

Devoir surveillé n°3

Toutes les réponses doivent être justifiées et rédigées !!

Exercice 1 :

Le trébuchet était une arme du Moyen Age qui projetait des boulets de 50 à 100 kg à 200 m environ. Le contrepooids était lesté avec des « fers »(800 kg environ).

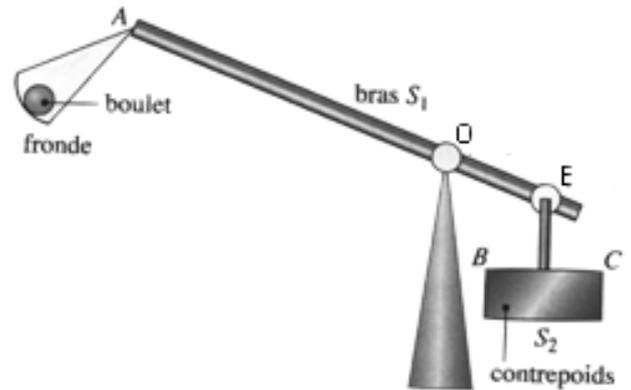
Sur le schéma ci-contre on a représenté :

- le bras S_1 mobile autour d'un axe horizontal passant par O
- le contrepooids S_2 articulé autour de l'axe horizontal passant par E

Au cours du mouvement le segment BC reste horizontal.

Données : distance AO : $d = 8,0$ m ; distance OE : $d' = 2,0$ m

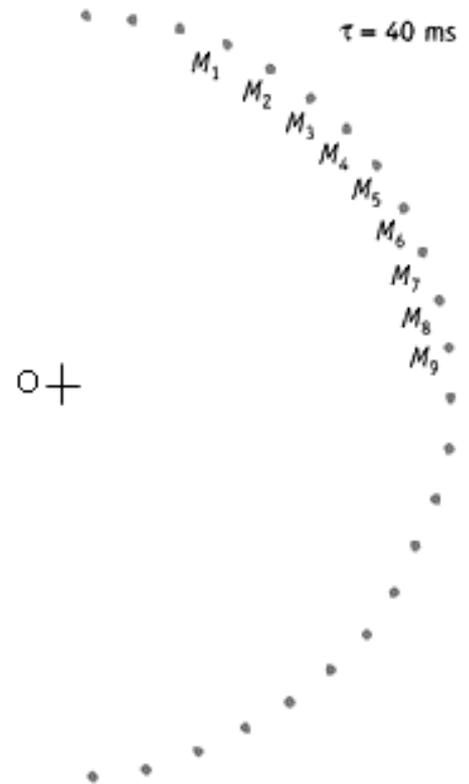
- 1) Par rapport au référentiel terrestre, décrire les mouvements des solides S_1 et S_2 .
- 2) On précisera les types de trajectoires décrits par les points A, B et E.
- 3) Au point le plus bas, la vitesse du point E atteint $7,0 \text{ m.s}^{-1}$. A cet instant :
 - a) Calculer la valeur de la vitesse angulaire ω du bras S_1 .
 - b) Calculer les valeurs des vitesses des points A et B



Exercice 2 :

En utilisant un fil inextensible on fait tourner un mobile autour d'un point fixe O. L'enregistrement de son centre d'inertie M est effectué pour $\tau = 40$ ms. Il est représenté ci-contre à l'échelle $\frac{1}{3}$.

- 1) Déterminer les vitesses instantanées pour les points M_2 , M_5 et M_9 . En déduire la nature du mouvement.
- 2) Représenter les vecteurs-vitesse en M_5 et M_9 en adoptant une échelle adaptée.
- 3) Déduire d'une mesure d'angle la vitesse angulaire du mobile.
- 4) Calculer le rayon R de la trajectoire. Le vérifier graphiquement.



Exercice 3 :

Données * Conductivité molaire ionique à 25 °C en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$:

$$\lambda(\text{Na}^+) : 50,1.10^{-4}; \quad \lambda(\text{Cl}^-) : 76,3.1$$

* La masse molaire du chlorure de sodium est :

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}.$$

* Le fabricant du sérum indique une concentration massique :

$$t_{\text{étiquette}} = 9,0 \text{ g.L}^{-1} \quad (\text{à } \pm 5\% \text{ près})$$

Dans un bécher contenant une cellule conductimétrique, on verse successivement différentes solutions de chlorure de sodium, de concentration molaire apportée C variant de $1,00 \text{ mmol.L}^{-1}$ à $10,0 \text{ mmol.L}^{-1}$.

