

Le train est initialement immobilisé au point A avec la vitesse initiale $v_0 = 0 \text{ m.s}^{-1}$. Grâce à un moteur linéaire électrique il est accéléré, sur une piste horizontale, par une force constante entre les points A et B pendant une durée $\Delta t = 2,5 \text{ s}$ pour atteindre sa vitesse maximale v_{\max} au point B. À partir du point C, il parcourt la première montée pour atteindre son sommet au point D à une hauteur $h = 38 \text{ m}$ au-dessus de la piste de lancement.

On considère, en première approximation, que les frottements sont négligeables.

- Quelques caractéristiques de l'attraction :

Masse du train	$m = 10 \text{ t}$
Puissance du moteur linéaire	$P = 1,5 \text{ MW}$
Durée de lancement	$\Delta t = 2,5 \text{ s}$
Vitesse maximale	$v_{\max} = 100 \text{ km.h}^{-1}$
Hauteur maximale de l'attraction (par rapport à la piste de lancement)	$h_{\max} = 38 \text{ m}$

Sources : d'après <https://www.europapark.de/fr/attractions/blue-fire-megacoaster-powered-gazprom>

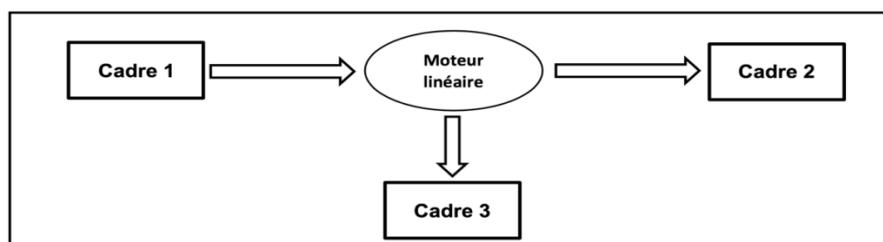
<http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http%3A%2F%2Fwww.europapark.de%2Flang-fr%2Fc51%2Fm242%2Fd459%2Fdefault.html>

Données :

- intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$;
- le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est choisi pour l'altitude $y = 0$: $E_{pp}(A) = 0 \text{ J}$.

1. Étude de la chaîne énergétique

1.1. La chaîne énergétique suivante permet de schématiser la conversion d'énergie lors du lancement du train :



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

Sans recopier la chaîne énergétique ci-dessus, donner la forme d'énergie à faire apparaître dans chaque cadre numéroté de 1 à 3.

Pour cela, indiquer sur la copie le numéro du cadre et lui associer une forme d'énergie.

1.2. Montrer que l'énergie cinétique du train E_{train} à la fin de la phase de lancement vaut $E_{\text{train}} = 3,9 \text{ MJ}$.

1.3. Le rendement du moteur linéaire étant donné par la relation $\eta = \frac{E_{\text{train}}}{E_{\text{électrique}}}$ où $E_{\text{électrique}}$ est

l'énergie électrique fournie au moteur linéaire, déterminer la valeur du rendement η .

Commenter la valeur obtenue en apportant un regard critique sur les données fournies par le constructeur.

2. Simulation de la propulsion du train

Afin d'illustrer la phase de lancement, le programme suivant écrit en langage Python permet de simuler la trajectoire du train ainsi que de tracer les vecteurs variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ en quelques points de cette trajectoire sur une durée Δt . Le modèle utilisé formule l'hypothèse d'un mouvement à accélération constante.

