

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

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 : 8

PARTIE A

La pollution par le dioxyde de soufre (10 points)

Le dioxyde de soufre est un gaz sans couleur et ininflammable dont l'odeur pénétrante irrite les yeux et les voies respiratoires. Le dioxyde de soufre provient principalement des combustions des combustibles fossiles (charbons, fiouls, etc), au cours desquelles les impuretés soufrées contenues réagissent avec le dioxygène de l'air pour former le dioxyde de soufre $\text{SO}_{2(g)}$. Ce polluant gazeux est rejeté dans l'atmosphère par de multiples petites sources (installations de chauffage domestique, véhicules à moteur diesel,...) et par des sources ponctuelles plus importantes telles que les centrales thermiques qui constituent d'ailleurs la plus grande source de dioxyde de soufre, notamment par la combustion du charbon.

Les concentrations de dioxyde de soufre ont fortement baissé ces dernières années au rythme d'environ 10 % par an depuis cinq ans, pour atteindre une valeur plancher de l'ordre de $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en moyenne annuelle pour l'ensemble des agglomérations. Cette évolution récente s'explique notamment par l'amélioration des combustibles et carburants.

[D'après www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com)

L'objectif de l'exercice est de comparer la teneur en soufre d'un fioul domestique datant de 1960 et d'un fioul domestique « nouvelle génération ».

La méthode européenne de référence utilisée pour la mesure de la quantité de matière de dioxyde de soufre gazeux est la fluorescence ultraviolette.



On se propose de déterminer la quantité de matière de dioxyde de soufre produite lors de la combustion des deux fiouls par une méthode pouvant être mise en œuvre dans un laboratoire de lycée, un titrage ayant pour support une réaction d'oxydo-réduction.

Données

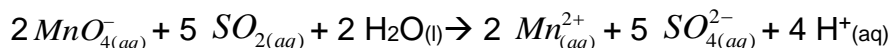
- Couples oxydant-réducteur mis en jeu : MnO_4^- / Mn^{2+} ; SO_4^{2-} / SO_2
- Dans le titrage, parmi les espèces présentes, seuls les ions permanganate MnO_4^- confèrent à la solution aqueuse une couleur violette.

Soit S_1 une solution aqueuse contenant une quantité de matière de dioxyde de soufre identique à celle utilisée pour la mesure, par la méthode européenne de référence, à la fin de la combustion totale du fioul « nouvelle génération ».

On réalise le titrage d'un volume $V_1 = 20,00 \pm 0,02$ mL de solution S_1 introduite dans un bécher par une solution aqueuse de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) acidifiée dont la concentration en quantité de matière est $C_2 = (7,50 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Lors du titrage, l'équivalence est obtenue pour un volume versé $V_E = 8,5 \pm 0,4$ mL de la solution aqueuse de permanganate de potassium.

1. Une des impuretés soufrées dans le fioul, évoqué dans l'introduction, est le soufre. Ecrire l'équation de la réaction modélisant la combustion du soufre $S_{(s)}$.
2. Réaliser et légender précisément le schéma du montage utilisé pour réaliser le titrage.
3. Établir, à l'aide des données l'équation de la réaction d'oxydo-réduction support du titrage écrite ci-après:



4. Définir l'équivalence d'un titrage.
5. Décrire qualitativement comment évoluent, au cours du titrage, les quantités de matière des espèces chimiques présentes dans le bécher.
6. Indiquer comment s'effectue le repérage de l'équivalence, en précisant votre raisonnement.
7. On note n_1 , la quantité de matière initiale de dioxyde de soufre et n_2 , la quantité de matière des ions permanganate versés pour atteindre l'équivalence. Donner la relation entre les quantités de matière de réactifs introduits à l'équivalence
8. L'incertitude-type sur la quantité de matière de dioxyde de soufre étant évaluée à une valeur de 8×10^{-6} mol lors de ce titrage, donner un encadrement à la valeur de la quantité de matière initiale de dioxyde de soufre dans la solution S_1 .