Toutes ces solutions sont à la même température $\theta = 25$ °C.

On applique entre les électrodes de la cellule une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 1,50$ V.

On mesure pour chaque solution l'intensité efficace I du courant électrique qui traverse la cellule.

- 1) Pour la solution de concentration $C_4 = 4,00 \text{ mmol.L}^{-1}$, on mesure $I = 5,25$ mA. Exprimer et calculer la conductance de cette solution.
- 2) On souhaite déterminer la constante $k = S/l$ de la cellule conductimétrique utilisée :
 - a- Exprimer et calculer la conductivité de cette solution.
 - b- En déduire la constante de cette cellule.
- 3) A l'aide des mesures réalisées, on réalise le graphe $G = f(C)$ (ci-dessous).
 - a- Placer le point correspondant à la solution précédente et tracer la courbe d'étalonnage.

b- À quelles conditions la fonction $G = f(C)$ est-elle une droite ?

4) On utilise maintenant une solution de sérum physiologique injectable diluée 25 fois, dont on veut connaître la concentration. On mesure (toujours pour une tension efficace de 1,50 V et une température de 25 °C) une intensité de courant $I_1 = 8,25$ mA.

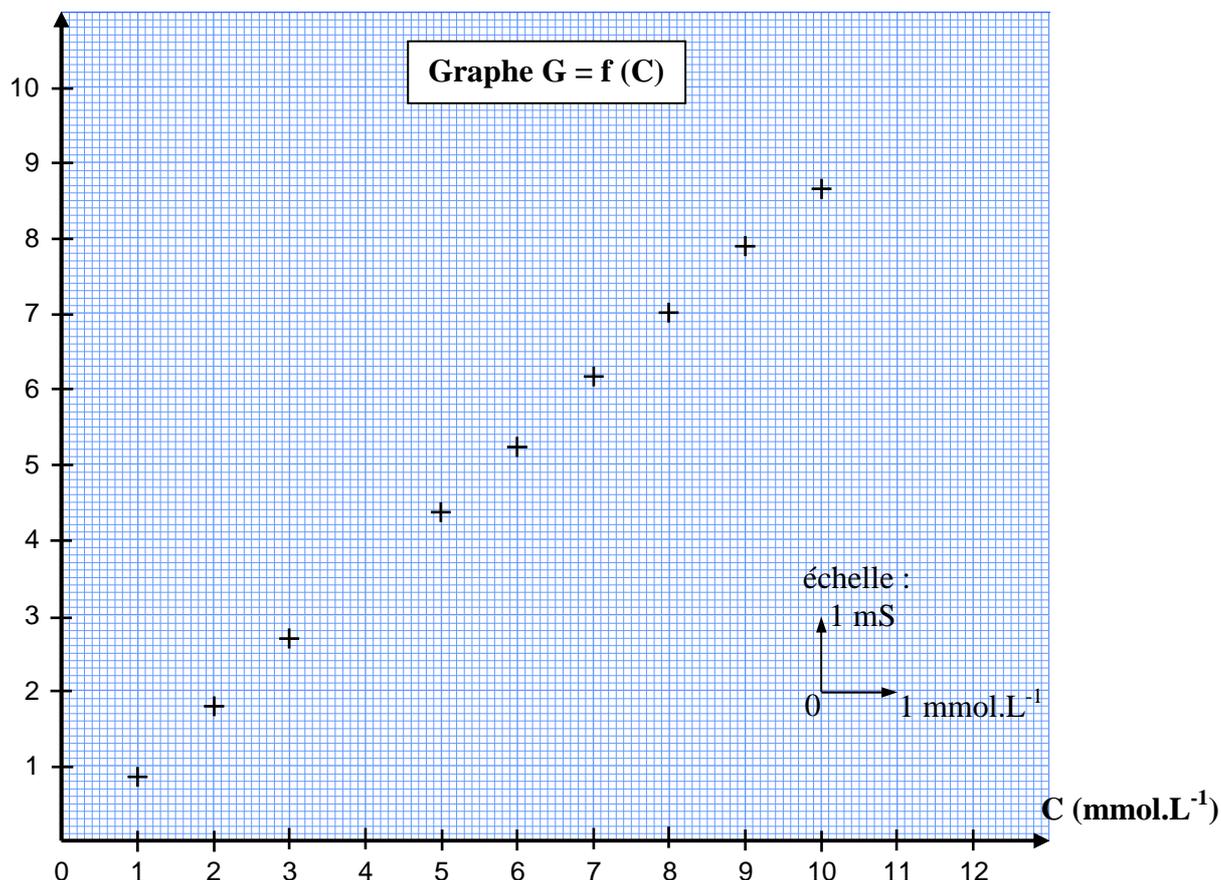
a- Quelle est la valeur de la conductance G_1 correspondant à l'intensité I_1 ?

b- Déduire graphiquement la valeur de la concentration C_1 de la solution de sérum physiologique diluée.

c- Quelle est, en réalité, la concentration C de la solution de sérum injectable ?

d- En déduire la concentration massique (ou titre massique t) du sérum injectable. L'indication de l'étiquette est-elle vérifiée ?

