BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2019

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable
et
Sciences et Technologies de Laboratoire spécialité Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire

Métropole – 24 juin 2019

Proposition de correction

Si vous repérez une erreur, merci d'envoyer un message à :
philippe.robert1{at}ac-besancon.fr

Accès à l'irrigation en Afrique

https://africanmanager.com/lirrigation-a-energie-solaire-peut-changer-la-donne-selon-la-fao/

Partie A : Irrigation des cultures (9 points)

A.1.1) Document DR1 :

Utilisation	Surface à cultiver en hectare (ha)	Consommation journalière par hectare (en m^3)	Consommation journalière totale	
			En m^3	En litre
Riziculture	3	$30\ m^3\cdot ha^{-1}$	$30\times3=90$	$90\cdot10^3$
Autres cultures	0,5	$10\ m^3\cdot ha^{-1}$	$10\times0{,}5=5$	$5\cdot10^3$
Verger	0,7	$5\ m^3\cdot ha^{-1}$	$5\times0{,}7=3{,}5$	$3{,}5\cdot10^3$
		TOTAL	98,5	$98{,}5\cdot10^3$

A.1.2) D'après le calcul précédent, on veut pomper 98,5 m^3 (soit $98{,}5\cdot10^3$ L) d'eau pendant les 8h de fonctionnement.

$q = \dfrac{98{,}5\ m^3}{8\ h} = 12{,}3\ m^3\cdot h^{-1}$ ou $q = \dfrac{98{,}5\cdot10^3\ L}{8\times3\,600 s} = 3{,}42\ L\cdot s^{-1}$

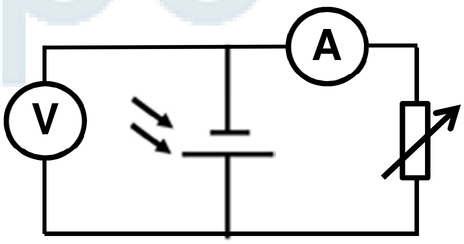
A.1.3) On a $P = q_m \times g \times H$

D'après le document A1, H = 25 m

$P = 3{,}40 \times 9{,}81 \times 25 = 834\ W \approx 8{,}3\cdot10^2\ W$

A.1.4) Avec un rendement $\eta = \dfrac{P}{P_e} = 70\ \%$, on trouve $P_e = \dfrac{P}{\eta} = \dfrac{8{,}3\cdot10^2\ W}{0{,}7} = 1191\ W \approx 1{,}2\ kW$

A.2.1) Montage :



Il faut un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de la cellule et un ampèremètre pour mesurer l'intensité fournie par la cellule. La résistance variable sert à modifier l'intensité du courant fournie par la cellule.

A.2.2) Le dernier chiffre affiché est le 2, donc 3d correspond à 0,03 A

$3{,}52 \times 1\% = 0{,}0352 \approx 0{,}04$ A si on arrondi en majorant.

Donc $\Delta I = 0{,}04 + 0{,}03 = 0{,}07$ A

A.2.3) D'après le document A2, la cellule fait 1,477 m de longueur sur 0,660 m de largeur. Elle est éclairée avec une irradiance de 1000 $W.m^{-2}$.

Donc $P_{cell} = 1000\ W.m^{-2} \times 1{,}477\ m \times 0{,}660\ m = 975\ W$

A.2.4) Le rendement est $\eta = \dfrac{P_{max}}{P_{cell}} = \dfrac{35\ W}{975\ W} = 3{,}6.10^{-2} = 3{,}6\%$

A.2.5) Les mesures ont été faites à 25°C avec une irradiance de 1000 $W.m^{-2}$.

Ce qui correspond au point A de la caractéristique du constructeur.

