

## Exercice III – Le génie des physiciens et des chimistes au service de la mesure du temps (5 points)

### 1. La mesure du temps par Galilée

#### 1.1. (1 pt)

- À l'aide d'une analyse dimensionnelle, retrouvons la bonne expression de la période propre parmi celles proposées dans le document 2.

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$\dim(T_0) = \dim(2\pi) \cdot \dim\left(\sqrt{\frac{\ell}{g}}\right)$$

$$\dim(T_0) = \dim(2\pi) \cdot \dim(\ell^{1/2} \cdot g^{-1/2})$$

$$\dim(T_0) = 1 \cdot L^{1/2} \cdot \dim(g^{-1/2})$$

$g$  est l'accélération de la pesanteur, exprimée en  $m \cdot s^{-2}$ ;  $g$  est homogène à une accélération.

$$\dim(T_0) = L^{1/2} \cdot (L \cdot T^{-2})^{-1/2} = L^{1/2} \cdot L^{-1/2} \cdot T^1 = L^0 \cdot T$$

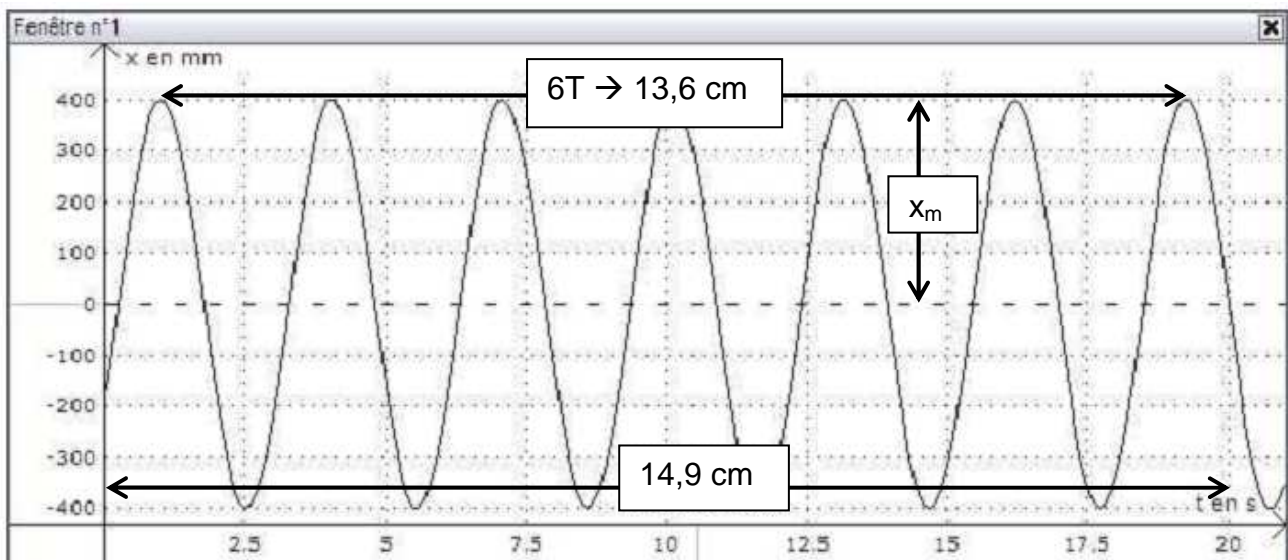
$$\dim(T_0) = T$$

L'expression  $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$  est homogène à une durée.

- Calcul de la période du pendule de Galilée :  $m = 50 \text{ g}$ ,  $\ell = 4 \text{ coudées} = 4 \times 0,573 = 2,292 \text{ m}$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2,292}{9,81}} = 3,04 \text{ s}$$

- Détermination expérimentale de la période du pendule :



Pour plus de précision, on mesure plusieurs périodes  $T$ .

$$14,9 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ s}$$

$$13,6 \text{ cm} \rightarrow 6T$$

$$\text{Donc } T = \frac{20 \times 13,6}{6 \times 14,9} = 3,04 \text{ s}$$

- Conclusion : Le pendule réalisé aurait pu être celui de Galilée puisqu'il possède exactement la même période que celui-ci.

1.2.1. (0,25 pt) On détermine sur le document 3, l'amplitude  $x_m = 400 \text{ mm}$ .

