P (mW)									

1/ Sur un premier graphique, tracer la courbe intensité-tension $I = f(U)$ caractéristique de cette cellule.

2/ La puissance délivrée par ce panneau est donnée par la relation $P = U \times I$. Calculer cette puissance et compléter la dernière ligne du tableau.

3/ Sur un autre graphique, tracer la courbe de la puissance en fonction de la tension $P = f(U)$.

4/ Déterminer la puissance maximale délivrée par le panneau et la valeur de la tension correspondante, notée U_{max} .

5/ A partir du premier graphique, déterminer la valeur de l'intensité correspondante, notée I_{max} . Puis, grâce à la loi d'Ohm $U = R \times I$, et en faisant attention aux unités, en déduire la résistance R du circuit qui optimise la puissance de la cellule photovoltaïque.

— Fin —

DST : Physique-Chimie



NOM :

PRENOM :

Enseignement scientifique :

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 3 pages numérotées de 1 à 3, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases!*

- I. Stocker de l'énergie
- II. L'importance de l'énergie dans les transports

Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Exercice 1 Stocker de l'énergie

Compétences : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier, Calculer



La start-up suisse Energy Vault a créé un système innovant pour le stockage des énergies renouvelables. Lorsque la production d'électricité est supérieure à la demande, une grue empile des blocs de béton de 35 tonnes. Ainsi, l'énergie électrique est convertie en énergie cinétique puis en énergie potentielle de pesanteur. À l'inverse, lorsque la production d'électricité est inférieure à la demande, les blocs sont descendus à une vitesse de $2,9 \text{ m.s}^{-1}$, entraînant alors un alternateur.

Données :

- Energie potentielle de pesanteur : $E_{pp} = mgh$
- Energie cinétique : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$
- $1 \text{ mA.V.h} = 3,6 \text{ J}$
- $g = 9,8 \text{ J.kg}^{-1}.\text{m}^{-1}$

- 1/ Nommer le réservoir d'énergie ainsi que la forme d'énergie stockée évoqués dans le texte.
- 2/ Réaliser la chaîne énergétique liée au stockage d'énergie, puis celle liée au déstockage d'énergie.
- 3/ Calculer l'énergie stockée par un bloc de béton s'il est placé à 5 m du sol, puis à 100 m. Comparer cette énergie à celle stockée dans une batterie de 2 500 mA.h / 3,6 V.
- 4/ Calculer l'énergie cinétique d'un bloc lors de sa descente. Identifier un système de production d'électricité plus courant qui utilise le même principe de stockage d'énergie.
- 5/ Une tour de ce type va être installée en Inde pour Tara Power. Elle disposera d'une capacité de 35 MWh, pour une puissance comprise entre 2 et 5 MW. Combien de temps la tour pourra-t-elle fournir du courant en fonctionnant à 2 MW ou à 5 MW ?

Exercice 2 L'importance de l'électricité dans les transports

Compétences : Analyser, S'approprier, Calculer, Tracer un graphe

Pour propulser les véhicules, la ressource énergétique privilégiée depuis longtemps est l'essence qui libère l'énergie dans un moteur thermique. Cependant, cette solution a pour inconvénient d'importants dégagement de CO₂. Pour dépasser cette solution technique, on s'intéresse actuellement à l'électricité source d'énergie dans les véhicules.

Document 1 : Test du véhicule électrique Renault Zoé en 2019

Lors d'un test, la consommation moyenne d'une Renault Zoé s'est élevée à 20,3 kW.h pour 100 km sur un trajet de 214,8 km parcourus à une vitesse moyenne de 81,9 km/h

Document 3 : Caractéristique de batterie Renault Zoé

Technologie	Lithium-ion
Tension totale (volts)	400
Nombre de modules	12
Nombre de cellules	192
Masse (kg)	290

Document 2 : Caractéristique de quelques dispositifs de stockage

	Super condensateur	Batterie Li-ion	H ₂ (réservoir inclus)
Energie massique (Wh/kg)	6	150	1500
Puissance massique (W/kg)	3000	105	4

