

**SESSION 2023****CLASSES DE TERMINALES****SCIENCES PHYSIQUES****Données**

Unité de masse atomique : $1u = 1,660.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$	Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02. 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Masse de l'électron : $m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg} = 0,000548 \text{ u}$	Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
Masse du neutron : $m_n = 1,00866 \text{ u}$	Masse volumique de l'eau : $\rho_e = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
Masse du proton : $m_p = 1,007284 \text{ u}$	Masse volumique de l'essence $\rho_{\text{ess}} = 0,88 \text{ g.L}^{-1}$
Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$	En g/mol $M(\text{H})=1$ ; $M(\text{O})=16$ ; $M(\text{Na})=23$ ; $M(\text{Cl})=35,5$
Constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$	Célérité de la lumière dans le vide : $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
$1\text{eV} = 1,602.10^{-19} \text{ J}$	

**TEXTE INTRODUCTIF.**

L'énergie d'un système est la capacité de ce système à produire un travail entraînant un mouvement, de la lumière ou de la chaleur. Tout ce qui fonctionne ou évolue nécessite de l'énergie : l'Homme, l'animal, les végétaux, les mouvements des eaux, les courants des gaz, les machines...

La consommation de l'énergie ne cesse d'accroître sous forme multiple pour répondre à la complexité des demandes dans l'industrie le transport le chauffage, l'électricité ...

Dans l'univers l'énergie ne peut ni se créer, ni se perdre; seules sont possibles des transformations de formes d'énergie en d'autres formes d'énergie et toujours en quantités équivalentes. L'énergie peut se transférer sous trois modes : par travail (transfert ordonné avec déplacement de matière), par rayonnement électromagnétique (transfert ordonné sans déplacement de matière) ou par la chaleur (transfert désordonné).

Les transformations et les transferts d'énergie se font au sein des chaînes énergétiques. Une chaîne énergétique comprend un réservoir d'énergie initial, un ou plusieurs convertisseurs (dispositifs permettant la transformation d'une forme d'énergie à une autre) et un réservoir final (c'est souvent l'environnement).

On convient de représenter les réservoirs d'énergie par des rectangles et les convertisseurs par des cercles. Les transferts entre les réservoirs et les convertisseurs sont représentés par des flèches.

Parmi les formes d'énergie, on relève les énergies d'origine solaire, chimique, thermique, hydraulique, éolienne, nucléaire, électrique... L'électricité s'est imposée comme une forme d'énergie incontournable pour l'industrie et nos usages domestiques. L'analyse de ces diverses formes d'énergie montre qu'elles se ramènent toutes à deux formes fondamentales d'énergie : l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.

L'énergie solaire est l'énergie provenant du Soleil grâce à son rayonnement, direct ou diffus. A travers divers procédés, elle peut être transformée en d'autres formes d'énergie utiles pour l'activité humaine, notamment en électricité, en chaleur ou en biomasse.

L'énergie solaire est indispensable à la Vie : le règne végétal, dont dépend le règne animal, l'utilise en la transformant en énergie chimique via la photosynthèse. L'énergie solaire transformée en énergie chimique, accumulée par les êtres vivants, peut à la suite de lentes transformations se retrouver dans le charbon et le pétrole. Le pétrole est capable d'alimenter une centrale thermique qui fournira de l'énergie électrique.

Le soleil rayonne dans l'espace une énorme quantité d'énergie. La terre n'en récupère qu'une infime partie. Les arbres ensoleillés sont de merveilleuses usines qui à partir de molécules  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{CO}_2$  élaborent des molécules complexes.

Dans une centrale hydraulique, l'énergie correspondant à la chute de l'eau initialement retenue au niveau du barrage est utilisée pour faire tourner les roues d'une turbine laquelle actionne un alternateur permettant de produire de l'énergie électrique. Il existe aussi des centrales thermiques, éoliennes et nucléaires. Les énergies hydrauliques et éoliennes sont des énergies renouvelables.

Dans les machines thermiques, quel qu'en soit le type (locomotives à vapeur, centrales thermiques ou unités industrielles de production d'électricité, voitures automobiles, bateaux à moteur, pompe à chaleur...), il y a un fluide (gaz ou liquide) qui reçoit de l'énergie thermique d'un réservoir d'énergie chimique. Les forces pressantes exercées par le fluide sur un système mécanique le mettent en mouvement ou l'entretiennent. Ainsi la combustion d'un mélange d'essence et d'air dans les cylindres d'un moteur d'automobile fait tourner ce moteur entraînant le déplacement du véhicule...

**PARTIE A : QUESTIONS SUR LE TEXTE****(05 points)**

**Lire attentivement le texte ci-dessus puis répondre aux questions suivantes.**

**A-1** Donner quatre exemples de formes d'énergie citées dans le texte.

**A-2** Quelle est la forme d'énergie citée dans le texte la plus utilisée dans la vie courante ?

**A-3** Après avoir cité les trois modes de transfert d'énergie, préciser le mode principal de transfert d'énergie entre le Soleil et la Terre.

