

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

ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

CLASSE : Première

E3C : E3C1 E3C2 E3C3

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 7

PARTIE A

L'exploit d'Alan Eustace (10 points)

The infographic illustrates the record of Alan Eustace's high-altitude skydiving jump. It shows a vertical scale of altitudes from the Earth's surface to the stratosphere. Key points include:

- Alan Eustace:** Reached an altitude of 41,148 m on October 24, 2014.
- Felix Baumgartner:** Reached 36,576 m in 2012 (Austria).
- Joseph Kittinger:** Reached 31,330 m in 1960 (U.S.).
- Stratosphere:** Located at 17,000 m.
- Mount Everest:** Located at 8,848 m.

 The diagram also depicts the descent after 50 seconds and the parachute opening phase. The graphic is credited to Nam Kyung-don.

Le 24 octobre 2014, l'ingénieur et pilote américain Alan Eustace a battu le record mondial d'altitude en saut en parachute détenu par l'Autrichien Félix Baumgartner depuis 2012.

Relié à un ballon rempli d'hélium qui l'a porté pendant plus de deux heures, il a atteint l'altitude cible de 41 148 m.

Après 50 s de chute, l'américain a atteint une vitesse maximale de 1 322 km/h. L'ouverture du parachute s'est effectuée au bout de 4 min 27 s.

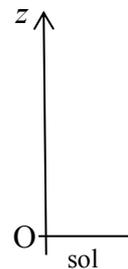


Données :

- 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 .

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

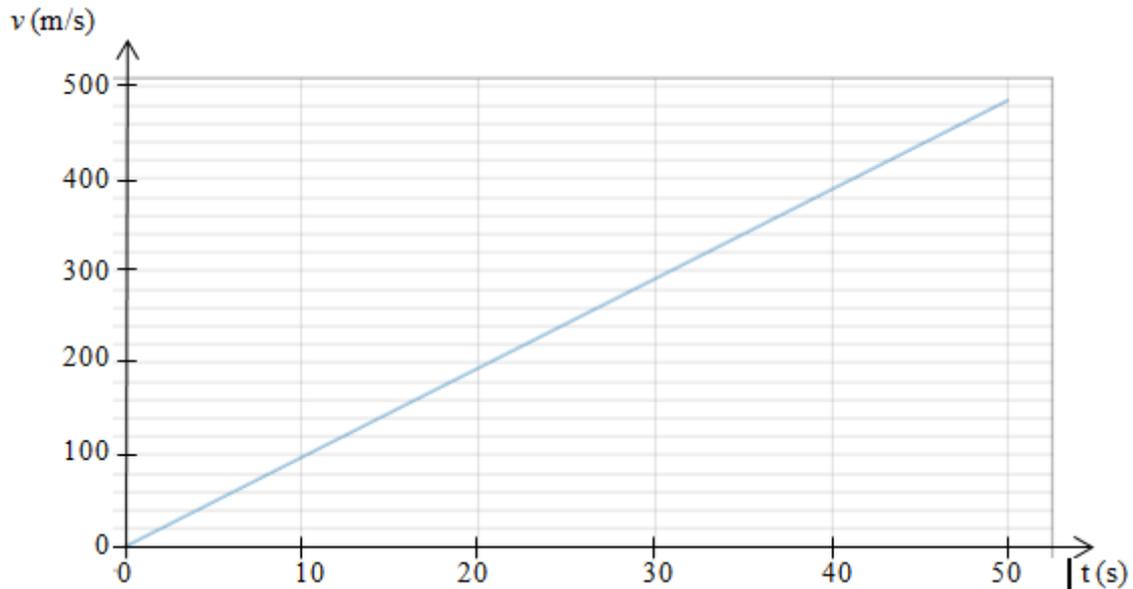
N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberte - Egalite - Fraternite
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1



- 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. Emllist=[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.

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

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 ?

PARTIE B

Synthèse et propriétés lavantes d'un savon (10 points)

Des élèves d'une classe de première réalisent la synthèse d'un savon. Cet exercice a pour objectif d'étudier quelques caractéristiques des espèces chimiques mises en jeu lors de cette synthèse d'une part et d'analyser les différentes étapes du protocole d'autre part. Il s'intéresse enfin aux propriétés lavantes du savon.

Protocole de la synthèse d'un savon : l'oléate de sodium

Étape 1 : verser dans un ballon :

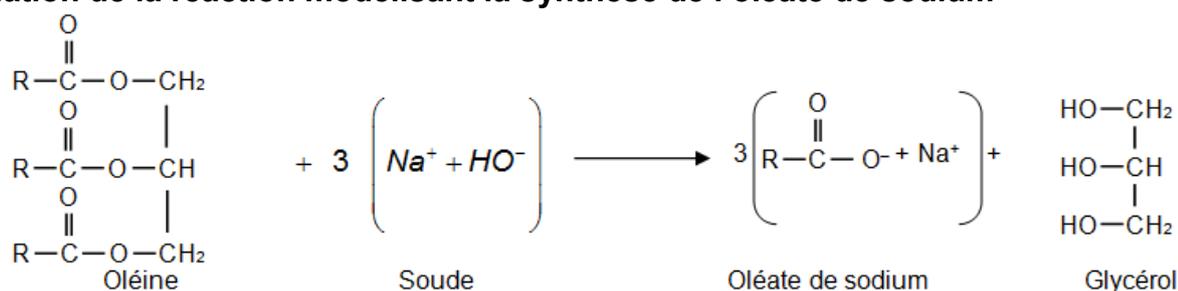
- 13,6 g d'huile d'olive (on considère que l'huile d'olive est de l'oléine pure) ;
- 20 mL d'éthanol ;
- 20,0 mL de soude à $10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (en excès) ;
- quelques grains de pierre ponce.

