

Données :

- intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$;
- tout corps immergé dans un fluide subit de la part de celui-ci une action modélisée par une force \vec{F}_A appelée poussée d'Archimède verticale, dirigée de bas en haut ;
- la force de frottement \vec{f} exercée par l'air sur le ballon de baudruche est opposée au mouvement de celui-ci ;
- dans cet exercice, on étudie le mouvement du centre de masse M du ballon de baudruche de masse $m = 6,05 \text{ g}$;
- valeur de la poussée d'Archimède subie par le ballon : $F_A = 1,2 \times 10^{-2} \text{ N}$.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen.

1. Mouvement du ballon de baudruche

- 1.1. À partir de la chronophotographie représentée ci-avant, montrer que le mouvement du point M est constitué de deux phases que l'on décrira avec les termes scientifiques appropriés.
- 1.2. Montrer que, lors de la seconde phase du mouvement, la valeur v de la vitesse du point M est égale à $0,61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

2. Forces exercées sur le ballon de baudruche

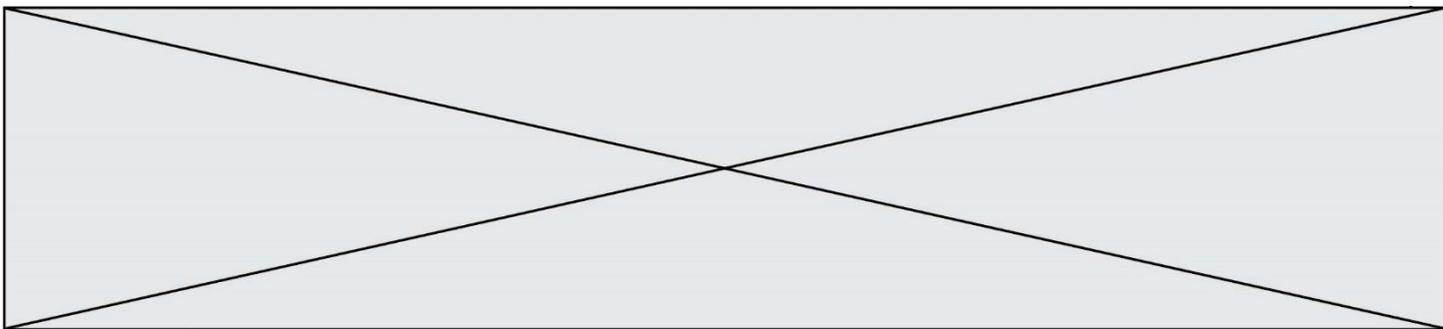
- 2.1. Représenter sans souci d'échelle les forces exercées sur le ballon de baudruche lors de son mouvement.
- 2.2. Calculer la valeur du poids du ballon de baudruche.
- 2.3. Les données du pointage peuvent être traitées à partir d'un programme en langage Python. Un extrait de ce programme est reproduit ci-après :

```

28 DVz=[ ]
29 for i in range(len(Vz)-2):
30     DVz=DVz+[(Vz[i+1]-Vz[i])]
31 produit = [ ]
32 for i in range(len(DVz)):
33     produit = produit+[0.05*DVz[i]]
34 for i in range(len(t)-3):
36     print('Au point',i+1,'m*delta v / delta t vaut', round(produit,2),' kg.m/s2')

```

- 2.3.1. Repérer la ligne permettant le calcul de l'expression $m \times \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Quel est l'intérêt de ce calcul pour déterminer la valeur de la force \vec{f} ?
- 2.3.2. Retrouver la valeur numérique « 0.05 » qui intervient à la ligne 33.
- 2.4. On s'intéresse au mouvement du point M entre les positions n°6 et n°9.
 - 2.4.1. Que peut-on dire de la somme des forces s'exerçant sur le ballon de baudruche entre ces deux positions ? Justifier.
 - 2.4.2. Montrer que la valeur de la norme f de la force de frottements exercée par l'air sur le ballon de baudruche entre les positions n°6 et n°9 est égale à $4,7 \times 10^{-2} \text{ N}$.