On a donc I = 3,7 A et U = 16 V

$P_m = I \times U \approx 59\ W$

A.2.6) D'après le document A3, on obtient une réponse maximale avec des photons de longueur d'onde $\lambda \approx 0{,}9\ \mu m$

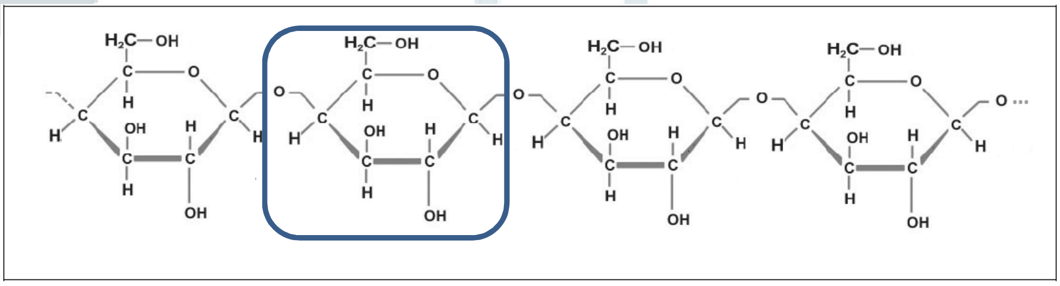
	Ce qui correspond à une énergie $E = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6{,}62.10^{-34}\,J.s \times 3.10^{8}\,m.s^{-1}}{0{,}9.10^{-6}\ m} = 2{,}2.10^{-19}\,J$
A.2.7)	En lumière naturelle, la température peut atteindre des valeurs très supérieure à 25°C. L'irradiance peut être plus faible que 1000 $W.m^{-2}$…
A.2.8)	Pour obtenir une puissance P_e = 1200 W, avec des cellules de P_{max} = 42 W, il faut au moins 29 cellules. $\left(\frac{1200\ W}{42\ W} = 28{,}5\right)$
A.2.9)	Remplacer le moteur à essence par un panneau photovoltaïque permet : - De ne plus avoir besoin d'essence (diminue le coût) et la nécessité de s'assurer que le réservoir est plein. - Diminue les rejets de CO_2
A.3.1)	Il faut élever l'eau d'une hauteur h = 25 m. Pour cela, la surpression nécessaire est $\Delta P = \rho \times g \times h$ $\Delta P = 1000 \times 9{,}81 \times 25 = 2{,}45.10^5$ Pa = 2,45 bar La pompe est suffisante.
A.3.2)	La surpression maximale de la pompe est ΔP_S = 6 bar. Pour atteindre une dénivellation h_{max} =47 m, il suffit, en théorie d'une surpression : $\Delta P = \rho \times g \times h = 1000 \times 9{,}81 \times 47 = 4{,}61.10^5$ Pa = 4,61 bar La perte de pression est donc de 6 – 4,61 = 1,39 bar

Partie B : Éclairage autonome (6 points)

B.1.1)	D'après le document B1, le sac a une masse de 12kg Donc son poids est $P = m \times g = 12 \times 10 = 120$ N
B.1.2)	$\Delta E_P = E_{P(finale)} - E_{P(initiale)} = m \times g \times h_{finale} - m \times g \times h_{initiale}$ $\Delta E_P = m \times g \times (h_{finale} - h_{initiale}) = - m \times g \times h$ $\Delta E_P = - 12 \times 10 \times 2 = 2{,}4.10^2$ J
B.1.3)	$E_C = ½ \times m \times v^2$ Avec $v = \frac{h}{\Delta t} = \frac{2\,m}{15 \times 60\,s} = 2{,}2.10^{-3}\,m.s^{-1}$ $E_C = ½ \times 12 \times (2{,}2.10^{-3})^2 = 3{,}0.10^{-5}$ J Cette valeur est bien très inférieure à la variation d'énergie potentielle : il n'y a donc bien qu'une fraction négligeable de l'énergie potentielle qui est transformée en énergie cinétique.
B.1.4)	D'après les calculs précédents, on dispose de $\Delta E_P = 2{,}4.10^2$ J pendant Δt = 15 min = 900 s. Donc la puissance mécanique moyenne disponibles est $P = \frac{\Delta E_P}{\Delta t} = \frac{2{,}4.10^2}{900} \approx 0{,}27W$