Étape 2 : chauffer à reflux le mélange réactionnel pendant 20 minutes environ.

Étape 3 : laisser refroidir le mélange quelques minutes puis le verser dans un bécher contenant 200 mL d'une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium.

Étape 4 : le précipité obtenu, l'oléate de sodium, est le savon. Il est filtré, rincé à l'eau salée, séché, puis pesé.

Équation de la réaction modélisant la synthèse de l'oléate de sodium



Dans les représentations semi-développées ci-dessus, les chaînes carbonées sont représentées par le symbole « R » ; R est un groupe qui contient 17 atomes de carbone reliés entre eux.

Données :

- numéro atomique Z de quelques éléments : H : 1 ; O : 8 ; Na : 11 ;
- électronégativité χ de quelques éléments selon l'échelle de Pauling : H : 2,2 ; O : 3,5 ; Na : 0,9 ;
- masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{oléine}) = 884$; $M(\text{hydroxyde de sodium}) = 40$; $M(\text{oléate de sodium}) = 304$;
- L'huile est peu soluble dans les solvants polaires alors que les espèces ioniques y sont



généralement très solubles :

| | Oléine | Hydroxyde de sodium (soude) | Oléate de sodium (Savon) |
|------------------------------------|-----------|-----------------------------|--------------------------|
| Solubilité dans l'eau | insoluble | soluble | soluble |
| Solubilité dans l'éthanol | soluble | soluble | soluble |
| Solubilité dans l'eau salée | insoluble | soluble | peu soluble |

1. Espèces chimiques mises en jeu dans la synthèse du savon

1.1 L'eau

1.1.1 Établir le schéma de Lewis de la molécule d'eau en déterminant au préalable le nombre total d'électrons de valence.

1.1.2 Interpréter la géométrie coudée de cette molécule.

1.1.3 En déduire le caractère polaire ou apolaire de la molécule d'eau en justifiant votre réponse.

1.1.4 Justifier que l'huile ne soit pas soluble dans l'eau.

1.2 La soude

La soude est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Elle est obtenue dans le cas de cette synthèse par dissolution dans l'eau d'un échantillon d'hydroxyde de sodium NaOH solide de masse $m = 400$ g pour obtenir un volume $V = 1,0$ L de solution.

1.2.1 Exprimer, puis calculer la concentration en quantité de matière en soluté apporté de la solution de soude.

1.2.2 Écrire l'équation de la réaction qui modélise la dissolution de l'hydroxyde de sodium solide NaOH(s) dans l'eau.

1.2.3 Exprimer puis calculer les concentrations en quantités de matière effectives des ions présents dans la solution de soude.

2. Analyse du protocole de synthèse du savon

2.1. Étude qualitative à partir des données fournies

2.1.1 Préciser le rôle de l'éthanol dans l'étape 1 en justifiant votre réponse.

2.1.2 Après le chauffage, on réalise les deux étapes suivantes décrites sur la figure 3 ci-dessous :

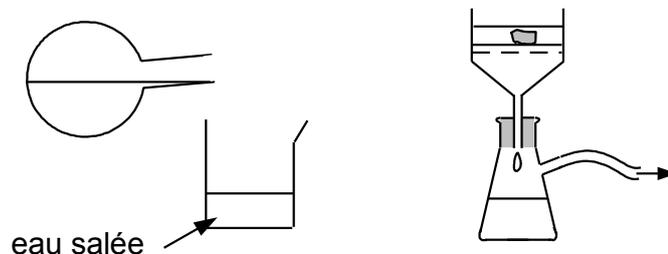


Figure 3. Étapes 3 et 4 du protocole de synthèse d'un savon

Justifier l'utilisation d'eau salée dans l'étape 3 et indiquer le nom du dispositif utilisé à l'étape 4 et son intérêt.

2.2 Étude quantitative

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

On cherche à déterminer le rendement de la synthèse du savon. La masse du savon obtenu est égale à $m_{exp} = 10,5 \text{ g}$.

2.2.1 Vérifier que la soude est le réactif introduit en excès.

2.2.2 Déterminer le rendement de cette synthèse. Commenter.

3. Propriétés lavantes d'un savon

On s'intéresse désormais aux propriétés lavantes d'un savon.

On peut représenter schématiquement l'ion oléate, l'ion actif du savon de la façon suivante :



Figure 4. Représentations schématiques de l'ion oléate

3.1 Caractériser les parties 1 et 2 des schémas de l'ion de la figure 4 à l'aide du vocabulaire suivant : hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe.

3.2 En déduire, parmi les schémas 5.a et 5.b de la figure 5, celui qui peut expliquer le mode d'action d'un savon. Décrire en un schéma et/ou une ou deux phrases l'étape suivante menant à l'élimination de la tache de graisse lors du lavage par du savon.

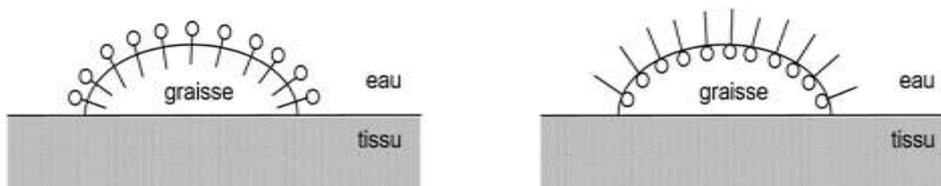


Schéma 5.a.

Figure 5

Schéma 5.b.