- 1/ Les transport routiers sont caractérisés par de longues distances parcourues à une vitesse régulière. Les transports en ville sont caractérisés par des démarrages et des arrêts fréquents. Préciser dans chaque cas, si le besoin principal concerne la puissance ou l'autonomie.
- 2/ Calculer le temps qu'a duré le test présenté dans le document 1.
- 3/ Calculer l'énergie consommé pendant le test (document 1), pour assurer l'autonomie du véhicule sur ce trajet au même régime.
- 4/ En déduire les masses des dispositifs de stockage nécessaires.
- 5/ En ville, une phase d'accélération nécessite une puissance estimée à 30 kW. Calculer (document 2) :
 - la masse d'une batterie Li-ion permettant de fournir cette puissance ;
 - la masse d'un pack de supercondensateurs permettant de répondre au même besoin.
- 6/ Commenter les résultats obtenus aux questions 2 et 3 et conclure, en s'aidant du doc 1 sur l'intérêt d'associer des supercondensateurs à une batterie Li-ion.

— Fin —

DST : Physique-Chimie



NOM :

PRENOM :

Enseignement scientifique :

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 3 pages numérotées de 1 à 3, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases!*

- I. Effet Joule et perte d'énergie électrique
- II. Modèle pour décrire un réseau électrique

Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Exercice 1 Effet Joule et perte d'énergie électrique

Compétences : Analyser, S'approprier, Calculer

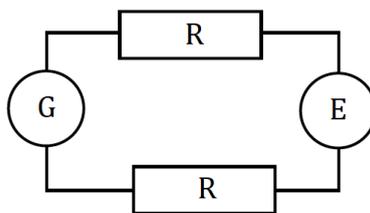
On souhaite brancher un système d'éclairage LED à une batterie distante de 15 m. Le but de cet exercice est de comparer l'efficacité du transport de l'énergie électrique de la batterie au système d'éclairage en 12 V et en 220 V.

Le schéma électrique du montage est représenté ci-contre.

- G est la batterie

- E est le système d'éclairage, dont la puissance nominale est de 50 W.

Les câbles reliant la batterie au système d'éclairage sont modélisés par deux résistances R dont la résistance électrique R vaut chacune $0,5 \Omega$.



1/ Calculer l'intensité nécessaire pour faire fonctionner le système d'éclairage dans le cas où le système fonctionne en 12 V, puis dans le cas où il fonctionne en 220 V. On suppose que dans chaque cas, le système reçoit bien la puissance nominale requise de 50 W.

2/

2.1/ Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans les câbles pour chacun des cas.

2.2/ Sous quelle forme est dissipée cette énergie ?

2.3/ Quelle est, en pourcentage, la part d'énergie perdue par rapport à l'énergie utilisée par le système d'éclairage ? Comparer les valeurs obtenues pour 12 V et 220 V et commenter.

3/ Calculer la perte de tension due à chaque câble. Il s'agit de la tension aux bornes du câble.

Exercice 2 Modélisation d'un réseau

Compétences : Analyser, S'approprier, Calculer

Un réseau de distribution électrique est modélisé par deux sources distributrices S_1 et S_2 , un nœud intermédiaire N et deux cibles destinataires C_1 et C_2 .

Données :

$P_{1max} = 18000 \text{ W}$	$P_{2max} = 9000 \text{ W}$	$P_3 = 3 \text{ kW}$	$P_4 = 15 \text{ kW}$
$U_1 = 360 \text{ V}, R_1 = 0,6 \Omega$	$U_2 = 260 \text{ V}, R_2 = 0,8 \Omega$	$U_3 = 230 \text{ V}$	$U_4 = 230 \text{ V}$

Objectif : A partir du graphe orienté qui modélise le réseau de distribution électrique, déterminer s'il existe une valeur de l'intensité I_1 pour que soient minimisés les pertes par effet Joule P entre la source S_1 et le nœud intermédiaire.

- 1/ Faire un schéma du graphe orienté modélisant le réseau
- 2/ Exprimer les contraintes sur les puissances maximales des sources et déterminer les intensités I_{1max} et I_{2max} des courants y sortants.
- 3/ Exprimer les contraintes sur les cibles destinataires et en déduire les intensités I_3 et I_4 du courant qui y arrivent.
- 4/ Exprimer la contrainte donnée par la loi des nœuds.
- 5/ Déterminer la fonction $P = f(I_1)$ à minimiser.
- 6/ Déterminer si il existe une solution au problème posé en justifiant.
- 7/ Déterminer alors les puissances P_{1min} et P_{2min} .

———— Fin ————