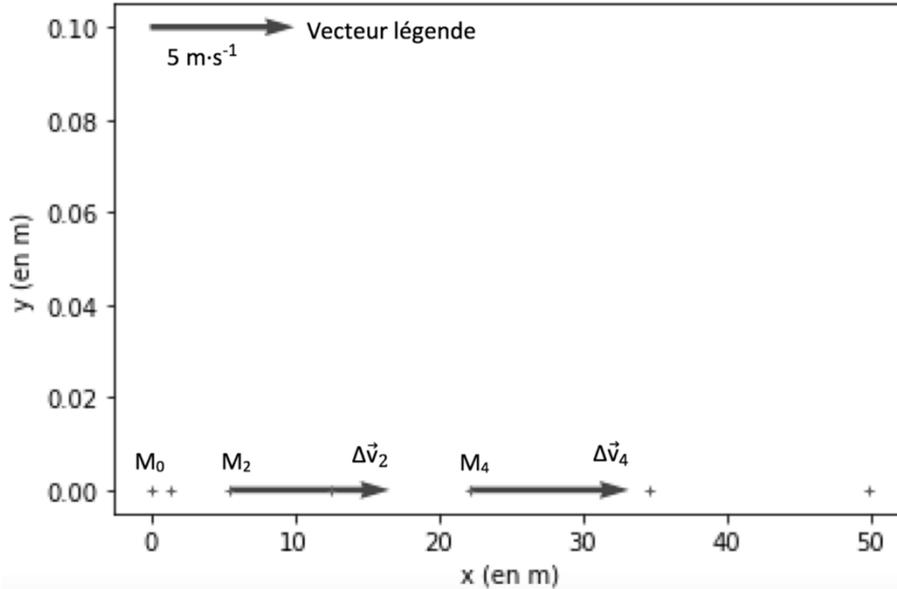


```
1 # Modélisation de la trajectoire d'un train de parc d'attraction
2 # lors de son lancement
3
4 # Importation de librairie
5 import matplotlib.pyplot as plt
6
7 # Déclaration des listes de coordonnées
8 x,v_x,Dv_x = [],[],[]
9 y = [0,0,0,0,0,0,0]
10
11 # Durée entre chaque point de la trajectoire
12 Dt = 0.5
13
14 # Calcul des coordonnées des points par modélisation
15 for k in range(0,7):
16     t = k*Dt
17     x.extend([5.54*t**2])
18
19 # Représentation des points de la trajectoire
20 plt.plot(x, y, '+', markersize=4)
21
22 # Calcul des coordonnées des vecteurs vitesse et vecteurs variation de vitesse en chaque point
23 for k in range(0,6):
24     v_x.extend([...])
25 for k in range(0,5):
26     Dv_x.extend([(v_x[k+1]-v_x[k])])
27
28 # Tracé des vecteurs variation de vitesse aux points M2 et M4
29 facteur = 2 # Facteur d'échelle des vecteurs
30 plt.quiver(x[2],y[2], Dv_x[2]*facteur, 0, color="blue", scale=1, scale_units='xy')
31 plt.quiver(x[4],y[4], Dv_x[4]*facteur, 0, color="blue", scale=1, scale_units='xy')
32 # Tracé d'un vecteur légende pour les vecteurs variation de vitesse
33 plt.quiver(0,0.1, 5*facteur, 0, color="blue", scale=1, scale_units='xy')
34
35 #Configurer l'aspect du graphique
36 plt.xlabel("x (en m)")
37 plt.ylabel("y (en m)")
38 plt.title("Trajectoire du train et vecteurs Δv en certains points")
39
```

La fenêtre suivante présente le résultat obtenu :



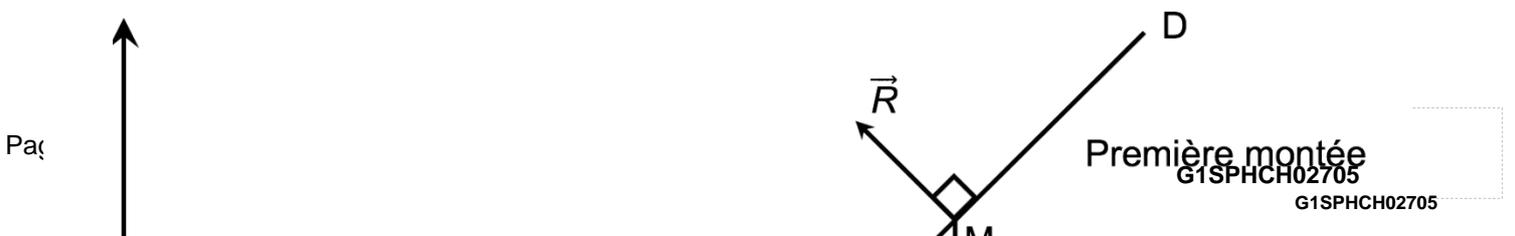
Trajectoire du train et tracé des vecteurs $\Delta\vec{v}$ en certains points



- 2.1. Compléter la ligne 24 du programme de simulation en modifiant la partie entre les crochets [...] afin de calculer les coordonnées $v_x[k]$ des vecteurs vitesses aux différents points de la trajectoire.
- 2.2. Déterminer graphiquement les valeurs Δv_2 et Δv_4 des normes des vecteurs $\Delta\vec{v}$ aux points M_2 et M_4 .
- 2.3. Expliquer comment semble évoluer le vecteur $\Delta\vec{v}$ au cours de la phase de lancement du train.
- 2.4. Donner la relation approchée entre le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ du train et la somme des forces extérieures $\sum \vec{F}_{\text{ext}}$ qui s'appliquent sur celui-ci.
- 2.5. En déduire les caractéristiques du vecteur $\sum \vec{F}_{\text{ext}}$.

