



CONCOURS D'ENTREE ECINE

JUILLET 2014

PHYSIQUE

DUREE DE L'EPREUVE : 2h00

Le sujet comporte 5 pages

Calculatrice autorisée

*Avertissement : toute question relative au sujet est interdite pendant l'épreuve
Si le candidat repère ce qu'il pense être une erreur de sujet,
il consigne sur sa copie les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre
et continue son travail*

I – MECANIQUE

Dans cet exercice la terre est assimilée à une sphère homogène de rayon $R_t = 6400 \text{ Km}$, de masse $M_t = 6,00 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$.

On donne $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$ (constante d'attraction universelle)

Le référentiel géocentrique est supposé galiléen; le référentiel terrestre est en rotation autour de l'axe des pôles avec une période $T = 1 \text{ jour sidéral} = 23\text{h}56\text{mn}$.

Les satellites géostationnaires sont très utilisés pour faciliter les communications; on étudie dans cet exercice certains de leurs atouts.

I-1) Quelle différence y-a-t-il entre jour sidéral et jour solaire ?

I-2) Enoncer les trois lois de Kepler.

I-3) Calculer en km/s la vitesse géocentrique d'un satellite en orbite basse, c'est à dire à une altitude négligeable devant le rayon de la terre en fonction de G, M_t, R_t .

I-4) Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ? Dans quel plan doit-il orbiter ? Dans quel sens ? Donner l'expression de son altitude en fonction de G, M_t, R_t . Application numérique.

I-5) Quel est l'intérêt d'un tel satellite ? Calculer sa vitesse géocentrique en km/s; et sa vitesse terrestre ?

I-6) Combien de satellites géostationnaires faut-il au minimum pour relier 2 points quelconques situés sur l'équateur ? On s'aidera d'un schéma.

I-7) Peut-on communiquer de l'équateur au pôle sud en utilisant les satellites géostationnaires ? Pourquoi ? On s'aidera d'un schéma.

I-8) Comment les scientifiques stationnés au pôle sud peuvent-ils communiquer par téléphone satellitaire ?

I-9) En l'absence de visibilité de la surface terrestre (couverture nuageuse, nuit) les cosmonautes à bord d'une station géostationnaire veulent vérifier leur altitude à l'aide d'un pendule

simple de longueur l ; calculer la période T des oscillations du pendule et en déduire l'altitude h de la station.

II-CHIMIE

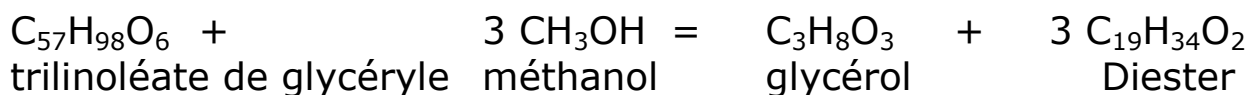
Données :

	Méthanol	Trilinoléate de glycérile (huile de colza)	Diester
Formule brute	CH_4O	$\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6$	$\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2$
Formule semi-développée	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \\ \\ \text{HC} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \\ \\ \text{O} \end{array}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{31} - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O}$
Masse volumique à 25°C en g.cm^{-3}	0,79	0,82	0,89
Masse molaire en g.mol^{-1}	32	878	294

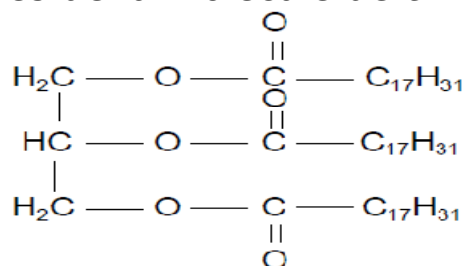
1- Le diester, un biocarburant marocain

On admettra que l'huile de colza est constituée uniquement de trilinoléate de glycérile, ce dernier étant le triester du glycéril et de l'acide linoléique.

La transformation industrielle du trilinoléate de glycérile en diester est réalisée en le faisant réagir, à chaud et en présence d'ions hydroxyde (qui catalysent la réaction) avec du méthanol. On peut modéliser cette transformation totale par l'équation de réaction :



1-1 Reproduire et identifier sur la copie en les entourant les fonctions caractéristiques de la molécule de trilinoléate de glycérile



1-2 On veut synthétiser le diester à partir d'un litre d'huile de colza en respectant les proportions stœchiométriques indiquées par l'équation.

1-2-1 Déterminer la quantité de matière de trilinoléate de glycéryle contenue dans un litre d'huile de colza.

1-2-2 Compléter sur votre copie le tableau descriptif suivant de l'avancement de la transformation.

Équation		$C_{57}H_{98}O_6 + 3 CH_3OH = C_3H_8O_3 + 3 C_{19}H_{34}O_2$		
	Avancement	Quantités de matière en moles		
État initial	$x = 0$			
État intermédiaire (mol)	x			
État final (mol)	x_{max}			

1-2-3 En déduire :

- La quantité de matière puis le volume de méthanol à utiliser.
- La masse de diester obtenue.

2- Étude d'un gazole

Pour déterminer la teneur en biocarburant du gazole, on réalise dans un premier temps la saponification du diester.

On prélève une masse $m = 1,00$ g de gazole que l'on introduit dans un ballon. On ajoute alors un volume $v = 20,0$ mL d'éthanol et un volume $v_b = 25,0$ mL de solution d'hydroxyde de potassium ($K^+ + HO^-$) de concentration molaire $c_b = 1,00 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹. Dans ces proportions, l'hydroxyde de potassium est en excès. On adapte sur le ballon un réfrigérant et on porte le mélange à ébullition douce sous agitation et sous hotte pendant une heure.

Remarque 1 : L'éthanol sert à homogénéiser le mélange, favorisant ainsi les contacts entre les réactifs.

Remarque 2 : On admettra que les transformations se produisant en présence d'éthanol gardent les mêmes propriétés qu'en solution aqueuse.

2-1 Donner l'équation de la réaction de saponification se produisant entre le diester et les ions hydroxyde.

2-2 Quelles sont les caractéristiques de cette transformation ?

2-3 Calculer la quantité initiale, notée $n(\text{HO}^-)_i$, en ions hydroxyde introduite.

Dans un deuxième temps, on dose les ions hydroxyde présents dans le ballon à la fin du chauffage par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration en soluté apporté $c_a = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. L'indicateur coloré utilisé est de la phénolphthaléine et on observe son changement de couleur pour un volume d'acide versé :
 $V_{aE} = 14,8 \text{ mL}$.

2-4 Donner l'équation de la réaction support du titrage.

2-5 Définir l'équivalence d'un titrage.

2-6 Déterminer la quantité de matière, notée $n(\text{HO}^-)_r$, d'ions hydroxyde restants dans le ballon à la fin du chauffage et dosée par l'acide chlorhydrique. (On pourra ou non s'aider d'un tableau d'avancement).

2-7 La quantité notée $n(\text{HO}^-)_c$, en ions hydroxyde consommés par la réaction de saponification est donnée par la relation :

$$n(\text{HO}^-)_c = n(\text{HO}^-)_i - n(\text{HO}^-)_r.$$

Calculer $n(\text{HO}^-)_c$.

2-8 En raisonnant à partir de l'équation proposée à la question 2-2-1, déterminer alors la quantité de matière de diester présente dans le prélèvement de gazole.

2-9 En déduire :

- La masse de diester contenue dans le prélèvement.
- La teneur (ou pourcentage massique) en diester de ce gazole.

3- Citer les avantages et les inconvénients de ce biocarburant.