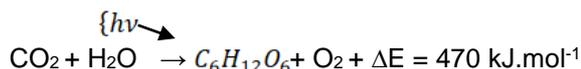
**A-4** Quels sont les principaux types de centrales cités dans le texte ?

**CLASSES DE TERMINALES****PARTIE B : DE L'ENERGIE CHIMIQUE A L'ENERGIE MECANIQUE****(15 points)**

La photosynthèse est la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique accumulée dans la biomasse végétale. Presque toute l'énergie que nous utilisons aujourd'hui a été captée et stockée par la photosynthèse.

La photosynthèse utilise la lumière solaire. Les longueurs d'onde du rayonnement visible de la lumière solaire s'étendent de 400 nm à 700 nm  $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$ . Le maximum de l'absorption de la chlorophylle est situé entre 650 nm et 700 nm.

La photosynthèse, processus par lequel des pigments tels que la chlorophylle dans les plantes, utilise l'énergie solaire pour convertir le dioxyde de carbone et l'eau en sucres et en dioxygène. Ainsi lors de la photosynthèse, les végétaux consomment du dioxyde de carbone et de l'eau puis libèrent du dioxygène selon l'équation de réaction :  
lumière



Le stockage de l'énergie sous forme de biomasse se fait selon la réaction précédente. La consommation d'une mole de  $\text{CO}_2$  met en jeu 470 KJ.

**B.1** On considère les couples d'oxydo-réduction ( $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ ) et ( $\text{CO}_2/\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) mis en jeu au cours de cette réaction.

**B.1.1-** Déterminer le nombre d'oxydation de l'élément O dans  $\text{O}_2$  et dans  $\text{H}_2\text{O}$  et celui de C dans  $\text{CO}_2$  et dans  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

**B.1.2** Ecrire les demi-équations redox correspondant aux deux couples puis en déduire l'équation bilan de la photosynthèse.

**B.1.3** La réaction de photosynthèse est-elle une réaction d'oxydo-réduction ? Justifier.

**B.1.4** En raisonnant sur l'équation de la photosynthèse, donner deux intérêts de cette réaction.

**B.1.5** Trouver la valeur de l'énergie chimique emmagasinée par mole de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  synthétisé

**B.1.6** La photosynthèse d'une molécule de  $\text{CO}_2$  nécessite 9 photons monochromatiques, de longueur d'onde  $\lambda = 670 \text{ nm}$ . Préciser le caractère du rayonnement mis en jeu lors de la réaction de photosynthèse et calculer l'énergie lumineuse nécessaire à la synthèse d'une mole de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

**B.1.7** Calculer le rendement théorique de cette réaction à partir d'un raisonnement énergétique.

**B.2** Le métabolisme du glucose dans l'organisme correspond à une combustion complète du glucose.

**B.2.1.** Ecrire l'équation-bilan de combustion du glucose.

**B.2.2.** Sachant que cette combustion fournit 3000 kJ par mole de glucose « brûlé ». Un sportif dépense par seconde une énergie égale à 400 J lors d'une course à pied. Quelle masse de sucre devra consommer le sportif pour assurer cette dépense énergétique pendant 15 min ? On précise que 25% seulement de l'énergie produite par la combustion est effectivement utilisée par les muscles.

**PARTIE C : DE L'ENERGIE RENOUVELABLE A L'ENERGIE ELECTRIQUE****C.I : TRANSFORMATION DE L'ENERGIE HYDRAULIQUE : BARRAGE HYDROELECTRIQUE****(40 points)**

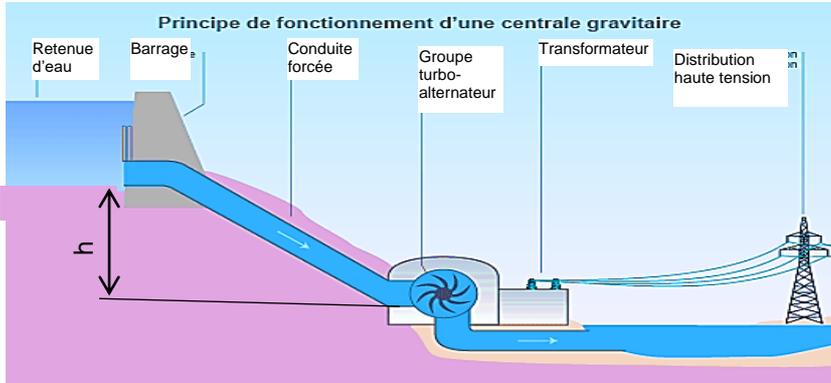
**C.I.1** L'eau de la retenue d'un barrage hydroélectrique d'un volume  $V = 3.10^8 \text{ m}^3$  est acheminée vers une usine hydroélectrique à une altitude inférieure de  $h = 200 \text{ m}$ . Dans l'usine, l'eau fait tourner les turbines reliées à des alternateurs. En cas de besoin, la retenue peut être vidée en trois jours. On néglige la profondeur de la retenue par rapport à la dénivellation  $h$ . L'énergie potentielle de pesanteur est choisie nulle à l'altitude de la planche de l'usine

