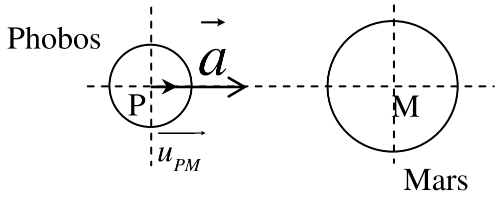
**2006/09 Antilles Guyane Exercice n°1 Mission sur Mars (7 points) Correction http://labolycee.org ©**

**1. MISE EN ORBITE (2,5 points)**

**1.1.** ***0,25*** Un mouvement est circulaire uniforme si la trajectoire est un cercle et si la valeur de la vitesse est constante.

**1.2.** ***0,375*** Point d'application : Centre de Phobos
Direction : droite reliant les centres de Mars et de Phobos
Sens : de Phobos vers Mars




**1.3.** ***0,125*** Norme du vecteur accélération : $a = \frac{v^2}{r}$

**1.4.** ***0,25*** Système : Phobos Référentiel : Mars considéré comme un référentiel galiléen

Phobos subit la force d'attraction gravitationnelle exercée par Mars $\overrightarrow{F_{M/P}} = G.\frac{m_P.m_M}{r^2}\overrightarrow{u_{PM}}$,

avec $\overrightarrow{u_{PM}} = \frac{\overrightarrow{PM}}{\left\|\overrightarrow{PM}\right\|}$ où P est le centre de Phobos et M le centre de Mars.

D'après la deuxième loi de Newton : $\overrightarrow{F_{M/P}} = m_P.\vec{a}$

$$G.\frac{m_P.m_M}{r^2}\overrightarrow{u_{PM}} = m_P.a.\overrightarrow{u_{PM}}$$

$$G.\frac{m_M}{r^2} = a$$

**1.5.** ***0,25*** On combine les expressions obtenues en 1.3. et en 1.4. : $G.\frac{m_M}{r^2} = \frac{v^2}{r}$

$$G.\frac{m_M}{r} = v^2$$

on retrouve $v = \sqrt{\frac{Gm_M}{r}}$.

**1.6.** ***0,25*** Le satellite Phobos parcourt la distance d = 2π.r pendant une durée $\Delta t = T_P$, donc $v = \frac{2\pi.r}{T_P}$

**1.7.** ***0,25*** On combine les expressions obtenues en 1.5. et en 1.6. $v = \frac{2\pi.r}{T_P} = \sqrt{\frac{Gm_M}{r}}$

$$v^2 = \frac{4\pi^2.r^2}{T_P^2} = G.\frac{m_M}{r}$$

$$\frac{4\pi^2}{G.m_M} = \frac{T_P^2}{r^3}$$

$$\frac{T_P^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{6,67.10^{-11}\times 6,42.10^{23}} = 9,22.10^{-13}\ s^2.m^{-3}$$

**1.8.** ***0,25*** $\frac{4\pi^2}{G.m_M} = \frac{T_P^2}{r^3}$ donc $\frac{4\pi^2.r^3}{G.m_M} = T_P^2$ finalement $T_P = \sqrt{\frac{4\pi^2.r^3}{G.m_M}}$

$$T_P = \sqrt{\frac{4\pi^2.(9,38.10^3\times 10^3)^3}{6,67.10^{-11}\times 6,42.10^{23}}} = 2,76.10^4\ s\ (= 7,66\ h)$$

**1.9.** ***0,375*** *L'énoncé évoquait une base relais sur Phobos, mais dans cette question il est question d'une base relais sur Mars…*

Le satellite doit rester constamment au dessus du même point de Mars pour cela :

- le centre de Mars doit appartenir au plan de la trajectoire,
- le plan de la trajectoire doit être perpendiculaire à l'axe de rotation de Mars

Le satellite doit être placé **dans le plan de l'équateur de Mars.**

**1.10.** ***0,125*** La période $T_S$ est la même que celle de Mars donc $T_S = T_M$.

**2. <u>Problème énergétique (2 points)</u>**

2.1. Intérêt de la réaction de fusion

**2.1.1.***(0,25)* Des noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent.

**2.1.2.***(0,25)* La courbe d'Aston montre que pour le noyau ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ , $-\dfrac{E_\ell}{A}$ est plus faible que pour les noyaux ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$ et ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ . L'énergie de liaison par nucléon $\dfrac{E_\ell}{A}$ est donc plus grande pour le produit ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ que pour les réactifs ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$ et ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$ . Le produit formé est plus stable que les réactifs. Cette réaction s'accompagne d'un dégagement d'énergie.

