

Session 2011

PE2-11-PG2

Repère à reporter sur la copie

CONCOURS DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS DES ECOLES

Mercredi 29 septembre 2010 – de 9h 00 à 13h 00
Deuxième épreuve d'admissibilité

**Mathématiques et sciences expérimentales
et technologie**

Durée : 4 heures
Coefficient : 3
**Note éliminatoire : 0 à l'une
ou l'autre des parties**

Le candidat doit traiter la partie sciences expérimentales et technologie sur une copie distincte de celle(s) utilisée(s) pour la partie mathématiques.

Rappel de la notation :

- première partie mathématiques : **12 points**
- seconde partie sciences expérimentales et technologie : **8 points**

Il est tenu compte, à hauteur de **trois points** maximum, de la qualité orthographique de la production des candidats.

Ce sujet contient 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10. Assurez-vous que cet exemplaire est complet. S'il est incomplet, demandez un autre exemplaire au chef de salle.

L'usage de la calculatrice électronique de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante est autorisé.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout document et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.

Si vous estimez que le texte du sujet, de ses questions ou de ses annexes comporte une erreur, signalez lisiblement votre remarque dans votre copie et poursuivez l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

N.B : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine etc. Tout manquement à cette règle entraîne l'élimination du candidat.

Première partie de l'épreuve

EXERCICE 1 (4 points)

Dans cet exercice, six affirmations sont proposées. Pour chacune, dire si elle est vraie ou fausse, puis justifier la réponse. Une réponse exacte mais non justifiée ne rapporte aucun point.

1. Un cycliste parcourt 100 km. Pendant les premiers 50 kilomètres, il roule à 25 km/h de moyenne puis, fatigué, à 15 km/h pendant les 50 derniers kilomètres.

Affirmation 1 : sa vitesse moyenne sur l'ensemble du parcours est 20 km/h.

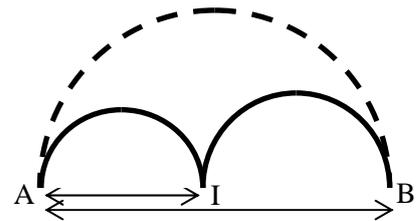
2. **Affirmation 2** : tout nombre entier de trois chiffres dont les chiffres des centaines, dizaines et unités sont les mêmes est divisible par 37.

3. **Affirmation 3** : deux nombres entiers impairs sont premiers entre eux.

4. **Affirmation 4** : l'inverse de $(9 - 4\sqrt{5})$ est $(9 + 4\sqrt{5})$.

5. La figure ci-contre est composée de trois demi-cercles.

Affirmation 5 : la longueur du chemin en trait plein est égale à celle du chemin en pointillés.



6. Dans un laboratoire, on cultive des bactéries.

La population de bactéries augmente de 20 % par heure.

Affirmation 6 : la population de bactéries sera multipliée par 2 au bout de 5 heures.

EXERCICE 2 (3 points)

On étudie la fonction f qui, à la vitesse v d'un véhicule (exprimée en mètre par seconde) associe la distance de freinage (exprimée en mètre).

Cette fonction est définie par $f : v \mapsto k \times v^2$, où k est un coefficient qui dépend notamment de l'état de la route.

Partie 1

Dans des conditions « normales », lorsque la route est sèche, le coefficient k est égal à 0,08.