**C.I.1.1.** Sous quelle forme l'énergie est stockée dans la retenue ?

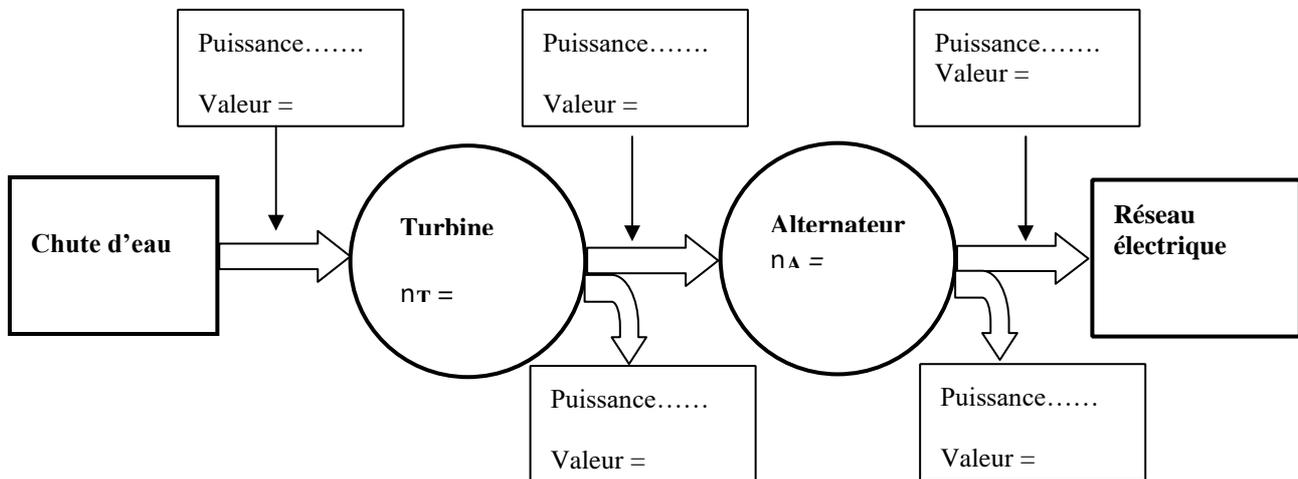
**C.I.1.2.** Calculer l'énergie emmagasinée dans la retenue.

**C.I.1.3.** On estime que 90% de l'énergie  $E$  peut être convertie en énergie électrique. Calculer l'énergie électrique produite par l'usine en trois jours.

**C.I.2** Une centrale hydroélectrique est installée au niveau d'un barrage. La centrale exploite une retenue d'eau de capacité  $1270.10^6 \text{ m}^3$ . Elle possède 4 turbines. Chaque turbine est accouplée mécaniquement à un alternateur fournissant de l'énergie électrique au réseau de distribution. Le rendement de la turbine est  $\eta_T = 80 \%$  et celui de l'alternateur est  $\eta_A = 90\%$ . Le débit d'eau pour chaque turbine est  $D = 75 \text{ m}^3/\text{s}$ . La chute d'eau est utilisée à une hauteur  $h = 120 \text{ m}$ .



- C.I.2.1** Donner l'expression de la puissance  $P$  mise en jeu par une chute d'eau
- C.I.2.2.** Calculer la puissance fournie à un groupe de production par la chute d'eau
- C.I.2.3.** En déduire la puissance totale fournie par la centrale au réseau électrique et la puissance perdue par la centrale.
- C.I.2.4.** Quel serait alors le temps nécessaire (en jours) pour que le barrage soit complètement vidé si l'on suppose qu'aucun cours d'eau ne se déverse dedans ?
- C.I.2.5.** Quelle serait alors l'énergie en joules et en GWh produite par la centrale, si on suppose que la hauteur de chute reste inchangée ?
- C.I.2.6.** Recopier et compléter le schéma-bloc ci-dessous représentant le bilan de puissance de la centrale, en indiquant la nature des puissances échangées (entrantes et sortantes), la valeur de chacune et le rendement de chacun des deux convertisseurs.



**C2 POMPE HYDRO-ELECTRIQUE SOLAIRE**

**C.2.1 Générateur photovoltaïque**

L'énergie solaire photovoltaïque est une énergie électrique produite à partir du rayonnement solaire. La cellule photovoltaïque est un composant électrique qui est la base des installations produisant cette énergie. Elle fonctionne sur un principe analogue à celui de l'effet photoélectrique. Plusieurs cellules sont reliées entre-elles sur un module solaire photovoltaïque, plusieurs modules sont regroupés pour former une installation solaire. Cette installation produit de l'électricité qui peut être consommée sur place ou alimenter un réseau de distribution. Le terme photovoltaïque désigne selon le contexte le phénomène physique - l'effet photovoltaïque - ou la technique associée.

