



**CAMPUS
DE POUILLÉ
ANGERS**

Première Générale

DEVOIR SURVEILLÉ ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ PHYSIQUE-CHIMIE

Lundi 02 mars 2026

Durée du devoir : 2 heures

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 6 pages, y compris cette page.

EXERCICE 1 – Détermination du degré alcoolique d'un vin d'épines (10 points)

Dans plusieurs régions de France, on fabrique du vin d'épines, un apéritif alcoolisé qui titre environ à environ 15 % en degré d'alcool. Cette boisson est préparée en faisant macérer de jeunes pousses de prunellier, un petit arbre rustique, dans un mélange de sucre, de vin et d'eau de vie* pendant un mois. Après filtration, ce mélange est mis en bouteille pour vieillir pendant au moins trois mois, avant de pouvoir être dégusté. En fin de période de vieillissement, il est possible de vérifier le degré d'alcool du vin d'épines fabriqué en réalisant un titrage suivi par colorimétrie. On considère que l'alcool présent dans les boissons alcoolisées est une seule et même espèce chimique : l'éthanol.

Le degré d'alcool d'une boisson alcoolisée, noté (°), correspond au volume d'éthanol pur contenu dans 100 mL de boisson. Par exemple, 100 mL d'une boisson à 35° contient 35 mL d'éthanol pur.

**boisson alcoolisée obtenue par distillation de jus fermentés de fruits, de céréales ou de tubercules.*

L'objectif de cet exercice est d'étudier quelques propriétés de l'éthanol et de déterminer le degré d'alcool d'un vin d'épines.



1. À propos de l'éthanol

Données :

- Représentations moléculaires de l'éthanol et de l'acide éthanoïque

Éthanol		Acide éthanoïque
Formule brute	Modèle moléculaire	Formule semi-développée
C_2H_6O		

- Électronégativité selon l'échelle de Pauling de quelques éléments

Élément	C	H	O
Électronégativité χ	2,55	2,20	3,44

1.1. Représenter le schéma de Lewis de l'éthanol.

1.2. Justifier le fait que la molécule d'éthanol est une molécule polaire.

2. Détermination du degré d'alcool du vin d'épines

Le vin d'épines étant constitué de diverses espèces chimiques, on effectue une distillation fractionnée d'un mélange de 50 mL de vin d'épines et d'eau pour en extraire l'éthanol. On verse le distillat dans une fiole jaugée de 500 mL et on complète avec de l'eau distillée. **On obtient 500 mL de solution notée S contenant tout l'éthanol initialement présent dans 50 mL de vin d'épines.**

L'éthanol réagit avec les ions permanganate en milieu acide, mais cette transformation, quoique totale, est lente : elle ne peut donc pas être le support d'un titrage. On procède donc en deux étapes.

Étape 1 : on introduit les ions permanganate en excès dans un volume donné de la solution S pour transformer tout l'éthanol présent en acide éthanoïque et on laisse le temps nécessaire à la transformation de s'effectuer.

Étape 2 : on réalise ensuite le titrage des ions permanganate restants par les ions Fe^{2+} .

Données :

- Couples oxydant-réducteur :

acide éthanoïque / éthanol : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_{2(\text{aq})}$ / $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})}$

ion permanganate / ion manganèse : $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$ / $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

- Masse volumique de l'éthanol : $0,79 \text{ g.mL}^{-1}$

- Masse molaire de l'éthanol : $M = 46 \text{ g.mol}^{-1}$

- Toutes les espèces chimiques en solution sont incolores mis à part les ions permanganate qui sont violets.

2.1. Étude de l'étape 1

On s'intéresse ici à la réaction entre les ions permanganate et l'éthanol.

Dans un erlenmeyer, on mélange $V_0 = 2,0 \text{ mL}$ de solution S et $V_1 = 25,0 \text{ mL}$ d'une solution acidifiée de permanganate de potassium ($\text{K}^{+}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^{-}(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière $C_1 = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

On bouche l'erlenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes, à 60°C .

2.1.1. Établir l'équation de réaction entre l'éthanol et les ions permanganate en milieu acide.

2.1.2. Exprimer la quantité d'ions permanganate restant dans l'erlenmeyer.

2.2. Étude de l'étape 2

On titre les ions permanganate restants à la fin de l'étape 1, directement dans l'erlenmeyer, par une solution aqueuse contenant des ions Fe^{2+} à la concentration en quantité de matière $C_2 = 3,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le volume de solution titrante versé pour atteindre l'équivalence est $V_{2\text{éq}} = 14,1 \text{ mL}$.