1. On utilise un tableur pour créer le tableau de valeurs ci-après :

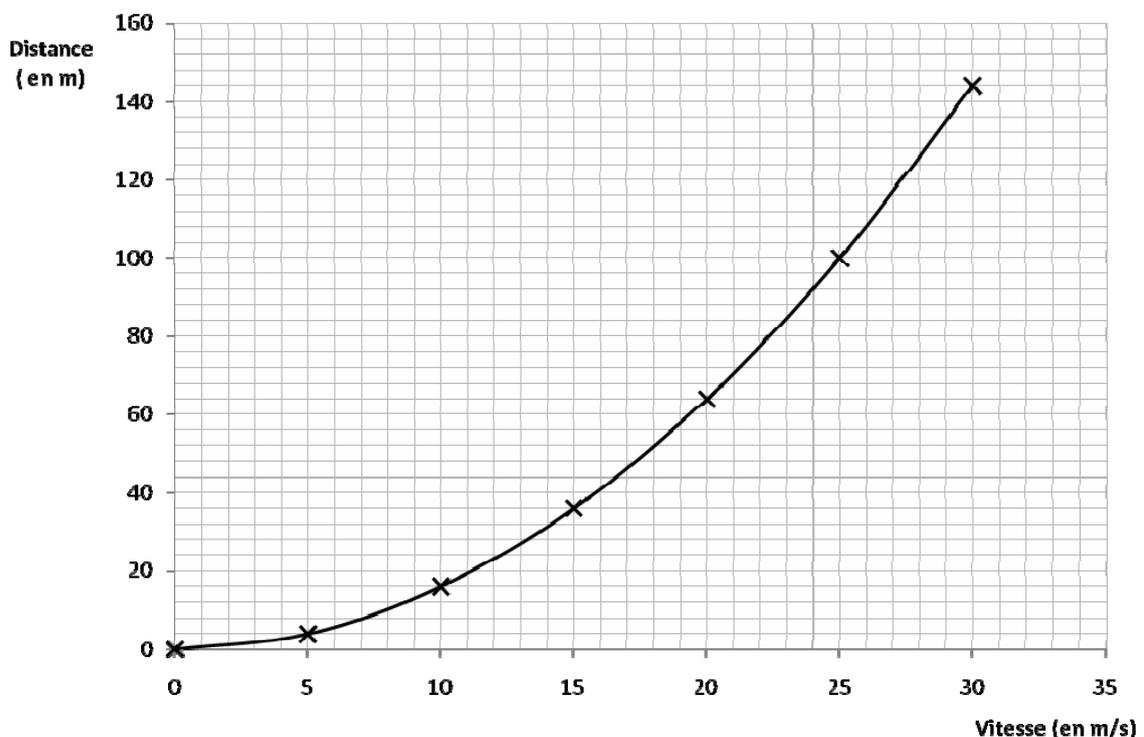
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Vitesse (en m/s)	0	5	10	15	20	25	30
2	Distance de freinage	0						
3	coefficient k	0,08						

- a) Donner une formule qui, entrée dans la cellule B2 (puis recopiée vers la droite), permet de compléter la ligne 2.
 - b) On veut qu'en modifiant la valeur de k en B3, les distances soient recalculées automatiquement. La formule proposée au a) satisfait-elle cette nouvelle contrainte ? Si oui, pourquoi ? Si non, en proposer une autre qui convient.
2. a) Calculer la distance de freinage sur route sèche pour une vitesse de 72 km/h.
 - b) A partir de quelle vitesse (arrondie à l'unité, en km/h), la distance de freinage sur route sèche est-elle supérieure à 45 mètres ?

Partie 2 :

Sur une route mouillée, le coefficient k est différent de 0,08.

Après avoir modifié la valeur de k dans la feuille de calcul précédente, on a construit la représentation graphique qui donne la distance de freinage sur route mouillée en fonction de la vitesse.



1. En utilisant cette représentation graphique, estimer la valeur du coefficient k sur route mouillée.

2. Où se situerait la représentation graphique donnant la distance de freinage sur route sèche en fonction de la vitesse, par rapport à la représentation graphique tracée ? Justifier la réponse par le calcul.

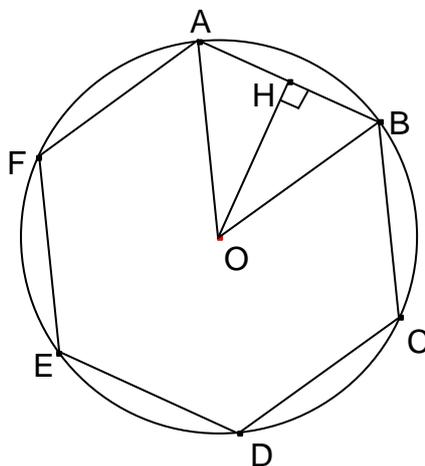
PROBLEME (5 points)

Un polygone régulier est un polygone convexe inscrit dans un cercle et dont tous les côtés ont la même longueur.