**C.2.1.1-** Qu'appelle-t-on effet photoélectrique ?

**C.2.1.2-** On se propose de calculer la surface de capteurs adaptés à une utilisation. Pour cela, on admet un éclairage de  $350 \text{ W/m}^2$  et un rendement de conversion de l'énergie rayonnante en énergie électrique de 17 %.



.../... 4

**SCIENCES PHYSIQUES**

4 / 9

2023PCGST182A01

Toutes séries Réuniones

**CLASSES DE TERMINALES**

**C.2.1.2.1-** Calculer la surface minimale des capteurs afin de disposer une puissance suffisante pour faire fonctionner un poste téléviseur de 100 W.

**C.2.1.2.2-** Pourquoi il est nécessaire de stocker l'énergie solaire dans les accumulateurs ?

**C.2.1.2.3-** Depuis le 29 juin 2017 le Sénégal dispose d'une nouvelle centrale solaire photovoltaïque située à Sinthiou Mékhé, dans la région de Thiès, à 80 km de Dakar. L'infrastructure, d'une capacité de 30 mégawatts (MW), peut alimenter 200.000 ménages.

Déterminer le nombre de panneaux solaires nécessaires pour fournir cette puissance sachant que la surface d'un panneau est d'environ  $2 \text{ m}^2$ . On considérait que l'éclairage à Mekhé est de  $8400 \text{ kWh/m}^2$  par jour et un rendement de 45%

**C2.2- La pompe solaire**

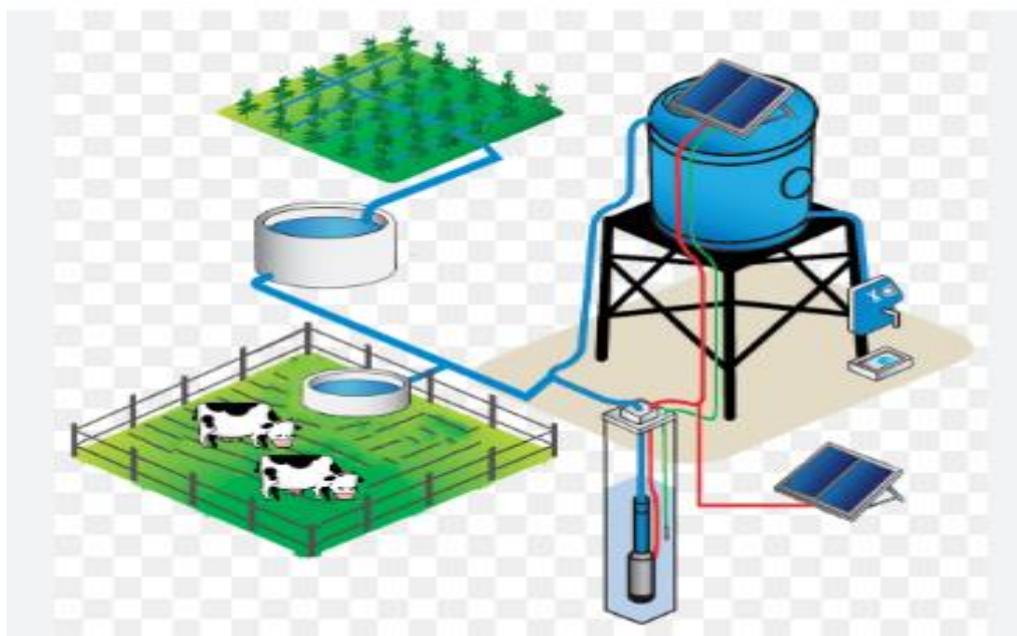
On utilise dans certaines zones l'énergie solaire pour le pompage d'eau d'un puits ou d'un forage.

Le système associe le générateur photovoltaïque (conversion de l'énergie solaire en énergie électrique) à une pompe spécialement conçue à cet effet.

Le fonctionnement s'effectue grâce au soleil sans batterie. L'eau ainsi pompée peut être directement utilisée ou stockée dans un réservoir. Le volume journalier d'eau obtenu dépend de l'éclairage du générateur photovoltaïque, de sa surface, de la hauteur de relèvement (profondeur du puits ou du forage) et des caractéristiques du moteur de la pompe.