PARTIE B

Les comprimés de permanganate de potassium sont-ils périmés ? (10 points)

Un technicien trouve dans les réserves du laboratoire de chimie de son lycée des tubes de comprimés dont l'étiquette est reproduite ci-dessous

Composition PERMANGANATE POTASSIUM LAFRAN

Principe actif	Comprimé pour solution pour application locale
Potassium permanganate	0.25 g *
* par dose unitaire	
Principes actifs : Potassium permanganate	

<https://www.doctissimo.fr/> , guide des médicaments, permanganate potassium Lafran

Le technicien veut s'assurer qu'ils sont toujours conformes à la formulation donnée sur l'étiquette. Il réalise alors le titrage d'une solution obtenue en dissolvant un comprimé de permanganate dans de l'eau et en utilisant, comme solution titrante une solution de chlorure de fer II.

Données utiles pour tout l'exercice :

- Masses molaires atomiques
potassium K : $39,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; manganèse Mn : $54,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; oxygène O : $16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masses molaires moléculaires
chlorure de fer FeCl_2 : $127 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
permanganate de potassium KMnO_4 : $158 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Couples oxydant-réducteur : $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$; $\text{MnO}_2(\text{s})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$
- Couleurs de certaines espèces chimiques :
L'ion permanganate $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ est violet, le dioxyde de manganèse $\text{MnO}_2(\text{s})$ est marron, l'ion $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ est vert pâle, pratiquement incolore. Les ions potassium $\text{K}^+(\text{aq})$ et chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$ sont incolores.

Questions préalables

Sous forme de cristaux de couleur violette, soluble dans l'eau, le permanganate de potassium est un solide de formule KMnO_4 composé de cations $\text{K}^+(\text{aq})$ et d'anions $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$. [...] En solution diluée le permanganate de potassium est utilisé pour le traitement de l'eau, notamment pour oxyder le fer et le manganèse dans les eaux souterraines.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

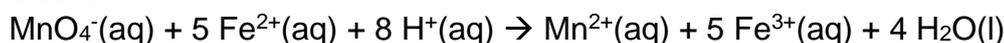
1.1

D'après : <http://www.societechimiquedefrance.fr/permanganate-de-potassium>

- Vérifier par un calcul la valeur de la masse molaire moléculaire du permanganate de potassium de $158 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Vérifier par un calcul qu'une masse $m = 0,25 \text{ g}$ de permanganate de potassium pur contient une quantité de matière $n = 1,6 \text{ mmol}$ de permanganate de potassium.

Réaction support du titrage

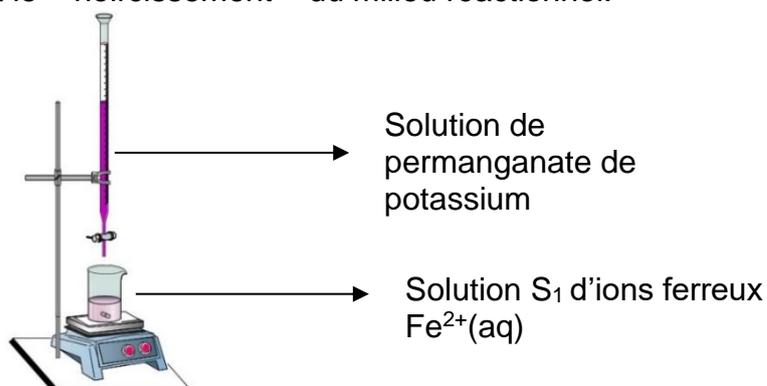
L'équation de la réaction support du titrage des ions permanganate par les ions ferreux Fe^{2+} s'écrit :



- Justifier que pour procéder au titrage, le milieu doit être acidifié.
- Écrire les couples oxydant-réducteur mis en jeu dans la réaction support du titrage.
- Écrire les demi-équations électroniques associées à chacun de ces couples.

Montage expérimental

Le technicien s'interroge sur la place des solutions dans le montage expérimental. Bien que la solution de permanganate de potassium soit l'espèce titrée, il décide, après documentation, de la placer dans la partie haute du montage (voir figure ci-dessous) et de placer la solution titrante d'ions ferreux S_1 dans la partie basse. Ce choix est fait, car cela permet d'éviter le contact prolongé entre les ions permanganate $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ et les ions manganèse $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ formés, qui engendrerait une réaction parasite et le « noircissement » du milieu réactionnel.



- Nommer les éléments de verrerie contenant respectivement la solution de permanganate de potassium et la solution d'ions ferreux.



