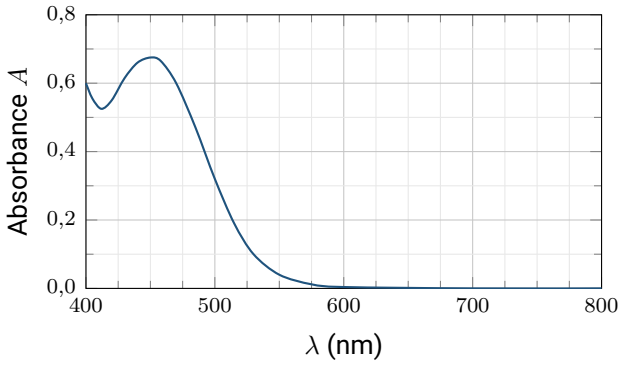
Calculatrice autorisée

Exercice 1 : Autour des ions dichromate

10,5 points

Partie 1 : Une solution de dichromate de potassium (durée conseillée : 25 minutes)

Document 1 : spectre d'absorption d'une solution orangée de dichromate de potassium de concentration en quantité de matière $C_0 = 1{,}5 \times 10^{-3}\,\text{mol·L}^{-1}$.

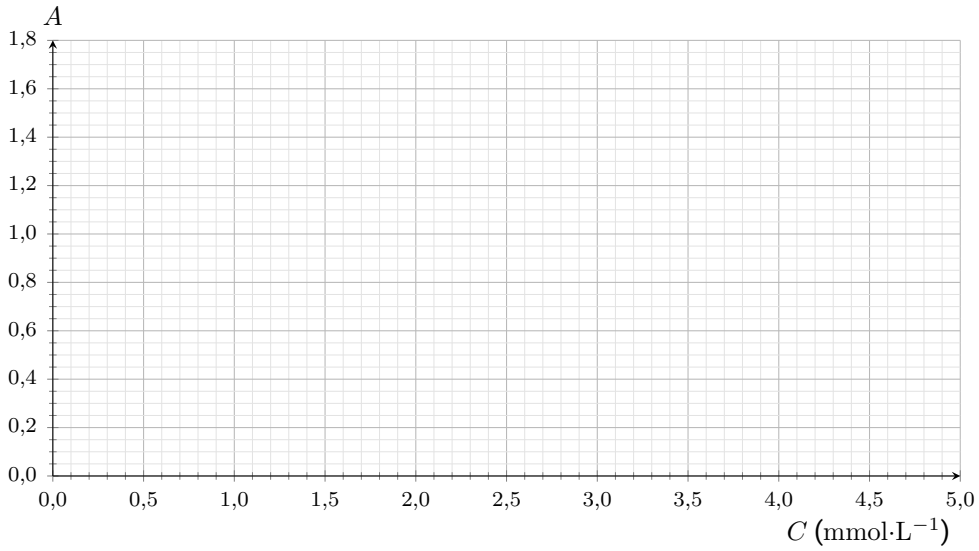


Document 2 : absorbance A de solutions de concentrations connues C en ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}$, mesurée à la longueur d'onde $\lambda = 450\,\text{nm}$.

C (mmol·L^{-1})	A
0,40	0,18
0,80	0,37
1,6	0,72
2,4	1,07
3,2	1,31
4,0	1,49

1) Justifier le choix de la longueur d'onde $\lambda = 450\,\text{nm}$ pour réaliser les mesures du document 2.

2) Tracer, sur le graphique ci-dessous (à compléter sur le sujet), la courbe représentant l'absorbance A en fonction de la concentration C.



3) Les solutions du document 2 obéissent-elles toutes à la loi de Beer-Lambert ? Justifier.

4) On dispose d'une solution orangée de dichromate de potassium, de concentration C_1 inconnue. Après une dilution au dixième, la solution obtenue présente, dans les mêmes conditions de mesure, une absorbance $A_2 = 0{,}99$. Déterminer la concentration C_1 de la solution de départ.

Partie 2 : Dosage du fer d'un produit phytosanitaire (durée conseillée : 20 minutes)

L'étiquette d'un produit phytosanitaire liquide, qui contient des ions fer(II) $Fe^{2+}_{(aq)}$, indique : « 45 g/L de fer ». Pour contrôler cette indication, on titre un échantillon de volume $V = 10{,}0\,\text{mL}$ de ce produit par une solution d'ions dichromate de concentration en quantité de matière $c = 0{,}100\,\text{mol·L}^{-1}$.