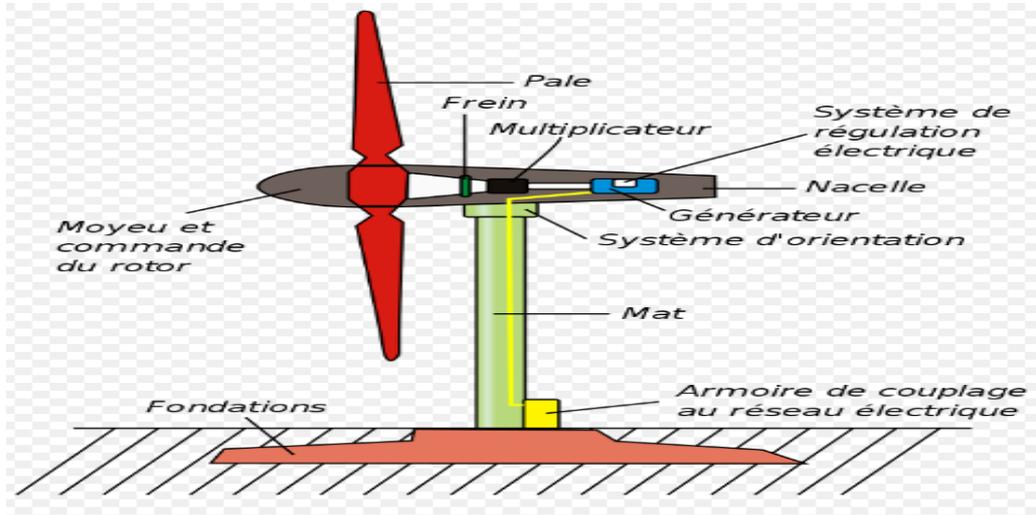
Diagramme de débit pour une pompe solaire Sherflo 24 V DC

Hauteur de relèvement (en mètre)	Débit (en litre par heure)	Consommation (en Ampères)
6,1	443	1,5
24,4	401	2,4
42,7	375	3,1
61,0	345	3,8



**Schéma d'une pompe solaire**

En se basant sur les données du tableau ci-dessus répondre aux questions suivantes.



**C.2.2.1-** La tension aux bornes d'un générateur photovoltaïque est-elle continue ou alternative ? Quelle est sa valeur ?

**C.2.2.2-** A partir du débit et de la hauteur de prélèvement de l'eau, calculer dans chaque cas la puissance mécanique utile fournie par la pompe.

**C.2.2.3-** Compte tenu de la tension délivrée par le générateur photovoltaïque et de la consommation (intensité en ampères) calculer dans chaque cas la puissance électrique consommée par le moteur de la pompe.

**C.2.2.4-** Calculer le rendement de la pompe  $\eta$  dans chaque situation.

**C.2.2.5** Sachant que le rendement du panneau solaire est de l'ordre de 14%, calculer dans chaque situation le rendement global  $\eta_g$  de la chaîne.

**C.2.2.5.1-** Déterminer la variation d'énergie mécanique  $\Delta E_m$  de la quantité d'eau remontée.

**C.2.2.5.2-** En déduire le rendement global  $\eta_T$  du transfert d'énergie.

**C.2.2.5.3-** Retrouver la valeur  $\eta_T$  en raisonnant directement sur les rendements de chaque convertisseur.

### **C.3 : L'ENERGIE EOLIENNE**

Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent (déplacement d'une masse d'air) en énergie mécanique ou électrique. L'énergie éolienne implique de nombreuses applications allant du chargeur de batteries d'un phare ou d'une habitation isolée à des machines de taille industrielle capables d'alimenter en électricité tout un village.

L'énergie fournie par le vent est une énergie cinétique, elle est fonction de la masse et de la vitesse de l'air. Si on considère que la masse volumique de l'air est constante, on peut dire que l'énergie fournie par le vent est fonction de sa vitesse.

L'énergie cinétique de la masse  $m$  d'air est :  $E_c = \frac{1}{2} m V^2$ , dans cette relation  $V$  est la vitesse du vent et  $m$  est la masse du volume d'air en kg.

**C.3.1-** Considérons un dispositif de récupération de cette énergie quel qu'il soit de surface  $S$  et dans l'hypothèse d'une vitesse du vent constante ; montrer que la masse d'air récupérée par seconde sur la surface  $S$  est  $m = \rho_0 V \cdot S$

**C.3.2-** On utilise directement l'éolienne pour l'extraire de l'eau d'un puits ; sous quelle forme l'énergie récupérée par l'éolienne est-elle transformée ?

**C.3.3-** Justifier que toute cette énergie que possède l'air arrivant sur le dispositif ne peut être captée par celui-ci intégralement.

**C.3.4-** Montrer que l'énergie théoriquement récupérable en une seconde disponible à travers une surface  $S$  peut se mettre sous la forme est :  $P = \frac{1}{2} \rho_0 S \cdot V^3$ .

.../... 6

**SCIENCES PHYSIQUES**

6/9

2023PCGST182A01

Toutes séries Réunies

**CLASSES DE TERMINALES****Schéma d'une éolienne****C.3.5-** Application

**C.3.5.1** Calculer la valeur de la puissance  $P$  pour  $S = 39 \text{ m}^2$ ;  $V = 25 \text{ Km/h}$  ; la masse volumique de l'air  $\rho = 1,15 \text{ Kg.m}^{-3}$

**C.3.5.2** Le Sénégal dispose d'un parc éolien à Taïba NDIAYE qui a déjà commencé à produire de l'électricité. Ce parc, riche de 46 éoliennes de puissance 3 450 KW chacune, est le premier projet de production d'énergie éolienne de grande envergure, en Afrique de l'Ouest. Il produit 15% de l'énergie renouvelable.

**C.3.5.3-** On considère que cette centrale peut fournir l'électricité à 3 200 ménages du village de Taïba NDIAYE.

Quelle est la puissance moyenne nécessaire à un ménage ?