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 :



1.1

9. La quantité de matière de dioxyde de soufre dans le fioul datant de 1960 est déterminée égale à $2,5 \times 10^{-2}$ mol, ce qui correspond à une teneur en soufre de 0,8 %. Estimer la teneur en soufre du fioul « nouvelle génération ». Commenter.
10. Il est possible d'acheter du fioul domestique, notamment sur internet. Certains sites utilisent le terme de « fioul désoufré ». Justifier cette appellation.
11. La fermeture des centrales thermiques produisant de l'électricité permettra-t-il d'atteindre les objectifs écologiques qui sont de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 et autres polluants gazeux ? Justifier et proposer une alternative pour produire de l'électricité.

PARTIE B

Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques : Le ski de vitesse (10 points)

Personne sur Terre, et sans assistance motorisée, ne va plus vite que l'Italien Simone Origone, leader d'une discipline à part du ski alpin, plus spectaculaire que dangereuse.



TamTam Photo

Impossible 252,632 km/h ? Et pourtant. C'est bien la vitesse atteinte vendredi 3 avril 2015 par Simone Origone qui, pour y parvenir, s'est servi d'un instrument complexe : une paire de skis. Et d'un moteur surpuissant : la gravité.

En se laissant tomber du haut de la piste de Chabrières, gigantesque toboggan enneigé qui servait cette semaine de scène au Speed Masters dans la station de Vars (Hautes-Alpes), l'Italien de 35 ans a battu son propre record du monde de vitesse à ski (252,454 km/h).

Le Monde | 03.04.2015

Données :

- caractéristiques techniques de la piste de Chabrières considérée comme rectiligne :
 - altitude de départ (D) : $z_D = 2720$ m ;



- altitude d'arrivée (A) : $z_A = 2285$ m ;
- pente moyenne $\alpha = 24^\circ$;
- longueur de la piste : $L = 1070$ m.
- caractéristiques du skieur Simone Origone :
 - masse : 87 kg ;
 - équipement : 15 kg.
- intensité de la pesanteur $g = 9,8$ m.s⁻².

Partie 1 : étude énergétique du mouvement du skieur dans l'hypothèse de frottement négligeable

Le système étudié est le « skieur » constitué de l'athlète avec son équipement de masse totale m et de centre de masse G en mouvement sur la piste de ski d'un point D d'altitude z_D à un point A d'altitude z_A .

Le départ s'effectue sans vitesse initiale. Le référentiel d'étude est supposé galiléen. Dans cette partie les frottements subis par le système sont négligés devant les autres actions mises en jeu.

- 1.1. Effectuer le bilan des actions, modélisées par des forces, agissant sur le système. Préciser le sens et la direction de chaque force.
- 1.2. Calculer le travail W_{DA} de chaque force entre le point de départ D et le point d'arrivée A.
- 1.3. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déduire la valeur de la vitesse à l'arrivée, notée v_A , en m.s⁻¹ puis en km.h⁻¹.
- 1.4. Cette valeur est-elle en accord avec celle de la vitesse atteinte le vendredi 3 avril 2015 par Simone Origone ? Quel aspect de la modélisation effectuée doit être remis en cause ?

Partie 2 : mouvement d'un mobile autoporteur

On se propose de mesurer l'intensité des actions de frottements qui agissent sur un mobile en mouvement. Ces actions seront modélisées par une force constante \vec{f} , d'intensité f , et de sens opposé au vecteur vitesse.

Ce mobile, de centre de masse G, de masse $m = 220$ g, est abandonné sans vitesse sur un plan incliné d'un angle α_0 par rapport à l'horizontale. Au cours de son mouvement, le mobile suit la ligne de plus grande pente de direction Ax, la position de G est repérée en fonction du temps par sa coordonnée x dans le repère (A, \vec{i}). On peut se référer à **l'annexe 1 à rendre avec la copie**.