3. Étude du train lors de la première ascension

Une modélisation simplifiée de la trajectoire du train, considéré comme un point matériel M, entre les points A et D peut être donnée par le schéma suivant, représenté sans souci d'échelle.





On considère la première montée CD comme rectiligne et faisant un angle $\theta = 45^\circ$ avec l'horizontale.

Le poids est une force conservative.

3.1. Exprimer le travail $W_{CD}(\vec{P})$ du poids sur le trajet CD en fonction de \overline{CD} et de \vec{P} puis montrer que $W_{CD}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (y_C - y_D)$.

3.2. Donner la valeur du travail $W_{CD}(\vec{R})$ de la force de réaction des rails lors de la première montée. Justifier.

3.3. Établir l'expression de l'altitude maximale h_{max} que pourrait atteindre le train en l'absence de frottements puis calculer sa valeur. Commenter.

PARTIE B

Le bleu de méthylène en médecine et en biologie (10 points)

Le bleu de méthylène est une espèce chimique organique de formule brute $C_{16}H_{18}N_3SCl$. A l'état pur, le bleu de méthylène se présente sous la forme d'une poudre soluble dans l'eau. Il peut être utilisé, à la fois comme colorant ou comme médicament. Son action repose sur ses propriétés oxydo-réductrices : sa forme oxydée est bleue et sa forme réduite est incolore.

Certaines propriétés du bleu de méthylène sont utilisées pour des expériences en biochimie. Par exemple, en présence de glucose le bleu de méthylène est réduit et ce dernier se transforme en une espèce non colorée.

D'autres propriétés sont utilisées en médecine. Le bleu de méthylène peut servir à colorer des bactéries pour les visualiser au microscope. Quand il entre dans le cytoplasme d'une cellule vivante, le bleu de méthylène est réduit car c'est un environnement réducteur : les cellules vivantes paraissent incolores. En revanche, des cellules mortes sont colorées en bleu car le bleu de méthylène y reste sous sa forme oxydée.

D'après www.futura-sciences.com

L'objectif de cet exercice est d'étudier une propriété du bleu de méthylène puis d'effectuer un contrôle de qualité, par dosage spectrophotométrique, d'une préparation microscopique utilisée dans le domaine de la santé.

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

Partie 1 : Propriétés oxydantes du bleu de méthylène

Un extrait de protocole est donné ci-dessous :

« Dans un erlenmeyer contenant une solution aqueuse de glucose, on ajoute une solution de bleu de méthylène $BM^+_{(aq)}$. Le mélange, initialement bleu, devient progressivement incolore ».

Couples oxydant-réducteur mis en jeu :

- $BM^+_{(aq)} / BMH_{(aq)}$
- $RCOOH_{(aq)} / RCHO_{(aq)}$
- le glucose est noté $RCHO_{(aq)}$.
- la forme oxydée du bleu de méthylène, noté BM^+ , est la seule espèce colorée en solution aqueuse.

1.1. Donner la définition d'un oxydant.

1.2. Donner la définition d'une réduction.

1.3. Écrire les demi-équations électroniques relatives aux couples du bleu de méthylène $BM^+_{(aq)} / BMH_{(aq)}$ et du glucose $RCOOH_{(aq)} / RCHO_{(aq)}$

1.4. En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation décrite dans l'extrait du protocole.

Partie 2 : Dosage d'une solution de bleu de méthylène

Le bleu de méthylène est un colorant pour préparation microscopique utilisé essentiellement pour colorer les noyaux des cellules afin d'apprécier le nombre de cellules mortes.