**C.3.5.4-** La production annuelle est estimée à 450 000 MWH

Calculer le temps de fonctionnement ainsi prévu.

**Vue panoramique d'éoliennes****PARTIE D : DU NUCLEAIRE A L'ELECTRICITE ; ET DU FUEL A L'ELECTRICITE****(40 points)**

Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Elle utilise pour cela la chaleur libérée par l'uranium qui constitue le "combustible nucléaire". L'objectif est de faire chauffer de l'eau afin d'obtenir de la vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine, laquelle entraîne un alternateur qui produit de l'électricité. Les machines et turbine à vapeur sont des moteurs à combustion externe car la source de chaleur (chaudière est l'extérieur du moteur. En 1984 Charles Parsons inventa la turbine à vapeur. Actuellement les turbines à vapeur sont très utilisées pour entraîner les alternateurs des centrales électriques thermiques ou nucléaires

Lorsqu'un neutron, avec une énergie convenable, heurte un noyau d'uranium 235, différentes réactions de fissions du noyau sont possibles. Les neutrons émis sont susceptibles à leur tour d'engendrer d'autres réactions de fissions. Il en résulte une réaction en chaîne observée pour la première fois en 1939 par F. Joliot Curie.

L'énergie dégagée devient considérable ; sans précaution, la réaction en chaîne conduit à une explosion : ce qui a produit la bombe A. Convenablement maîtrisée dans un réacteur nucléaire, cette réaction en chaîne constitue la source d'énergie nécessaire au fonctionnement d'une centrale électrique.

**D.1-ENERGIE NUCLEAIRE**

Un noyau d'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  bombardé par un neutron  ${}_0^1n$  donne du xénon  ${}^{140}_{54}\text{Xe}$  et du strontium Sr dont le nombre de masse est de 94.

**D.1.1-** Ecrire l'équation-bilan correspondant à cette réaction nucléaire sachant qu'il se forme des neutrons.

**D.1.2-** Calculer en MeV l'énergie fournie par la réaction nucléaire.

**D.1.3-** On utilise de l'uranium enrichi en  $^{235}_{92}\text{U}$ . Une partie du combustible  $^{235}_{92}\text{U}$  se retrouve après consommation dans le réacteur nucléaire. Les étapes sont les suivantes :

- un noyau  $^{235}_{92}\text{U}$  subit une fission qui libère des neutrons ;
- un noyau  $^{238}_{92}\text{U}$  capte un de ces neutrons ;
- le noyau obtenu subit une désintégration  $\beta^-$  ;

.../... 7

**SCIENCES PHYSIQUES**

**CLASSES DE TERMINALES**

- le nouveau noyau subit une désintégration  $\beta^-$  ;
- enfin, le dernier noyau obtenu subit une désintégration  $\alpha$ .

Ecrire la suite des quatre dernières réactions nucléaires et vérifier que  $^{235}_{92}\text{U}$  se reforme.

$m(^{235}_{92}\text{U}) = 235,043\ 93$  ;  $m(^{140}_{54}\text{Xe}) = 139,92164\ \text{u}$  ;  $m(^{94}_{38}\text{Sr}) = 93,915361\ \text{u}$  ;  $m(^1_0\text{n}) = 1,00727\ \text{u}$

**D.1.4-** comparaison entre l'énergie fossile et l'énergie nucléaire

**D.1.4-1-** la centrale fournit une puissance électrique moyenne de 1000 MW. Le rendement de la transformation de l'énergie nucléaire en énergie électrique est de  $\eta = 30\%$ .

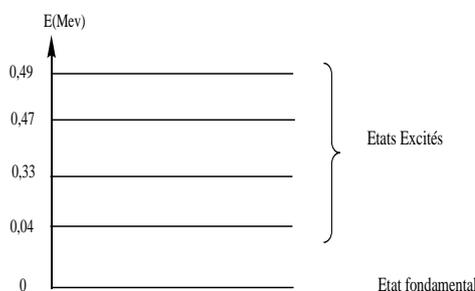
Déterminer la masse d'uranium nécessaire pour faire fonctionner la centrale pendant 6 mois

**D.1.4-2-** Dans une centrale thermique, un kilogramme de fioul libère une énergie de  $45 \cdot 10^6\ \text{J}$  sous forme de chaleur. Déterminer la masse de fioul qui produirait la même énergie électrique que la centrale nucléaire avec le même rendement.

**D.1.4-3-** Quelle conclusion tirez-vous sachant que le prix du baril de fioul est 80 dollars américains (80\$), tandis que celui du kilogramme d'uranium 235 est 17\$ ? La valeur du dollar américain est de 615,73 FCFA.