Partie A

On considère un hexagone régulier ABCDEF inscrit dans un cercle de centre O et de rayon r (voir figure ci-dessous).

H est le pied de la hauteur issue de O, dans le triangle AOB.



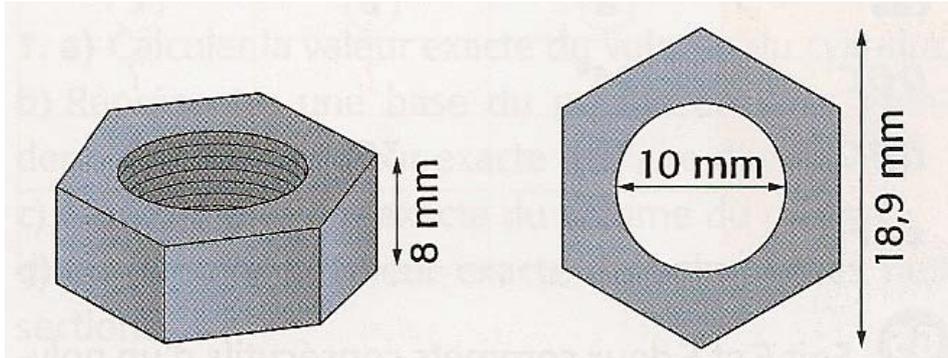
Montrer que l'aire de l'hexagone ABCDEF est égale à $\frac{3\sqrt{3}}{2}r^2$.

Partie B

Dans cette partie, on pourra utiliser le résultat de la partie A.

On considère un écrou hexagonal en laiton référencé M10. Cette référence signifie que le diamètre de la base du cylindre central est de 10 mm.

La hauteur de l'écrou est égale à 8 mm et la distance entre deux sommets diamétralement opposés de l'hexagone est égale à 18,9 mm (voir schémas ci-après).



Les représentations ne sont pas à l'échelle. L'hexagone est régulier.

On ne prendra pas en compte l'épaisseur du filetage.

1. Déterminer le volume exact de l'écrou, et en donner l'arrondi au millimètre-cube.
2. Sachant que la masse volumique du laiton est $8\,400\text{ kg/m}^3$, calculer la masse de l'écrou, arrondie au gramme.

Partie C

RSTUV est un pentagone régulier inscrit dans un cercle de centre O et de rayon r .

1. H est le pied de la hauteur issue de O dans le triangle ROS. Déterminer la longueur OH en fonction de r .
2. Calculer l'aire du pentagone RSTUV en fonction de r .

Seconde partie de l'épreuve

Le sujet comprend 3 documents notés de A à C.

L'image ci-dessous présente un capteur d'énergie intégré à la couverture d'un bâtiment industriel :



Question 1 (3 points)

En vous appuyant sur les documents **A** et **B**, expliquez comment, du point de vue électrique, sont reliées les 36 **cellules** qui composent le **module** photovoltaïque dont les caractéristiques techniques sont données. Vous illustrerez votre propos par un schéma électrique.

Question 2 (3 points)

En vous aidant du document **C** :

- 2.a - Précisez les caractéristiques liées à la morphologie et à l'orientation du bâtiment pour obtenir une efficacité énergétique optimale de l'installation.
- 2.b - Sachant que la surface du bâtiment couverte de modules photovoltaïques est un rectangle de 8 m par 24,50 m, déterminez le nombre maximum de modules qui pourront y être installés.
- 2.c – Quelle sera, en Wc (Watt-crête), la puissance maximale qui pourrait être ainsi produite ?