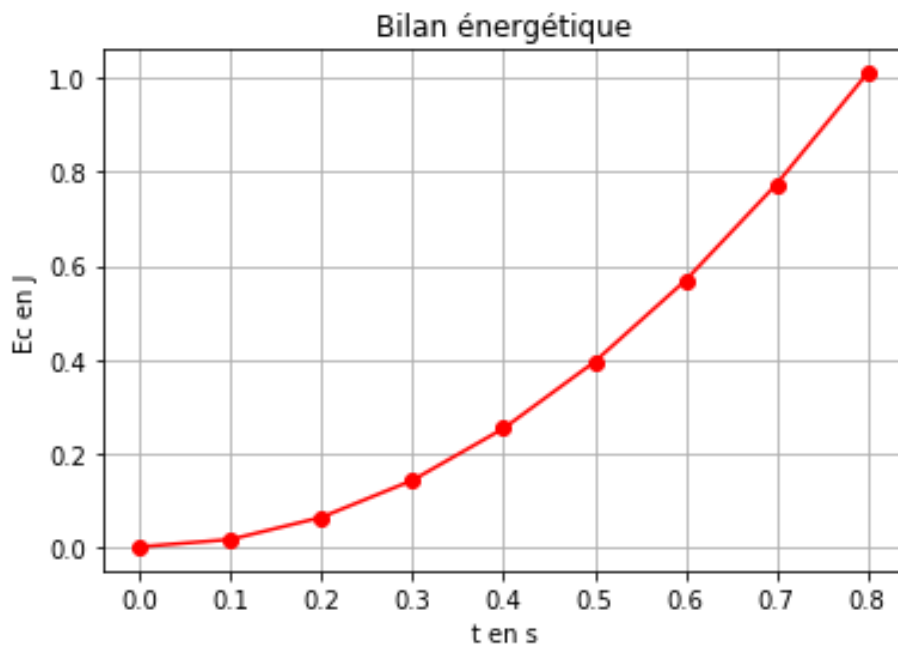
Une vidéo du mouvement est réalisée. Un logiciel de pointage permet de relever les valeurs de la position x et de l'altitude z sur l'axe vertical Oz du centre d'inertie G à



des intervalles de temps réguliers et de déterminer à chaque pointage la valeur de la vitesse du mobile le long de l'axe Ax. On peut se référer à **l'annexe 1 à rendre avec la copie**.

Un programme python (**annexe 2 à joindre avec la copie**) permet de représenter l'évolution de l'énergie cinétique E_c du système au cours du temps.

On obtient la courbe ci-dessous.