**D.1.5** inconvénients de l'énergie nucléaire

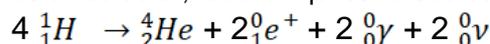
L'un des inconvénients de l'énergie nucléaires est que les déchets radioactifs sont toxiques. Lors de la fission de l'uranium 235, il se forme des noyaux de Strontium et de xénon. Les noyaux de xénon 140 peuvent apparaitre sous différents états excités correspondant au diagramme des énergies ci-après Dans l'hypothèse où le noyau de xénon produit se trouve dans le deuxième état excité, Déterminer la longueur et la fréquence du photon émis lorsque le noyau de xénon.



Symboles	He	U	Np	Pu
Z	2	92	93	94

**D.2- REACTIONS NUCLEAIRES AU NIVEAU DU SOLEIL**

La première réaction de fusion du soleil, réaction qui est la source de son rayonnement, est :



**D.2.1-** Calculer en u, la variation de la masse du système au cours de la réaction (en valeur et en signe), puis la variation d'énergie, en MeV et en Joules, retrouver que l'énergie libérée lors d'une réaction élémentaire est environ de 25 MeV

**D.2.2-** Calculer la fraction de masse convertie en énergie.

**D.2.3-** Si on admet que 10% de la masse du soleil soit suffisamment chaude pour subir cette réaction, calculer la masse de matière que le soleil peut perdre dans l'avenir.

**D.2.4-** Les réactions nucléaires qui se produisent dans le Soleil libèrent une énergie de  $3,2 \times 10^{31}\ \text{J}$  par jour.

On considère que toute l'énergie solaire a pour origine la fusion de l'hydrogène. On estime qu'à partir d'environ 10 millions de degrés les réactions de fusion thermonucléaire s'enclenchent ; c'est-à-dire que l'hydrogène va se transformer en hélium en libérant beaucoup d'énergie.

Calculer la diminution de masse du Soleil en un jour puis en une année et estimer la durée de vie probable du Soleil.

**D.2.5-** Calculer la puissance par mètre carré reçue par la terre ; en réalité la puissance reçue par mètre carré est-elle plus grande ou plus petite que celle trouvée ? justifier.

$M_{\text{Soleil}} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$  ;  $m({}^4_2\text{He}) = 4,001502 \text{ u}$  ;  $m({}_1^0\text{e}^+) = m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 0,000548 \text{ u}$

et les autres données au début du sujet

$c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $1 \text{ an} \approx 365 \text{ jours}$  ; distance Soleil- Terre  $d = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$

.../... 8

## SCIENCES PHYSIQUES

8 / 9

2023PCGST182A01

Toutes séries Réuniones

## CLASSES DE TERMINALES

### D.3 -TURBINE A VAPEUR

Une turbine à vapeur utilise la détente 500 Kg de vapeur par heure. Celle-ci reçoit la quantité de chaleur  $Q_1 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ J}$  par heure. Le rendement de la turbine est  $\eta = 0,42$

**D.3.1-** Calculer le travail mécanique fourni par la vapeur sur les aubes de la turbine en une heure de fonctionnement

**D.3.2-** Déterminer la puissance mécanique développée par la détente de la vapeur

**D.3.3-** Le rendement mécanique de la turbine est égale à  $\eta = 0,85$ . Quelle est la puissance mécanique utile recueillie sur l'arbre de la turbine ?

**D.3.4.** Quelle est la quantité de chaleur cédée au condensateur pendant une heure de fonctionnement ?

### D.4-DE LA CHALEUR A LA MECANIQUE

*Moteurs et machines thermiques constituent des convertisseurs de grande utilité pour l'homme.*

*Un moteur thermique est un convertisseur d'énergie qui transforme une partie de la chaleur qu'il reçoit en travail mécanique. Les automobiles, les bateaux et les avions sont propulsés par des moteurs thermiques.*

*Le réfrigérateur est une machine thermique. Pour simplifier, on peut dire que son mode de fonctionnement est de prendre de la chaleur du côté basse température pour en rejeter à l'extérieur. Pour cela le réfrigérateur a besoin d'utiliser une énergie externe et est donc généralement doté d'un moteur électrique qui fait de lui une pompe à chaleur. C'est donc à travers ce principe de fonctionnement que nos réfrigérateurs arrivent à conserver parfaitement nos aliments et à nous offrir les boissons les plus rafraîchissantes.*

Un moteur thermique reçoit de la chaleur  $Q_1$  d'une source chaude. Son rôle est alors de fournir au milieu extérieur du travail  $W$  et en cédant une quantité de chaleur  $Q_2$  au milieu environnant, ici l'air ambiant. La suite de transformations d'énergie ainsi décrites par le moteur thermique constitue un cycle. Avec les conventions de signes sur les échanges d'énergie,  $Q_1$  est compté positivement (le moteur reçoit) et  $Q_2$  et  $W$  sont comptés négativement (le moteur les cède) et il est impossible que  $Q_2$  soit nulle. Pour le cycle  $Q_1 + Q_2 + W = 0$ . Le coefficient de performance du cycle est défini par

$$e = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Pour un réfrigérateur, le coefficient de performance est défini comme étant égal à  $e = -\frac{W}{Q_1}$

Un réfrigérateur dont le moteur a une puissance  $P = 500 \text{ W}$  est situé dans une cuisine où la température est  $20^\circ\text{C}$ . Le compartiment intérieur du réfrigérateur est maintenu à une température de  $5^\circ\text{C}$ .