2.2.1. Établir l'équation de la réaction support du titrage.

2.2.2. Définir le terme « équivalence » utilisé lors d'un titrage.

2.2.3. Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.

2.2.4. Indiquer la relation qui existe, à l'équivalence, entre les quantités de matière d'ions permanganate présents initialement et les ions Fe^{2+} versés à l'équivalence.

2.2.5. Exprimer la quantité d'éthanol initialement présente dans le volume 50 mL de vin d'épines.

2.2.6. Déterminer si le degré d'alcool annoncé de ce vin d'épines est conforme à celui annoncé pour ces apéritifs.

Le candidat est invité à présenter son raisonnement de manière claire et ordonnée. Toute tentative de réponse, même incomplète, sera valorisée.

EXERCICE 2 – L'exploit d'Alan Eustace (10 points)



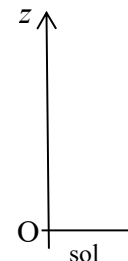
D'après <http://www.koreaherald.com>

Données :

- masse du système {Alan Eustace et son équipement} : $m = 120 \text{ kg}$;
- intensité de la pesanteur à la surface de la Terre : $g = 9,8 \text{ N/kg}$;
- on considère que le champ de pesanteur est uniforme entre 30 km et 42 km d'altitude, de norme : $g_A = 9,7 \text{ N/kg}$.

L'étude du saut d'Alan Eustace est conduite dans le référentiel terrestre. Alan Eustace et son équipement sont modélisés par un point matériel de masse m . La position d'Alan Eustace est repérée par son altitude z sur un axe vertical orienté vers le haut, l'origine étant au sol.

Alan Eustace s'est laissé tomber à une date choisie comme origine des temps ($t = 0 \text{ s}$) à partir d'un point A d'altitude $z_A = 41\,148 \text{ m}$ par rapport au sol.



1. Énergie potentielle de pesanteur du système

1.1. Champ de pesanteur au cours de la chute.

1.1.1. Quelle est l'origine de la variation observée entre les valeurs de g et g_A ?

1.1.2. Calculer l'écart relatif donné par $\frac{g-g_A}{g}$ et exprimé en %. Conclure.

1.2. Travail du poids au cours du saut.

1.2.1. En considérant que le poids du système {Alan Eustace et son équipement} est constant, établir l'expression du travail du poids du système lors du déplacement d'Alan Eustace de A jusqu'au sol en fonction de m , g , et z_A .

1.2.2. Calculer la valeur de ce travail.

1.3. Énergie potentielle de pesanteur.

1.3.1. « Le poids est une force conservative » ; expliquer cette expression.

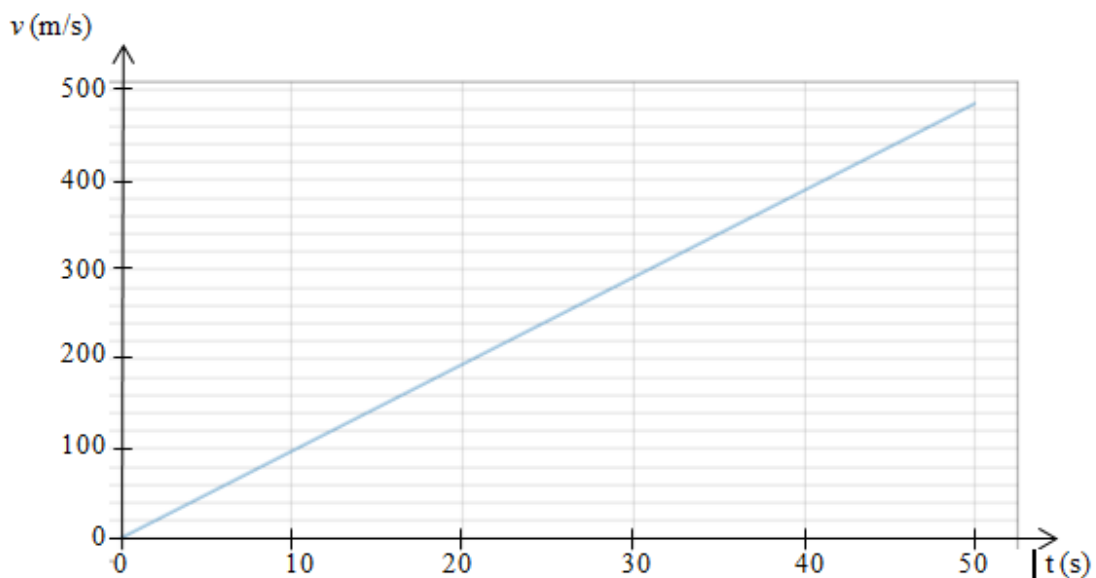
1.3.2. Définir l'énergie potentielle de pesanteur E_p du système et montrer que son expression est $E_p = mgz$ si on choisit une altitude de référence à préciser.