B.2.1)	Document réponse DR2 : Puissance mécanique → Convertisseur Mécanique-électrique → Puissance électrique ↘ Puissance thermique
B.2.2)	La puissance mécanique a été trouvée dans la question B.1.4) : $P_{méca} = 0{,}27$ W Le document B2, nous donne les valeurs de tension et le courant délivrés : U = 2,6 V et I = 0,070 A. Le rendement est $\eta = \frac{P_{élec}}{P_{méca}} = \frac{U \times I}{P_{méca}} = \frac{2{,}6V \times 0{,}070A}{0{,}27\ W} = 6{,}7.10^{-1} = 67\%$
B.3.1)	D'après le document B3 : La led a un flux lumineux proche de celui de la bougie (11 lm) avec la meilleure efficacité lumineuse (63 lm/W). Elle est donc la meilleure solution de remplacement de la bougie.
B.4.1)	On sait que $v = R \times \omega$ avec $v = 2{,}2.10^{-3}$ m.s^{-1} (question B.1.3) Donc $\omega = \frac{v}{R} = \frac{2{,}2.10^{-3} m.s^{-1}}{3{,}5.10^{-2} m} = 6{,}3.10^{-2} rad.s^{-1}$ Soit $\omega = \frac{v}{R} = \frac{6{,}3.10^{-2} rad.s^{-1} \times 60 s \cdot min^{-1}}{2\pi\ rad} = 0{,}60\ tr \cdot min^{-1}$
B.4.2)	Les engrenages servent à augmenter la vitesse de rotation pour arriver à la valeur de 2190 tour/min nécessaire au générateur décrit dans le document B2.

Partie C : Cuiseur économe (5 points)

C.1.1)	DR3 : motif de la cellulose  Formule brute du motif : $C_6H_{10}O_5$
C.1.2)	Équation de combustion : $C_6H_{10}O_5 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 5\ H_2O$

C.1.3)	Calcul de la masse molaire de $C_6H_{10}O_5$: $M(C_6H_{10}O_5) = 6\times M(C) + 10\times M(H) + 5\times M(O)$ $M(C_6H_{10}O_5) = 6\times 12 + 10\times 1 + 5\times 16 = 162\ g\cdot mol^{-1}$. Calcul de la masse molaire de H_2O : $M(H_2O) = 2\times M(H) + 1\times M(O) = 2\times 1 + 1\times 16 = 18\ g\cdot mol^{-1}$. Dans $1t = 1\cdot 10^6$ g de $C_6H_{10}O_5$, il y a une quantité $n = \frac{m(C_6H_{10}O_5)}{M(C_6H_{10}O_5)} = \frac{1\cdot 10^6\ g}{162\ g\cdot mol^{-1}} = 6{,}17\cdot 10^3\ mol$ D'après l'équation de combustion, 1 mole de $C_6H_{10}O_5$ produit 5 moles d'eau. Donc, la combustion de $6{,}17\cdot 10^3$ mol de $C_6H_{10}O_5$ produit : $5 \times 6{,}17\cdot 10^3 = 3{,}09\cdot 10^4$ moles d'eau. Soit une masse $m(H_2O) = n(H_2O) \times M(H_2O) = 3{,}09\cdot 10^4\ mol \times 18\ g\cdot mol^{-1}$ $n(H_2O) = 5{,}56\cdot 10^5\ g \approx 560\ kg$
C.2.1)	$Q_{eau} = m_{eau} \times c_{eau} \times (\theta_{finale} - \theta_{initiale}) = \rho_{eau} \times V \times c_{eau} \times (\theta_{finale} - \theta_{initiale})$ $Q_{eau} = 1000\ kg\cdot m^{-3} \times 10\cdot 10^{-3}\ m^3 \times 4180\ J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1} \times (100 - 20)\ K$ $Q_{eau} \approx 3{,}3\cdot 10^6\ J$
C.2.2)	Le pouvoir calorifique du bois est $q = 1{,}8\cdot 10^7\ J\cdot kg^{-1}$. Donc, sans perte, il faut une masse $m_{bth} = \frac{Q_{eau}}{q} = \frac{3{,}3\cdot 10^6\ J}{1{,}8\cdot 10^7\ J\cdot kg^{-1}} = 0{,}19\ kg$
C.2.3)	D'après le document C1, dans un foyer ouvert le rendement est de 10%. Il faut donc $m_{fo} = \frac{0{,}19\ kg}{0{,}10} = 1{,}9$ kg de bois. D'après le document C2, dans un poêle rocket, le rendement est voisin de 50 %. Il faut donc $m_{pr} = \frac{0{,}19\ kg}{0{,}50} = 0{,}38$ kg de bois.
C.2.4)	Le meilleur rendement d'un poêle rocket est du à : - Une meilleure optimisation des échanges thermiques - L'optimisation de l'arrivée d'air permettant une combustion plus complète.