**Étude d’une montagne russe (10 points)**

**Correction réalisée avec l’aide de Léa V. et Paul C. élèves au lycée Louis Armand d’Eaubonne 95600.**

**1. Étude de la chaine énergétique**

**1.1. Donner la forme d’énergie à faire apparaître dans chaque cadre numéroté de 1 à 3. Cadre 1 :** énergie électrique (énergie reçue par le moteur du train)

**Cadre 2 :** énergie mécanique (plus précisément énergie cinétique)

**Cadre 3 :** pertes sous forme de chaleur (énergie thermique)

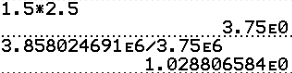
**1.2. Montrer que l’énergie cinétique du train *E*train à la fin de la phase de lancement vaut *E*train = 3,9 MJ.**

*E*train = ½.*m*.*v*max² avec *m* = 10 t = 10×103 kg et *v*max = 100 km.h-1 =  m.s-1

*E*train = 0,5×10×103× = 3,9×106 J = 3,9 MJ

**1.3.** **Déterminer la valeur du rendement ** = . Commenter la valeur obtenue en apportant un regard critique sur les données fournies par le constructeur.**

*E*électrique = *P*. *t* *P* = 1,5 MW et *t*= 2,5 s

*E*électrique = 1,5×2,5 = 3,8 MJ

** = 

** =  = 1,0×102%

Le rendement est supérieur à 100%, ce qui est impossible ; les données fournies par le constructeur ne sont pas assez précises ou fausses.

**2. Simulation de la propulsion du train**

**2.1.** **Compléter la ligne 24 du programme de simulation en modifiant la partie entre les crochets […] afin de calculer les coordonnées des vecteurs vitesses aux différents points de la trajectoire.**

Il s’agit de faire calculer la vitesse qui est le rapport d’une distance sur une durée :

Soit v\_x.extend([(x[k+1]-x[k])/(t[k+1]-t[k])])

**2.2. Déterminer graphiquement les valeurs v2 et v4 des normes des vecteurs aux points M2 et M4.**

correspond à une flèche de 1,9 cm, or on a une échelle de 5 m.s-1 pour 1,8 cm

Soit = 5,3 m.s-1.

 correspond à 1,9 cm, or on a une échelle de 5 m.s-1 pour 1,8 cm

Soit = 5,3 m.s-1.

**2.3. Expliquer comment semble évoluer le vecteur au cours de la phase de lancement du train.**

Le vecteur variation de vitesse semble avoir une valeur (norme) constante : la vitesse augmente de façon régulière. Le mouvement semble uniformément accéléré.

**2.4.  Donner la relation approchée entre le vecteur variation de vitesse du train et la somme des forces extérieures qui s’appliquent sur celui-ci.**

**2.5. En déduire les caractéristiques du vecteur .**

La somme des forces extérieures est modélisée par un vecteur de **direction** colinéaire au vecteur , et de même sens que .

est donc orientée dans le **sens** du mouvement.

Sa **valeur** est  avec *m* = 10 t = 10×103 kg  5,3 m.s-1 *t* = 0,5 s

= 1,1×105 N

**3. Étude du train lors de la première ascension**

**3.1. Exprimer le travail WCD () du poids sur le trajet CD en fonction de et de puis montrer que WCD () = *m*·*g*·(*yC* – *yD*).**

*W*CD () = 

On définit un repère (Oxy) avec Ox horizontal orienté vers la droite et Oy vertical orienté vers le haut. Dans ce repère, on a  et 

*W*CD () = 0.(*x*D – *x*C) + (–*m*.*g*).(*y*D – *y*C) = –*m*.*g*.(*y*D – *y*C) = *m*·*g*·(*yC* – *yD*).

**3.2. Donner la valeur du travail WCD () de la force de réaction des rails lors de la première montée. Justifier.**

*W*CD () = = 

La force de réaction des rails  est perpendiculaire au déplacement .

*W*CD () =  = 0 J

**3.3. Établir l’expression de l’altitude maximale *hmax*que pourrait atteindre le train en l’absence de frottements puis calculer sa valeur. Commenter.**

Entre C et D on néglige les frottements, l’énergie mécanique du train se conserve :

*E*m(C) = *E*m(D)

*E*c(C) + *E*PP(C) = *E*c(D) + *E*PP(D)

Le niveau de référence de l’énergie potentielle de pesanteur est choisi pour l’altitude *y* = 0 donc *E*pp(C) = 0 J.

½.*m*.*v*C2 = ½.*m*.*v*D2 + *m*.*g*.*h*max

*v*C = *v*max = 100 km.h-1 et *V*D = 0 m.s-1

½.*m*.*v*max2 = *m*.*g*.*h*max

½.*v*max2 = *g*.*h*max

*h*max = 

*h*max = = 39,3 m

On retrouve une valeur voisine de celle donnée par le fabricant (38 m), il existe quelques frottements que nous avons négligé ici.