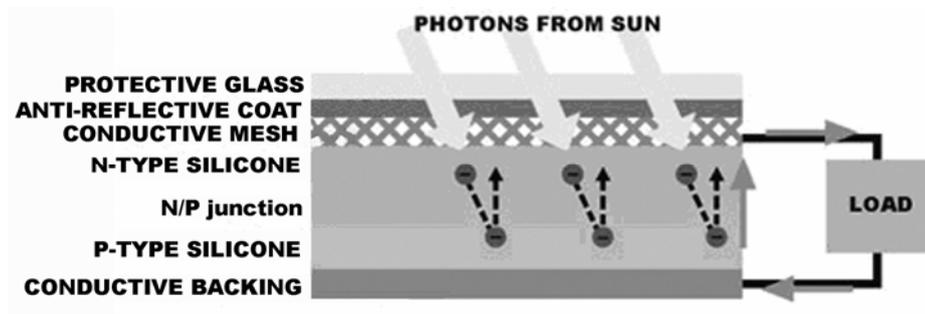
Question 3 (2 points)

Représentez par un schéma le flux d'énergie, de la source à l'utilisation finale.

DOCUMENT A – Principe de fonctionnement et mise en œuvre d’une cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque

Les cellules PhotoVoltaïques (PV) sont de fines tranches planes fabriquées à partir de matériaux appelés semi-conducteurs qui sont capables de conduire l’électricité ou de la transporter. Plus de 90 % des cellules photovoltaïques fabriquées à l’heure actuelle sont en silicium, un semi-conducteur, ou métalloïde, présentant à la fois les propriétés d’un métal et d’un isolant. Une des faces de la cellule est traitée à l’aide d’une substance chargée négativement (par exemple du phosphore). L’autre est traitée à l’aide d’une substance chargée positivement (par exemple du bore). Une couche non conductrice est placée entre les deux couches chargées. Un fil métallique relie la face de la cellule chargée négativement à sa face chargée positivement.



Coupe d’une cellule photovoltaïque

La lumière solaire, source d’énergie

La lumière du soleil, moteur du processus, fournit l’énergie qui est convertie en courant électrique. Cette lumière est composée de petites particules d’énergie (photons) qui se comportent comme autant de projectiles. Lorsqu’un photon frappe une cellule PV, il peut rebondir dessus, la traverser ou être absorbé par elle. Seuls les photons qui sont absorbés fournissent de l’énergie convertible en électricité. Lorsque le matériau (semi-conducteur) absorbe suffisamment de lumière solaire (énergie), des électrons sont arrachés des atomes du matériau par les photons solaires. Ces électrons sont alors libres de circuler et créent un courant électrique. En plaçant des contacts métalliques sur la face supérieure et la face inférieure de la cellule, ce courant peut être capté et utilisé en dehors de la cellule. Ce courant, ainsi que la tension électrique dans la cellule [...] déterminent la puissance (en watts) que la cellule est en mesure de produire.

$$\text{Puissance (watts-crête)} = \text{intensité (ampères)} \times \text{tension (volts)}$$

