Vendredi 28 novembre 2025 Term Spé

- DST n°3 Correction -

Exercice 1 : Eau de Quinton (12,5pts)

Q1. (0,5pt) Il faut diluer 5 fois la solution de Quinton commerciale : il faut donc prélever un volume $V_{mère} = V_{fille} / 5 = 100 / 5 = 20,0$ mL

(0,5pt) Éléments de verrerie à mentionner absolument dans le protocole : pipette jaugée de 20 mL et fiole jaugée de 100 mL

(0,5pt) Protocole :

- Mettre l'eau de Quiton (solution mère) dans un bécher de prélèvement.
- Prélever 20 mL d'eau de Quinton avec une pipette jaugée.
- Les placer dans une fiole jaugée de 100 mL.
- Remplir la fiole jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Boucher et agiter pour homogénéiser.

Q2. (0,25pt) La solution préparée est isotonique si sa concentration en quantité de matière en ions chlorure est comprise entre 100 et 110 $mmol.L^{-1}$.

(0,25pt) La solution a été préparée à partir d'eau de mer bretonne dont la concentration en masse en ions chlorure est $C_{m0} = 19,4\ g.L^{-1}$.

(0,5pt) Sa concentration en quantité de matière est donc :

$$C_0 = \frac{C_{m0}}{M(Cl)} = \frac{19,4}{35,5} = 0,546\ mol.L^{-1}.$$

(0,25pt) La solution préparée est 5 fois mois concentrée :

$C_1 = C_0 / 5 = 0,109\ mol.L^{-1} = 109\ mmol.L^{-1}$.

(0,25pt) La concentration est bien dans l'intervalle annoncé : la solution est isotonique.

Q3. (0,5pt) $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$

Q4. (0,5pt) La réaction de titrage doit être rapide, totale et unique.

Q5. (0,5pt) L'équivalence d'un titrage est le moment où les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

Q6. (0,5pt) La figure 2 montre que la concentration en espèce A diminue, puis est nulle après l'équivalence : c'est le réactif titré $Cl^-_{(aq)}$.

(0,5pt) La figure 2 montre que la concentration en espèce B est nulle jusqu'à l'équivalence : puis augmente ensuite : c'est le réactif titrant $Ag^+_{(aq)}$.

(0,5pt) La figure 2 montre que la concentration en espèce C augmente sans cesse : c'est l'ion spectateur versé $NO_3^-{}_{(aq)}$.

(0,5pt) La figure 2 montre que la concentration en espèce D ne varie pas : c'est l'ion spectateur $Na^+_{(aq)}$ initialement présent.

Q7. (0,5pt) À l'équivalence, on a : $n_0(Cl^-) = n_E(Ag^+)$

(0,25 pt) Donc : $C_1.V_1 = C_2.V_E$

(0,25pt) soit $V_E = \frac{C_1.V_1}{C_2}$

(0,25pt) Avec les notations du programme Python, on obtient V_E=(C_1*V_1)/C_2

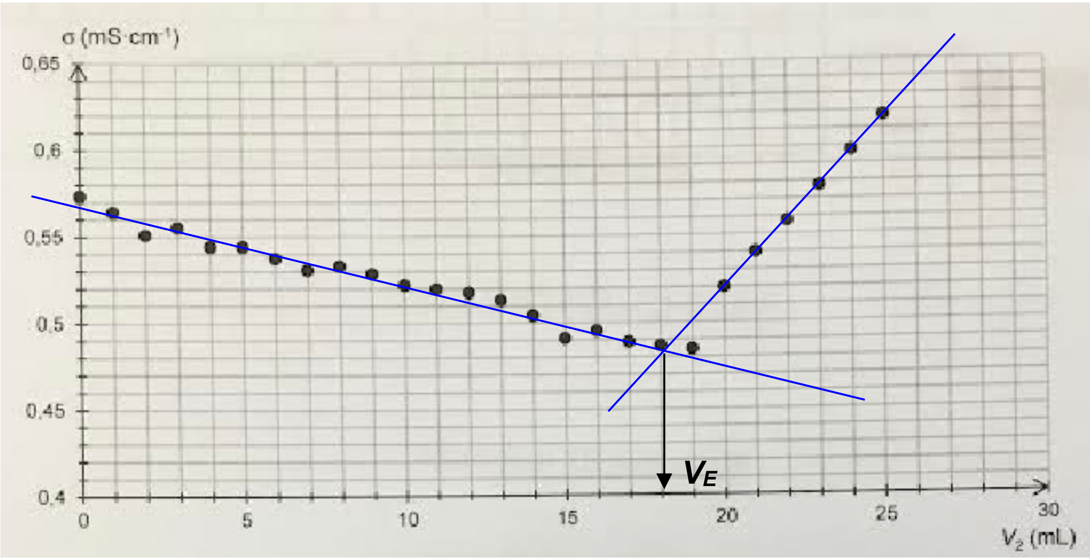
Q8. (0,5pt)

concentration	avant l'équivalence	après l'équivalence
A = Cl^-	diminue	nulle
B = Ag^+	nulle	augmente
C = NO_3^-	augmente	augmente
D = Na^+	constante	constante

(0,5pt) Avant l'équivalence, les ions NO_3^- versés remplacent au fur et à mesure les ions Cl^- consommés. Or $\lambda(NO_3^-) < \lambda(Cl^-)$ donc la conductivité diminue.