Données

- Volume d'un flacon de produit phytosanitaire : $1{,}0\,\text{L}$.
- Couples oxydant/réducteur : $Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)}/Cr^{3+}_{(aq)}$ et $Fe^{3+}_{(aq)}/Fe^{2+}_{(aq)}$.
- Masse molaire du fer : $M(\text{Fe}) = 55{,}8\,\text{g·mol}^{-1}$.
- Les ions $H^+_{(aq)}$ sont introduits en excès dans l'échantillon avant le titrage.
- On admet que, dans les conditions du titrage, toutes les espèces en solution sont incolores, à l'exception des ions dichromate, orangés.
- L'indication de l'étiquette est jugée conforme si l'écart relatif entre la valeur mesurée et la valeur annoncée est inférieur à 5 %.

1) Indiquer le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence. Justifier.

2) À l'aide des données, montrer que l'équation de la réaction support du titrage s'écrit :

$$6\,Fe^{2+}_{(aq)} + Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + 14\,H^+{}_{(aq)} \longrightarrow 6\,Fe^{3+}_{(aq)} + 2\,Cr^{3+}_{(aq)} + 7\,H_2O_{(l)}$$

3) Le volume versé à l'équivalence vaut $V_E = 13{,}2\,\text{mL}$. Déterminer la quantité de matière d'ions Fe^{2+} contenue dans l'échantillon titré.

4) La concentration en masse de fer obtenue grâce au titrage est-elle conforme à l'indication de l'étiquette ?

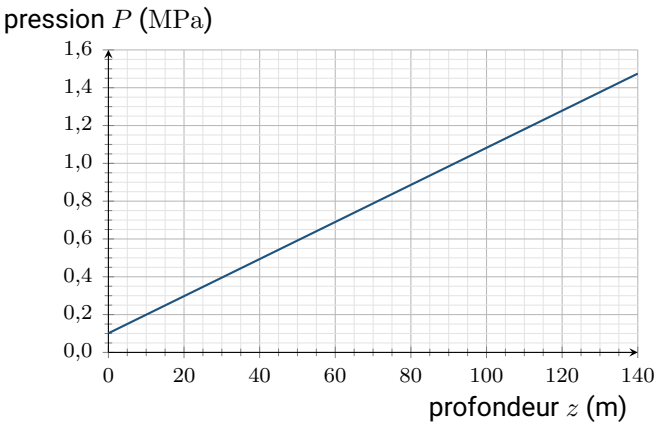
Exercice 2 : La pression en plongée

9,5 points

Données : intensité de la pesanteur $g = 9{,}81\,\text{N·kg}^{-1}$; $1\,\text{MPa} = 10^6\,\text{Pa}$.

Partie 1 : Entraînement d'un apnéiste (durée conseillée : 25 minutes)

Lors d'une séance d'entraînement, un apnéiste de haut niveau descend jusqu'à $125\,\text{m}$ de profondeur. Revenu à la surface, il se plaint de douleurs aux tympans.
On modélise un tympan par une surface plane d'aire $S = 7{,}0 \times 10^{-5}\,\text{m}^2$.
Le graphique ci-contre donne la pression de l'eau en fonction de la profondeur, sur le lieu de la séance.



1) Déterminer la valeur de la pression de l'eau lorsque l'apnéiste atteint la profondeur de $125\,\text{m}$.

2) Quelle est la valeur de la pression à la surface de l'eau ?

3) À l'aide du graphique et de la loi fondamentale de la statique des fluides incompressibles, déterminer la masse volumique de l'eau dans laquelle s'est déroulée la séance d'entraînement.

4) **a.** Calculer la valeur de la force pressante qui modélise l'action de l'eau sur la face externe d'un tympan de l'apnéiste :

- à $125\,\mathrm{m}$ de profondeur ;
- de retour à la surface.

b. Proposer une explication aux douleurs ressenties par l'apnéiste en profondeur.

Partie 2 : Plongée en mer (durée conseillée : 20 minutes)

Avant une plongée en apnée, un plongeur inspire à la surface un volume d'air de $6{,}5\,\mathrm{L}$, qui occupe ses poumons. Pendant la descente, la loi fondamentale de la statique des fluides relie la pression P de l'eau à la profondeur z atteinte.

Données

- À la surface ($z = 0$), la pression vaut $P_{\mathrm{atm}} = 1{,}013 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$.
- Pendant la descente, la pression de l'air contenu dans les poumons du plongeur est égale à celle de l'eau qui l'entoure. On considère que la température de cet air ne varie pas.
- Volume d'une sphère de rayon R : $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.
- Masse volumique de l'eau de mer : $\rho = 1{,}03 \times 10^3\,\mathrm{kg{\cdot}m^{-3}}$.

1) Au cours de la descente, le volume de l'air contenu dans les poumons du plongeur augmente-t-il ou diminue-t-il ? Justifier.

2) On cherche la profondeur à laquelle l'air des poumons du plongeur n'occupe plus que le volume d'un pamplemousse.

a. Estimer, en litre, le volume d'un pamplemousse de $12\,\mathrm{cm}$ de diamètre, assimilé à une sphère.

b. En déduire la profondeur cherchée.