**2.2.** Étude quantitative de la réaction de fusion : ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$

**2.2.1.** ***(0,5) énoncé mal formulé : il ne s'agit pas du défaut de masse mais de la variation de masse de la réaction. Le défaut de masse est toujours > 0. La variation de masse est toujours négative.***

Notons Δm la variation de masse de la réaction

$\Delta m = m_{produits} - m_{réactifs}$

$\Delta m = m({}^{4}_{2}\mathrm{He}) + m(n) - m({}^{2}_{1}\mathrm{H}) - m({}^{3}_{1}\mathrm{H})$

$\Delta m = 4{,}00150 + 1{,}00869 - 2{,}01355 - 3{,}01550$

**$\Delta m = -0{,}01886$ u**

**2.2.2.***(0,25)* équivalence masse énergie : $E = m.c^2$

**2.2.3.***(0,25)* $E = \Delta m.c^2$

$E = -0{,}01886 \times 1{,}66050\times10^{-27} \times (2{,}99792\times10^{8})^2$

**$E = -2{,}81\times10^{-12}$ J**

**2.2.4.***(0,25)* $N = \dfrac{m_{échantillon}}{m({}^{2}_{1}H)}$ *masses exprimées en kg*

$N = \dfrac{0{,}100}{3{,}3435\times10^{-27}}$

**$N = 2{,}99\times10^{25}$ noyaux de deutérium dans 100 g**

**2.2.5.***(0,25)* La réaction de fusion aura lieu N fois, libérant une énergie $E_t$.

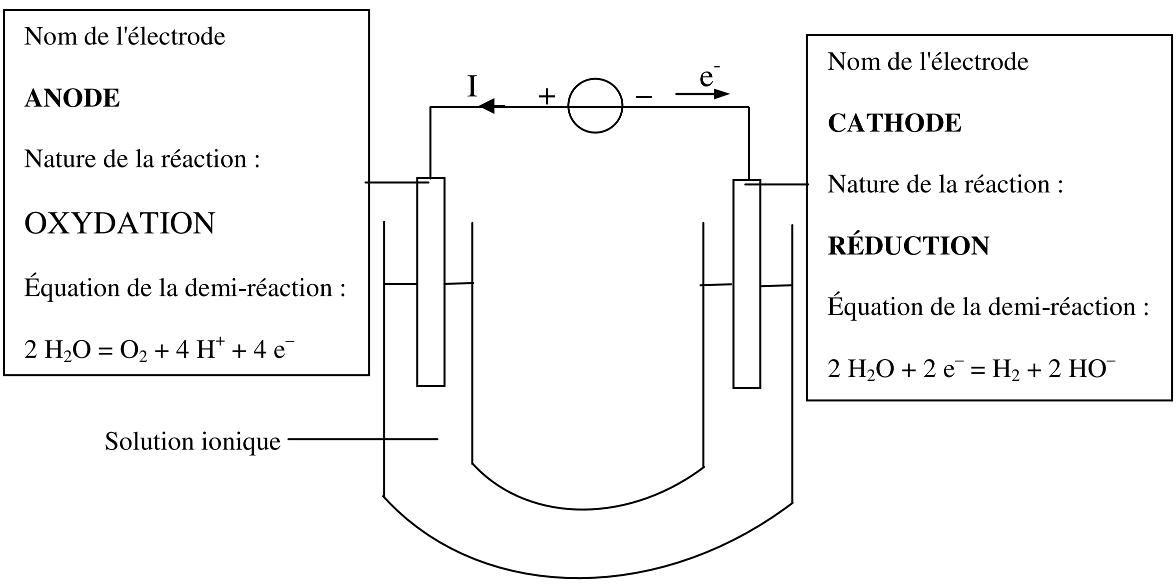
$E_t = N.E$

$E_t = -\ 8{,}42\times10^{13}$ J (calcul avec valeurs de N et de E non arrondies)

$E_t = -\ 8{,}40\times10^{13}$ J (calcul moins rigoureux puisqu'effectué avec des valeurs arrondies).

**3. <u>PROBLÈME DE L'AIR (2,5 points)</u>**

**3.1.1.** ***0,5***




**3.1.2.** ***0,25*** cette électrolyse est une réaction **forcée**.

**3.2.1.** ***0,25*** $n_{O_2} = \frac{V}{V_m} \times 60$

$n_{O_2} = \frac{0,30 \times 60}{25}$ = 0,72 mol de dioxygène envoyé vers les poumons pendant une heure.

**3.2.2** ***0,75***

| Oxydation anodique | | $2\,H_2O$ = | $O_2$ + | $4\,H^+$ + | $4\,e^-$ | quantité d'$e^-$ produite (mol) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| État du système | Avancement (mol) | Quantités de matières (mol) | | | | |
| État initial | $x = 0$ | $n_{H_2O\ initiale}$ | 0 | 0 | | 0 |
| En cours de transformation | $x$ | $n_{H_2O\ initiale} - 2x$ | $x$ | $4x$ | | $4x$ |
| État final | $x_f$ | $n_{H_2O\ initiale} - 2x_f$ | $x_f = n_{O_2}$ | $4x_f$ | | $4x_f$ |

D'après le tableau d'avancement $x_f = n_{O_2} = \frac{n_{e^-}}{4}$

$n_{e-} = 4\,n_{O_2}$

$n_{e-} = 4 \times 0,72 =$ **2,88 mol**

**3.2.3.** ***0,25*** $Q = n_{e-} . F$
$Q = 2,88 \times 96500$
**$Q = 2,78.10^5$ C**

**3.2.4.** ***0,25*** $Q = I.\Delta t$
$I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{n_{e^-}.F}{\Delta t}$
$I = \frac{2,88 \times 96500}{3600}$ = **77,2 A**

**3.2.5.** ***0,25*** $E_{el} = UI\Delta t$
$E_{el} = U.Q$
$E_{el} = U.\ n_{e-} . F$
$E_{el} = 5,00 \times 2,88 \times 96500$
**$E_{el} = 1,39 \times 10^6$ J**