G (mS)



Exercice 4 :

La réaction entre une solution d'acide chlorhydrique ($H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) et de l'aluminium décapé produit un dégagement de dihydrogène et la formation d'ions aluminium Al^{3+} . On met en présence une masse $m_1 = 0,52$ g d'aluminium et un volume $V_2 = 40$ mL d'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 2,0$ mol.L⁻¹.

- 1) Ecrire l'équation de la transformation ayant lieu.
- 2) Calculer les quantités de matière initiales.
- 3) Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.
- 4) Quel est le volume de dihydrogène dégagé ?

| Equation | avancement | |
|---------------------|------------|--|
| Etat initial | | |
| Pendant la réaction | | |
| Etat final | | |

Correction du D.S. n°3

Exercice 1 :

1) Le bras S_1 a un mouvement de rotation autour de l'axe $O\Delta$

Le contrepoids S_2 a un mouvement de translation car BC reste horizontal.

Les points A et E sont sur le bras S_1 , ils décrivent donc un cercle de centre O .

Le point B est sur S_2 , il décrit aussi un cercle mais pas de centre O (translation circulaire)

2) $v_E = 7,0 \text{ m.s}^{-1}$.

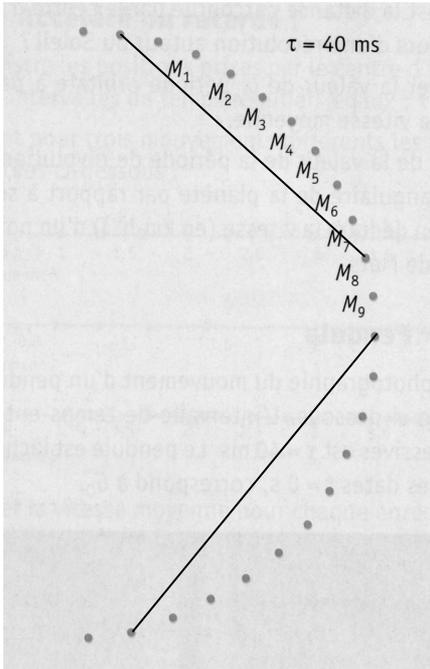
$$a) v_E = d \omega \rightarrow \omega = \frac{v_E}{d} = \frac{7,0}{2,0} = 3,5 \text{ rad.s}^{-1}.$$

$$b) v_A = d' \omega = 8,0 \times 3,5 = 28 \text{ m.s}^{-1}.$$

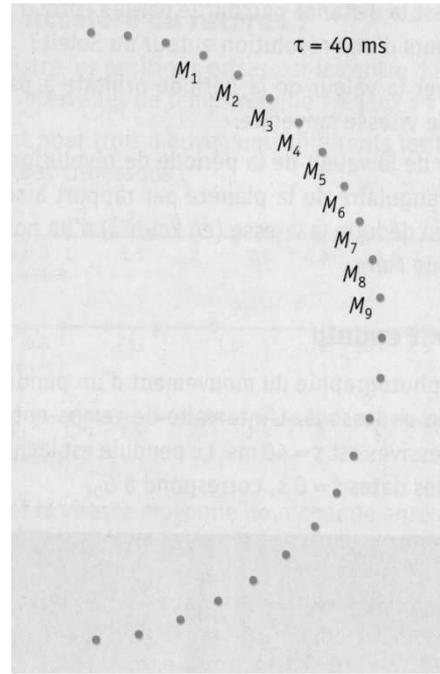
le point E appartient autant à S_1 qu'à S_2 : donc $v_B = v_E = 7,0 \text{ m.s}^{-1}$ (car S_2 en translation)

Exercice 2 :

1)



3)



$$2) v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau} = \frac{3 \times 1,3}{80 \cdot 10^{-3}} = 49 \text{ cm.s}^{-1}. v_5 = \frac{M_4 M_6}{2\tau} = \frac{3 \times 1,3}{80 \cdot 10^{-3}} = 49 \text{ cm.s}^{-1}. v_9 = \frac{M_8 M_{10}}{2\tau} = \frac{3 \times 1,3}{80 \cdot 10^{-3}} = 49 \text{ cm.s}^{-1}.$$

Les valeurs de ces vitesses étant les mêmes le mouvement est une rotation uniforme.

3) échelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ cm.s}^{-1}$.

$$4) \omega = \frac{\theta}{\Delta t} = \frac{M_1 O M_9}{8\tau} = \frac{59 \times \frac{\pi}{180}}{0,32} = 3,2 \text{ rad.s}^{-1}.$$

$$5) v = R\omega \rightarrow R = \frac{v}{\omega} = \frac{49 \cdot 10^{-2}}{3,2} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

Vérification : sur l'enregistrement $R = 5 \text{ cm}$ mais avec l'échelle $R = 5 \times 3 = 15 \text{ cm}$, ce qui correspond.

Exercice 3 :

$$1. G = \frac{1}{R} \text{ et } U = RI \rightarrow G = \frac{I}{U} = \frac{5,25 \cdot 10^{-3}}{1,50} = 3,50 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

$$2. a. \sigma = \lambda_{\text{Na}^+} [\text{Na}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} [\text{Cl}^-]$$

$$\text{or } \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \text{ donc } [\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = C_4 = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = 4,00 \text{ mol.m}^{-3}.$$

$$\sigma = C_4 (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) = 4,00 \times (50,1 \cdot 10^{-4} + 76,3 \cdot 10^{-4}) = 5,06 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}.$$

$$b. G = \frac{S}{L} \sigma \rightarrow \frac{S}{L} = \frac{G}{\sigma} = \frac{3,50 \cdot 10^{-3}}{5,06 \cdot 10^{-2}} = 6,92 \cdot 10^{-2} \text{ m}.$$

3. a. Sur graphe

b. Si les concentrations sont inférieures à $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ G et C sont proportionnels.

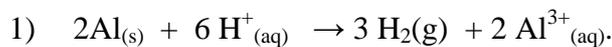
4. a. $G_1 = \frac{I}{U} = \frac{8,25}{1,50} = 5,50 \text{ mS}$.

b. sur le graphique $C_1 = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

c. la solution commerciale a été diluée 25 fois $\rightarrow C = f \times C_1 = 25 \times 6,3 \cdot 10^{-3} = 1,58 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

d. $t = C \times M(\text{NaCl}) = 1,58 \cdot 10^{-1} \times 58,5 = 9,24 \text{ g.L}^{-1}$. L'indication donne $8,55 < C < 9,45 \text{ g.L}^{-1}$ donc c'est bon.

Exercice 4 :



2) $n(\text{Al}) = \frac{m_{\text{Al}}}{M(\text{Al})} = \frac{0,52}{27,0} = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$n(\text{H}^+) = C_2 \times V_2 = 2,0 \times 40 \cdot 10^{-3} = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

3)

| Equation | Avancement | $2\text{Al}_{(s)}$ | $+ 6\text{H}^+_{(aq)}$ | $\rightarrow 3\text{H}_2(\text{g})$ | $+ 2\text{Al}^{3+}_{(aq)}$ |
|---------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Etat initial | 0 | $1,9 \cdot 10^{-2}$ | $8,0 \cdot 10^{-2}$ | 0 | 0 |
| Pdt la transformat° | x | $1,9 \cdot 10^{-2} - 2x$ | $8,0 \cdot 10^{-2} - 6x$ | 3x | 2x |
| Etat final | x_{max} | 0 | $8,0 \cdot 10^{-2} - 6x_{\text{max}}$ | $3x_{\text{max}}$ | $2x_{\text{max}}$ |

Calcul de x_{max} : $\begin{cases} 1,9 \cdot 10^{-2} - 2x = 0 \\ 8,0 \cdot 10^{-2} - 6x = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{1,9 \cdot 10^{-2}}{2} = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ x_2 = \frac{8,0 \cdot 10^{-2}}{6} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \end{cases}$ or $x_1 < x_2$ donc $x_{\text{max}} = x_1 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

et le réactif limitant est l'aluminium.

4) A l'état final, $n(\text{H}_2) = 3 x_{\text{max}} = 3 \times 9,5 \cdot 10^{-3} = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ or $n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m}$

donc $V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times V_m = 2,9 \cdot 10^{-2} \times 24 = 7,0 \cdot 10^{-1} \text{ L}$