(0,5pt) Après l'équivalence, les ions Ag^+ et NO_3^- versés s'accumulent donc la conductivité augmente.

Q9. (0,5pt) On déterminer le volume équivalent en traçant les deux portions de droite sur le graphique : V_E = 18,0 mL.



(0,5pt) On a établi précédemment que $C_1.V_1 = C_2.V_E$ soit : $C_1 = \frac{C_2.V_E}{V_1}$

(0,25pt) $C_1 = \frac{3{,}00.10^{-1} \times 18{,}0}{10{,}0} = 0{,}540\ mol.L^{-1}$

(0,5pt) $C_{Quiton} = C_1.M(Cl^-) = 0{,}540 \times 35{,}5 = 19{,}2\ g.L^{-1}$

Q10. (0,5pt) L'incertitude-type sur la concentration C_{Quiton} est :

$$u(C_{Quinton}) = C_{Quinton} \times \sqrt{\left(\frac{u(V_1)}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(C_2)}{C_2}\right)^2}$$

$u(C_{Quinton}) = 19{,}2 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}02}{10{,}0}\right)^2 + \left(\frac{0{,}5}{18{,}0}\right)^2 + \left(\frac{2.10^{-3}}{3{,}00.10^{-1}}\right)^2} = 0{,}6\ g.L^{-1}$ (arrondi par excès avec 1 CS)

(0,5pt) On calcule le z-score : $\frac{|C_{Quinton} - C_{ref}|}{u(C_{Quinton})} = \frac{|19{,}2-19{,}4|}{0{,}6} = 0{,}3$

(0,5pt) Le z-score est inférieur à 2 donc la valeur trouvée expérimentalement est validée.

<u>Exercice 2 : Le canon de Paris (7,5pts)</u>

(0,5pt) Système : obus ; Référentiel terrestre supposé galiléen

1. (0,5pt) On remplace t par 0 dans les équations horaires : x_0 = 23 m et y_0 = 28 m

2a. (0,5pt par coordonnée) On dérive les équation horaires pour obtenir les coordonnées du vecteur vitesse :

$$v_x(t) = \frac{dx}{dt} = 1028\,m.s^{-1}$$

$$v_y(t) = \frac{dy}{dt} = -2 \times 4{,}9\ \times\ t + 1226 = -9{,}8t + 1226$$

2b. (0,5pt) On remplace t par 0 dans les coordonnées du vecteur vitesse : $v_x(0)$ = 1028 m.s^{-1} et $v_y(0)$ = 1226 m.s^{-1}

(0,5pt) On calcule la norme du vecteur vitesse à l'instant initial :

$$v_0 = \sqrt{v_x(0)^2 + v_y(0)^2} = \sqrt{1028^2 + 1226^2} = 1600\,m.s^{-1}$$

(0,5pt) On convertit en km/h pour comparer avec la donnée de l'énoncé : v_0 = 1600 x 3,6 = 5760 km.h^{-1} ce qui est bien proche des 5800 km.h^{-1} annoncé.

3. (0,5pt par coordonnée) On dérive les coordonnées du vecteur vitesse pour obtenir les coordonnées du vecteur accélération :

$$a_x(t) = \frac{dv_x}{dt} = 0$$

$$a_y(t) = \frac{dv_Y}{dt} = -9{,}8\,m.s^{-2}$$

4a. (0,5pt) On cherche t_f tel que $y(t_f) = 0$ $\quad -4{,}9t^2 + 1226t + 28 = 0$

(0,5pt) Équation du second degré de la forme : $at^2 + bt + c = 0$

Discriminant : $\Delta = b^2 - 4ac = 1226^2 + 4 \times 4{,}9 \times 28 = 1{,}5.10^6$

(0,5pt) Racine positive : $t_f = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-1226-\sqrt{1{,}5.10^6}}{-2\times 4{,}9} = 250\,s$

4b. (0,5 pt) On cherche d tel que d = $x(t_f) - x(0)$

(0,5pt) d = (1028x250 + 23) – 23 = 2,57.10^5 m = 257 km

4c. (0,5pt) La durée de la chute et la portée théoriques sont supérieures aux valeurs données dans le document car seul le poids a été pris en compte : les frottements de l'air diminuent le temps de vol de l'obus ainsi que la portée du tir.