Le module

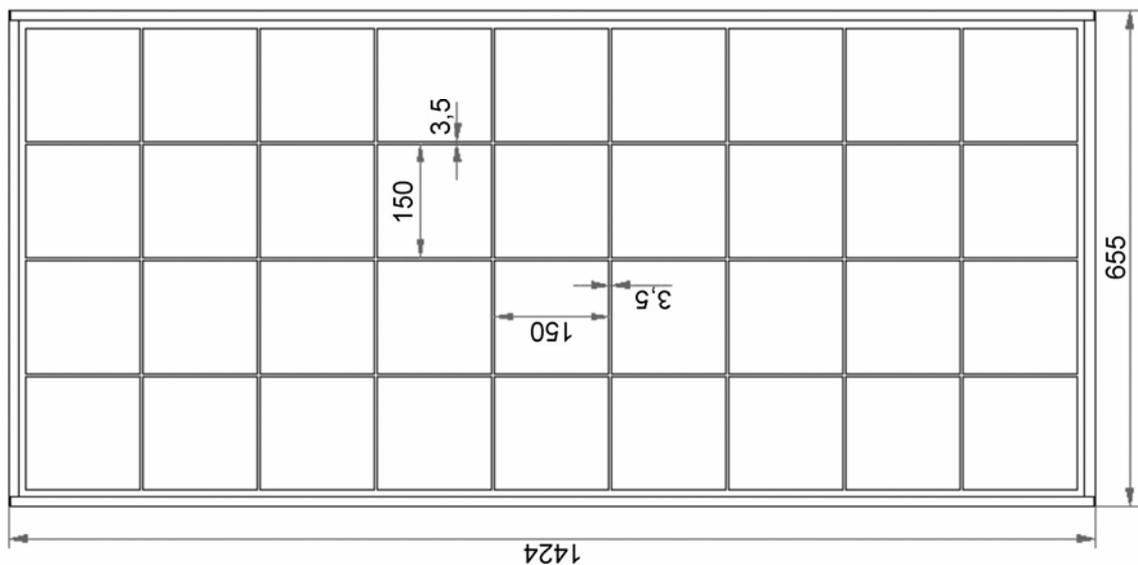
[...] Les caractéristiques électriques d'une seule cellule (tension d'environ 0,9 volt et puissance d'environ 3,35 (watt-crête) sont généralement insuffisantes pour alimenter les équipements électriques de tensions standards (12, 24 ou 48 volts). C'est pourquoi, les cellules solaires sont reliées entre elles pour former un **module** ou panneau capable de délivrer une puissance de sortie spécifique. Un **module** solaire classique comprend un grand nombre de **cellules**, une couverture de protection en verre, une couche anti-reflet pour augmenter la lumière solaire, un contact ou électrode sur ses faces supérieure et inférieure et les couches semi-conductrices dans lesquelles les électrons commencent et achèvent leur voyage. [...] Ensuite, un nombre spécifique de modules sont reliés entre eux pour former un système générateur capable de fournir une puissance de sortie adaptée à une application donnée ou à la demande globale de courant. Lorsque le soleil brille sur le groupe/système PV, du courant continu est produit et peut être utilisé pour alimenter divers circuits consommateurs. Qu'il s'agisse d'alimenter des applications reliées à un réseau ou des installations hors réseau distantes, le PV convient à tous les cas de figure.

Source site Internet PhotoWatt™ extraits, consulté le 17 mai 2010

DOCUMENT B – Module photovoltaïque

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES D'UNE CELLULE	
Taille des cellules	150 mm x 150 mm
Tension (V)	0,9
Puissance (Watt-crête)	3,35

CARACTERISTIQUES INDICATIVES DU MODULE	
Encombrement	1424 mm x 655 mm
Nombre de cellules	36
Puissance typique (W)	120
Tension à la puissance typique (V)	16
Intensité à la puissance typique (A)	7,5



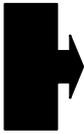
DOCUMENT C – Contraintes d’implantation

La production annuelle d’électricité d’un toit solaire peut être calculée avec une marge d’erreur inférieure à 10%. Elle dépend :

- de l’ensoleillement annuel du site, qui peut être évalué assez précisément pour presque tous les sites d’Europe et même dans le monde entier ;
- d’un facteur de correction calculé à partir de l’écart d’orientation par rapport au Sud, de l’inclinaison des panneaux par rapport à l’horizontale et le cas échéant, des ombrages révélés sur le site ;

- des performances techniques des modules photovoltaïques et de l’onduleur (rendement et disponibilité).

La puissance crête d’un toit solaire, donnée en Wc ou kWc, mesure la puissance théorique maximale que ce toit peut produire dans des conditions standards d’ensoleillement. Le tableau ci-dessous donne la production moyenne attendue dans les conditions optimales d’installation pour un toit solaire d’une puissance de 1 kWc (environ 10 m²).

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES				
INCLINAISON \ ORIENTATION	0°  	30°  	45°  	90°  
Est 	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est 	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud 	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest 	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest 	0,93	0,90	0,78	0,55

 Position à éviter si elle n’est pas imposée par une intégration architecturale.

N.B. : ces chiffres n’incluent pas les possibles masques (ombre portée) qui pourraient réduire la production annuelle.