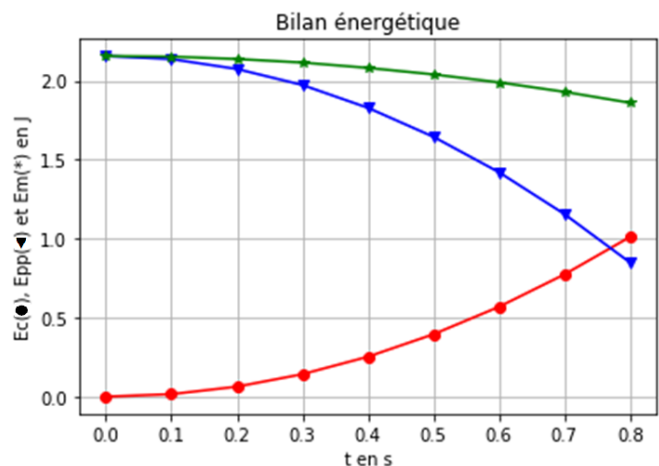


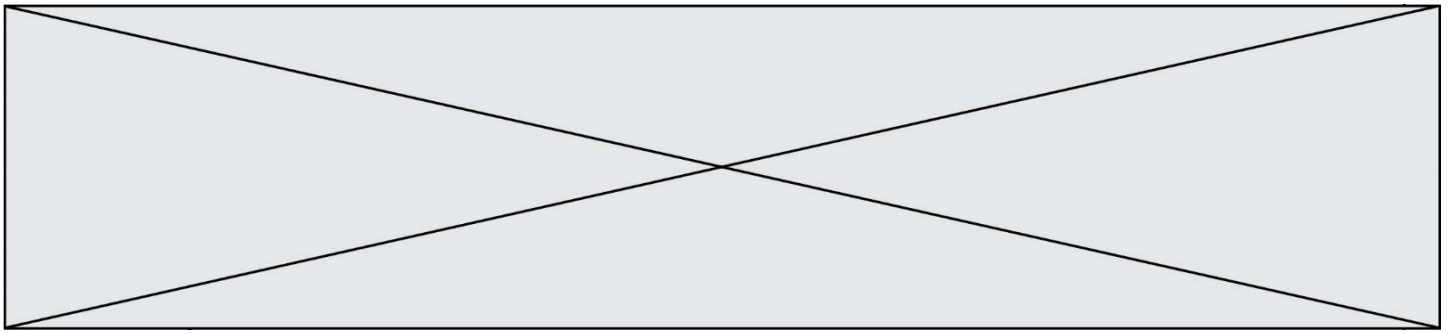
2.1. Modifier le script du programme de **l'annexe 2 à rendre avec la copie** en ajoutant une ligne de code (ligne 14) qui permettra de déterminer la valeur de l'énergie potentielle E_{pp} du système. Quelle donnée faut-il ajouter au script ?

Compléter alors la ligne 5.

Le script est ensuite encore modifié pour faire apparaître l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et l'énergie mécanique. On obtient les courbes ci-dessous. L'énergie potentielle de pesanteur est choisie nulle en O.

Énergie cinétique $E_c(\bullet)$
 Énergie potentielle $E_{pp}(\blacktriangledown)$
 Énergie mécanique $E_m(*)$





- 2.2. Comment expliquer l'évolution de l'énergie mécanique au cours du temps ?
- 2.3. Compléter le schéma de **l'annexe 1 à rendre avec la copie** en représentant les forces modélisant les actions sur le système.
- 2.4. En tenant compte des valeurs relevées dans le tableau de **l'annexe 1 à rendre avec la copie**, calculer les valeurs de l'énergie mécanique E_{m0} et E_{m8} respectivement aux instants $t_0 = 0,000$ s et $t_8 = 0,800$ s.
- 2.5. À l'aide d'une bilan énergétique, montrer que dans le cadre de ce modèle :
$$f = \frac{E_{m0} - E_{m8}}{x_8 - x_0} \quad \text{où} \quad x_8 = x(t = 0,800 \text{ s}) \text{ et } x_0 = x(t = 0,000 \text{ s}).$$
- 2.6. Déterminer la valeur de l'intensité de la force modélisant les frottements s'exerçant sur le mobile. Commenter.

Partie 3 : retour qualitatif sur l'étude énergétique du mouvement du skieur

3. Quelles sont les causes des actions de frottement exercées sur le skieur ? Discuter de l'influence de la valeur de la vitesse et de la pertinence d'une modélisation de ceux-ci par une force d'intensité constante.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



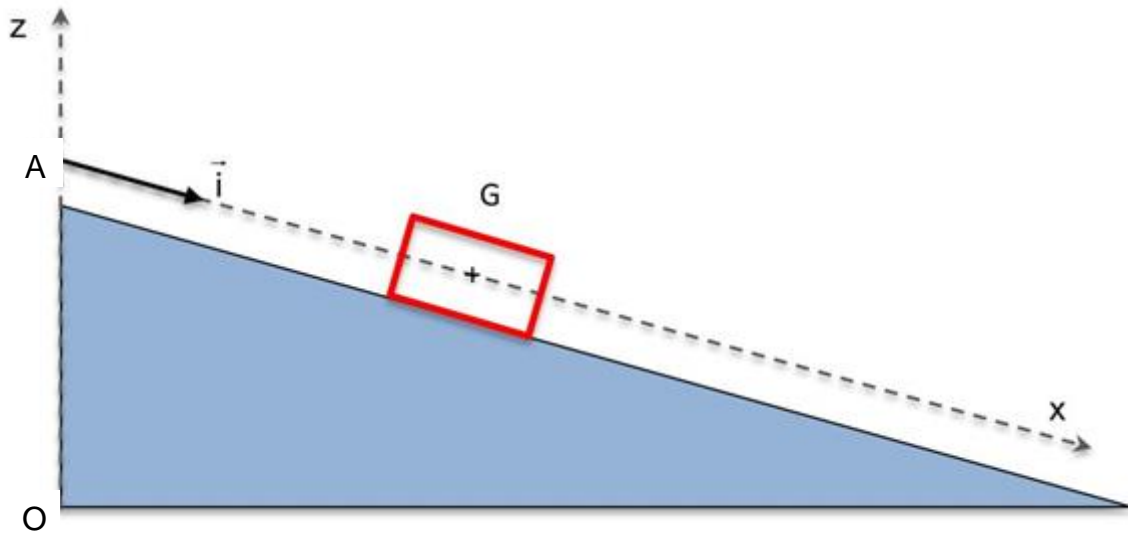
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