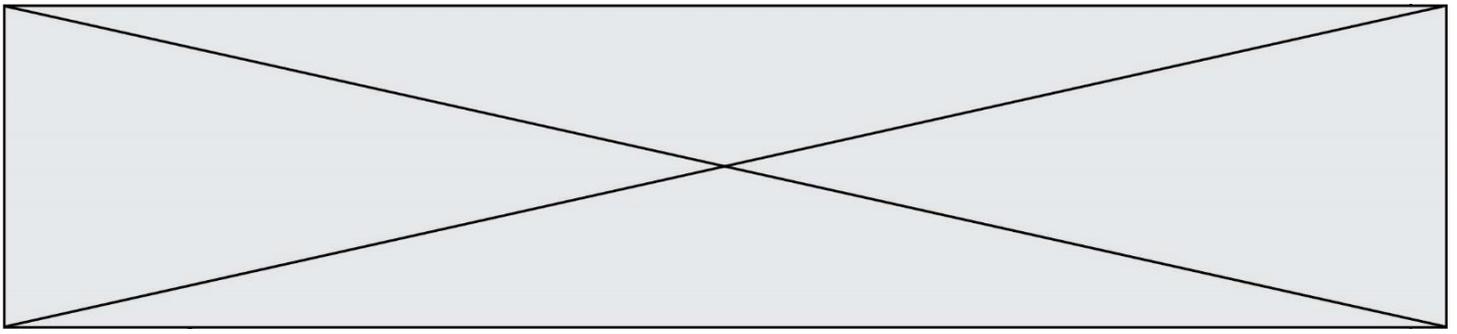
Choix de la concentration de la solution titrante d'ions ferreux

Le technicien s'interroge ensuite sur la concentration de la solution titrante S_1 d'ions ferreux placée dans le bécher. Il choisit de travailler avec un volume $V_1 = 20,0$ mL de cette solution S_1 d'ions ferreux.

Son objectif est que, dans le cas d'un comprimé de permanganate de potassium non périmé, cette concentration de la solution titrante S_1 d'ions ferreux soit telle que l'équivalence du titrage se produise pour un volume de permanganate versé situé approximativement au milieu de la burette soit 12,5 mL environ.

Il décide de rédiger un programme en langage Python lui permettant de déterminer la concentration de la solution titrante S_1 d'ions ferreux à utiliser, et de suivre l'évolution de la quantité de matière en ions Fe^{2+} dans le bécher en fonction du volume de solution de permanganate de potassium versé.

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 c0=3.2           #concentration (mmol/L) de la solution So
5 Veq=12.5        #volume (mL) de solution versée à l'équivalence
6 V1=20           #volume initial (mL) de solution titrante S1 dans le bécher
7 c1=5*c0*Veq/V1
8
9
10 V_verse_avt=np.linspace(0,veq,10)
11 n1_avt=c1*V1*0.001-5*c0*V_verse_avt*0.001 #quantité de matière en ions Fe2+ avant l'équivalence
12
13 V_verse_apres=np.linspace(veq,25,10)
14 n1_apres=0*V_verse_apres*0.001           #quantité de matière en ions Fe2+ après l'équivalence
15
16 plt.plot(V_verse_avt,n1_avt,color="blue",label='espèce Fe2+')
17 plt.plot(V_verse_apres,n1_apres,color="blue")
18 plt.plot
19 plt.xlabel("Volume de solution versée (mL)")
20 plt.ylabel("Quantité de matière (mmol)")
21
22 plt.legend()
23 plt.grid()
24 plt.show()
```

prépare son montage puis il verse progressivement cette solution dans un volume $V_1 = 20,0$ mL de solution S_1 d'ions ferreux de concentration en ions ferreux $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

13. Expliquer comment le technicien saura qu'il a atteint l'équivalence.

Il juge que l'équivalence est atteinte lorsqu'il a versé un volume $V_{eq} = 12,8$ mL de solution de permanganate de potassium.

14. Déterminer la masse de permanganate de potassium dans le comprimé utilisé et l'écrire avec le nombre adapté de chiffres significatifs sachant que l'incertitude-type de la mesure de la masse $u(m) = 0,003$ g. Comparer qualitativement ce résultat à la valeur de référence de l'étiquette.