**D.4.1-** Représenter la chaîne énergétique correspondant au fonctionnement de ce réfrigérateur

**D.4.2-** Exprimer le coefficient de performance du cycle en fonction de la quantité  $Q_2$  qu'il reçoit de la source froide et celle  $Q_1$  qu'il cède à la source chaude

**D.4.3-** Dans le cas idéal d'un cycle Carnot les chaleurs échangées sont proportionnelles aux températures  $T$  ;  $T_1$  étant la température absolue de la source chaude et  $T_2$  celle de la source froide. Etablir l'expression du coefficient de performance du cycle idéal en fonction de  $T_1$  et  $T_2$ . Calculer sa valeur pour les valeurs indiquées dans l'énoncé.

**D.4.4-** En réalité le coefficient de performance du cycle idéal ne vaut que 5. De retour du marché, on introduit dans le réfrigérateur des aliments dont la masse est équivalente à  $10 \text{ Kg}$  d'eau. Ces aliments étant initialement à la température de  $20^\circ\text{C}$ , Calculer

**D.4.4.1-** La quantité de chaleur qu'il faut extraire de ces aliments pour que leur température atteigne  $5^\circ\text{C}$ . On donne

$$C_e = 4180 \text{ J.Kg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

**D.4.4.2-** Le travail que doit fournir le moteur du réfrigérateur ( $e = 5$ ) pour assurer ce transfert de chaleur

**D.4.4.3-** Le temps minimal de fonctionnement du moteur pour réaliser ce transfert.

### D.5- DE L'ELECTRICITE A LA MECANIQUE : POMPE HYDRO-ELECTRIQUE

Un moteur électrique est couplé à une pompe. L'ensemble constitue une pompe électrique. En régime permanent, la pompe élève l'eau d'un puits pour la rejeter à une hauteur  $H = 7$  m. L'eau sort à une vitesse  $V = 1,25$  m/s avec un débit volumique  $D = 0,5$  L/s. La masse volumique de l'eau est  $\mu = 1$  Kg/L

**D.5.1-** Déterminer l'augmentation d'énergie mécanique de l'eau prélevée dans le puits pendant une durée  $\Delta t = 1$  min

**D.5.2-** Par suite de frottements dans le tuyau et dans la pompe elle-même, le rendement mécanique de l'ensemble {pompe-tuyau} est  $n = 90\%$ . Déterminer la puissance utile que doit recevoir la pompe

**D.5.3-** La pompe reçoit sa puissance utile du moteur électrique (M) celui-ci est traversé par un courant électrique  $I = 0,2$  A sous une tension  $U = 220$  V. Déterminer la f.c.e.m.  $E'$  et la résistance interne  $r'$  de ce moteur

**D.5.4-** Déterminer le rendement mécanique  $\eta_m$  du moteur

**D.5.5-** On raisonne sur une durée  $\Delta t = 1$  min en régime permanent. Déterminer l'énergie électrique  $W_{él}$  transférée au moteur .../... 9

## **SCIENCES PHYSIQUES**

9/9

2023PCGST182A01

Toutes séries Réunion

## **CLASSES DE TERMINALES**

### **D.6-DE L'ELECTRICITE A LA CHIMIE : ELECTROLYSE**

*L'électrolyse un processus largement répandu. Malgré son coût énergétique, l'électrolyse est largement utilisée dans l'industrie chimique, notamment pour préparer et purifier des métaux et non-métaux. D'autres applications jouent également un rôle important dans l'industrie de l'électrolyse.*

*L'électrolyse trouve aussi sa place dans d'autres domaines comme ceux de la protection contre la corrosion ou de la conservation d'anciens objets (en archéologie notamment). Cette activité a pour but de décrire le fonctionnement d'une électrolyse et d'illustrer ses domaines d'applications.*

Une solution concentrée de chlorure de sodium, appelée saumure, est électrolysée entre une anode en titane et une cathode en acier. Les deux compartiments de l'électrolyse sont séparés par une membrane et les deux gaz sont recueillis séparément. Les électrodes ne participent pas chimiquement à l'électrolyse.

**D.6-1-** Quel gaz recueille-t-on à l'anode ? Ecrire l'équation de la réaction correspondante.

**D.6-2** À la cathode, on recueille un autre gaz et de la soude.

**D.6-2.1-** Ecrire l'équation de la réaction correspondante.

**D.6-2.2-** Ecrire l'équation de la réaction globale qui a lieu lors de cette électrolyse.

**D.6-3-** Une usine produit quotidiennement et en continu 1,3 tonne du gaz qui se forme à l'anode de l'électrolyse de la saumure.

**D.6-3.1-** Quelle masse de gaz formé à la cathode et de soude produit-elle par jour ?

**D.6-3.2-** Quelles masses de chlorure de sodium et d'eau sont consommés quotidiennement ?

**FIN DE SUJET**