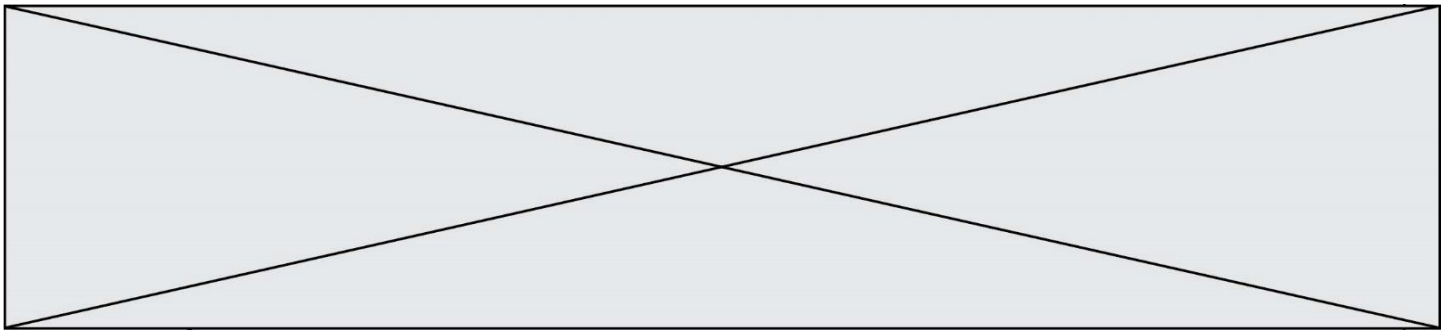
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Annexe 1 à rendre avec la copie



| Numéro | t(s) | x(m) | v(m.s ⁻¹) | z(m) |
|--------|-------|-------|-----------------------|-------|
| 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 1 | 0.100 | 0.019 | 0.3789 | 0.991 |
| 2 | 0.200 | 0.076 | 0.7578 | 0.962 |
| 3 | 0.300 | 0.171 | 1.1367 | 0.915 |
| 4 | 0.400 | 0.303 | 1.5156 | 0.848 |
| 5 | 0.500 | 0.474 | 1.8945 | 0.763 |
| 6 | 0.600 | 0.682 | 2.2734 | 0.659 |
| 7 | 0.700 | 0.928 | 2.6523 | 0.536 |
| 8 | 0.800 | 1.212 | 3.0312 | 0.394 |



Annexe 2 à rendre avec la copie

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 m = 0.220 # valeur de m en kg
4 alpha = 0.2618 # valeur de alpha en radian
5
6
7 # liste des dates relevées, des positions, des vitesses et des altitudes
8 tps = [0.000, 0.100, 0.200, 0.300, 0.400, 0.500, 0.600, 0.700, 0.800]
9 pos = [0.000, 0.019, 0.076, 0.171, 0.303, 0.474, 0.682, 0.928, 1.212]
10 vit = [0.000, 0.3789, 0.7578, 1.1367, 1.5156, 1.8945, 2.2734, 2.6523, 3.0312]
11 alt = [1.000, 0.991, 0.962, 0.915, 0.848, 0.763, 0.659, 0.536, 0.394]
12
13 Ec = [1/2*m*v**2 for v in vit] # crée la liste Ec
14
15
16
17
18 plt.grid(True)
19 plt.plot(tps, Ec, "red")
20
21
22
23 plt.xlabel("t en s")
24 plt.ylabel("Ec en J")
25
26 plt.title("Bilan énergétique")
27
28 plt.show()
```