Un technicien de laboratoire souhaite déterminer avec précision la concentration du colorant dans une solution S dont l'étiquette porte l'indication suivante :

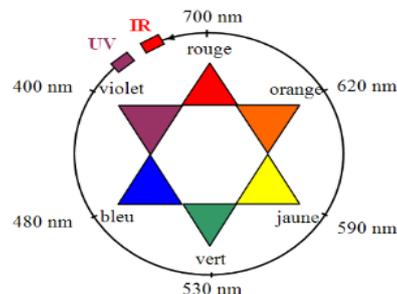
« **Bleu de méthylène $3,2 \text{ mmol.L}^{-1}$** »

On note C_s la concentration en bleu de méthylène de la solution S. Cette concentration est déterminée par une méthode spectrophotométrie.

On mesure l'évolution de l'absorbance A d'une solution de bleu de méthylène pour différentes longueurs d'onde λ .

Données :

- Cercle chromatique



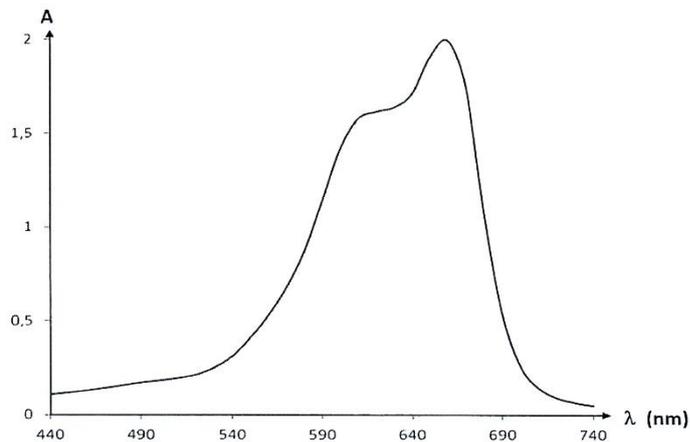
- Extrait du tableau périodique des éléments

1 1,0079 H HYDROGÈNE	2 4,0026 He HÉLIUM				
3 6,941 Li LITHIUM	4 9,0122 Be BÉRYLLIUM				
11 22,990 Na SODIUM	12 24,305 Mg MAGNÉSIUM				
13 10,811 B BORE	14 12,011 C CARBONE	15 14,007 N AZOTE	16 15,999 O OXYGÈNE	17 18,998 F FLUOR	18 20,180 Ne NÉON
13 26,982 Al ALUMINIUM	14 28,086 Si SILICIUM	15 30,974 P PHOSPHORE	16 32,065 S SOUFRE	17 35,453 Cl CHLORE	18 39,948 Ar ARGON

Numéro atomique (Z) : 6, Masse molaire en g.mol^{-1} : 12,011, Symbole de l'atome : C, Nom de l'atome : CARBONE



- Spectre d'absorbance du bleu de méthylène



2.1. Commenter l'allure spectre d'absorption du bleu de méthylène et justifier la couleur de la solution de ce colorant.

Pour déterminer la concentration C_S en bleu de méthylène de la solution S , on prépare une gamme de solutions notées S_1 à S_4 , de volume 25,0 mL chacune, à partir d'une solution mère de concentration en masse égale à 5,0 mg.L⁻¹.

L'absorbance des solutions a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre préalablement réglé sur la valeur λ_{\max} du spectre d'absorption. Les résultats sont reproduits dans le tableau ci-dessous :

Solution	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
Concentration en masse C_i (en mg.L ⁻¹)	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
Absorbance A	0,610	0,480	0,374	0,243	0,126

2.2. Ecrire le protocole détaillé de la préparation de la solution S_3 à partir de la solution mère S_0 , en précisant la verrerie nécessaire.

2.3. La loi de Beer Lambert est-elle vérifiée ? Justifier le par le calcul, sans réaliser de graphique.

2.4. En déduire une relation entre A l'absorbance de la solution et C la concentration en masse du bleu de méthylène, en précisant les unités des grandeurs.

2.5. Une solution S_D de bleu de méthylène a été obtenue en diluant 400 fois la solution S . La mesure de l'absorbance de la solution S_D vaut $A_D = 0,328$.

2.5.1. Déterminer la concentration C_D de la solution S_D .

2.5.2. En considérant une incertitude-type de mesure $u(C_S)$ égale à 0,2 mmol.L⁻¹, la valeur C_S obtenue expérimentalement est-elle en accord avec l'étiquetage de la solution S ? Justifier.