(0,25 pt)  $\sin \alpha_m = \frac{x_m}{\ell}$

$\alpha_m = \arcsin\left(\frac{x_m}{\ell}\right)$

(0,25 pt)  $\alpha_m = \arcsin\left(\frac{400 \times 10^{-3}}{4 \times 0,573}\right) = 10,1^\circ$

1.2.2.  $E_{Cmax} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{max}^2$

(0,25 pt)  $v_{max} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{Cmax}}{m}}$

La fenêtre n°2 du document 3, montre que l'énergie cinétique maximale vaut  $E_{Cmax} = 17,2 \text{ mJ}$

(Raisonnement :  $5,0 \text{ cm} \rightarrow 17,5 \text{ mJ}$   
 $4,9 \text{ cm} \rightarrow E_{Cmax} \text{ mJ}$ )

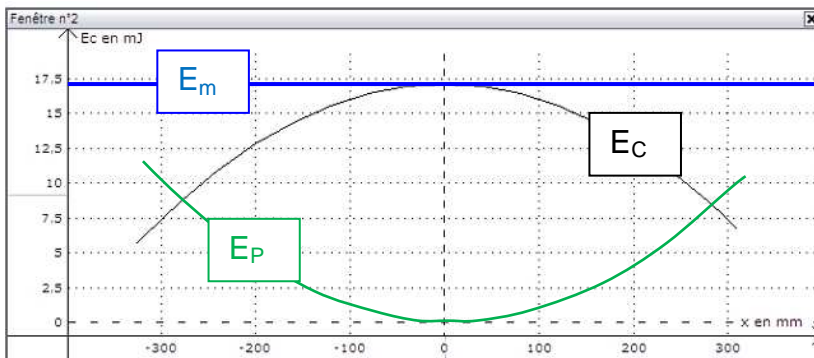
(0,25 pt)  $v_{max} = \sqrt{\frac{2 \times 17,2 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}}} = 0,83 \text{ m.s}^{-1}$

1.2.3. (0,5 pt)

$E_m = E_C + E_P$

En l'absence de frottements, l'énergie mécanique se conserve.

$E_m = \text{Cte} = E_{Cmax}$



## 2. La molécule d'ammoniac.

2.1.  $f = 24 \times 10^9 \text{ Hz} = 24 \text{ GHz}$

(0,25 pt)  $T = \frac{1}{f}$

(0,25 pt)  $T = \frac{1}{24 \times 10^9} = 4,2 \times 10^{-11} \text{ s}$  La molécule se retourne toutes les 42 picosecondes.

2.2. Atome d'azote N ( $Z = 7$ ) Formule électronique  $(K)^2(L)^5$ .

Schéma de Lewis de l'atome  $\cdot \ddot{N} \cdot$

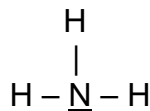
N possède un doublet non-liant et trois électrons célibataires

Atome d'hydrogène H ( $Z = 1$ ) Formule électronique  $(K)^1$

Schéma de Lewis de l'atome  $H \cdot$  H possède un seul électron célibataire

(0,25 pt)

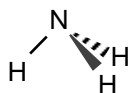
Formule de Lewis de la molécule d'ammoniac



Représentation de Cram

(vue en 1S)

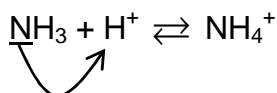
(0,25 pt)



on la retrouve par analogie avec le parapluie



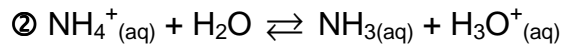
2.3. (0,5 pt) Mécanisme de formation de l'ion ammonium : L'atome d'azote est un site donneur de doublet d'électrons. Le proton  $H^+$  avec sa charge positive est un site accepteur de doublet d'électrons.



**2.4. (0,25 pt) ①**  $pK_A = -\log K_A$

$$pK_A = -\log(5,6 \times 10^{-10}) = 9,3$$

La proposition  $pK_A = 10,2$  est donc fausse.



Au regard de l'équation donnée en 2.3., on déduit le couple acide-base  $NH_4^+ / NH_3$ .

L'acide  $NH_4^+$  cède un proton  $H^+$  à la base  $H_2O$  qui appartient au couple  $H_3O^+/H_2O$ .

Cette proposition est juste.

**(0,25 pt) ③** Plus le  $pK_A$  est petit et plus l'acide est fort (plus il se dissocie dans l'eau facilement).

Avec un  $pK_A$  élevé de 9,3, l'acide  $NH_4^+$  se dissocie peu dans l'eau.

Autre justification : Si la proposition 2 est juste, alors la double flèche de l'équation permet d'affirmer que la réaction de dissociation de  $NH_4^+$  est limitée, elle n'est pas totale.

La proposition est fausse.

**(0,25 pt) ④** Le couple  $NH_4^+ / NH_3$  possède un  $pK_A = 9,3$ .

Si  $pH < pK_A$  alors l'acide conjugué  $NH_4^+$  prédomine.

La proposition est donc fausse.