2. Modélisation de la première phase du mouvement par une chute libre

Alan Eustace atteint un point B, d'altitude z_B , après 50 s de chute.

Durant cette phase du mouvement, l'hypothèse est faite que la seule force s'exerçant sur le système {Alan Eustace et son équipement} est le poids.

Dans ce cas, on peut montrer que la chute est verticale. Un logiciel de simulation permet d'obtenir la courbe donnant la valeur de la vitesse v d'Alan Eustace en fonction du temps t .



2.1. Montrer que ce modèle n'est pas compatible avec la donnée du texte introductif relative à la vitesse maximale atteinte.

2.2. Proposer une hypothèse expliquant l'écart entre valeur calculée et valeur expérimentale.

3. Étude énergétique de la première phase du mouvement

On considère que la chute d'Alan Eustace durant les cinquante premières secondes est verticale. L'action mécanique exercée par l'air sur Alan Eustace et son équipement est modélisée par une force de frottement fluide $\vec{f}$ supposée constante.

L'altitude z_B d'Alan Eustace après 50 s de chute est égale à 30 375 m.

3.1. Calcul de la valeur de la force de frottement fluide f dans le cadre de ce modèle.

3.1.1. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. Calculer la valeur de l'énergie cinétique à la fin de cette première phase.

3.1.2. Exploiter ce théorème et montrer que la valeur de la force de frottement est de l'ordre de $4 \cdot 10^2$ N.

3.1.3. Comparer la valeur obtenue au poids du système et conclure quant à la pertinence du modèle de la chute libre.

3.1.4. Discuter également de la pertinence de la modélisation de l'action de l'air par une force de frottement constante. On pourra s'interroger sur le lien entre la valeur de cette force et celle de la valeur de la vitesse d'Alan Eustace.

3.2. L'extrait de programme donné ci-dessous et rédigé en langage Python, permet de visualiser les énergies cinétique, potentielle et mécanique du système {Alan Eustace + son équipement} durant la première phase du mouvement.

```

05. to, dt, tmax = 0, 1, 50
06. vo = 0
07. zo = 0      # ordonnée à t = 0 s, axe vertical orienté vers le haut
08.
09. z=zo
10. t=to
11. Eco=0      #énergie cinétique à to
12. Eppo=0     #énergie potentielle de pesanteur à to
13. Emo=0      #énergie mécanique à to
14.
15. g=9,7      #intensité de pesanteur en N/kg
16. m=120     #masse en kg
17.
18. ##### Création des listes #####
19. tps=[0]
20. zlist= [z]
21. v=[0]
22. Eclist=[Eco]
23. Epplist=[Eppo]
24. Emlist=[Emo]
25.
26. while t<tmax :
27.     t = t + dt
28.     tps.append(t)
29.
30.     v1 = vo + (-0.000044*vo*vo+9,7)*dt
31.     vo=v1
32.
33. ##### Calculs de #####
34.     z=z-vo*dt      #ordonnée à la date t
35.     Ec=0.5*m*vo**2  #énergie cinétique à la date t
36.     Epp=mgz         #énergie potentielle de pesanteur à la date t
37.                     #Epp = 0 à t = 0 s
38.     Em=Ec+Epp       #énergie mécanique à la date t

```

3.2.1. À quelle ligne peut-on lire le choix de l'origine de l'axe vertical ici utilisée ?

À quelle position d'Alan Eustace correspond cette origine ?

3.2.2. En déduire que l'ordonnée d'Alan Eustace au cours du saut est négative pour ce choix d'origine.

3.2.3. Montrer que l'expression donnée à la ligne 36 est cohérente avec le commentaire de la ligne 37. Comment varie l'énergie potentielle de pesanteur au cours du saut ? Quel est son signe ?