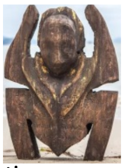
Vendredi 04/05/2018 | **DEVOIR SURVEILLE N°6** | **1ère S**



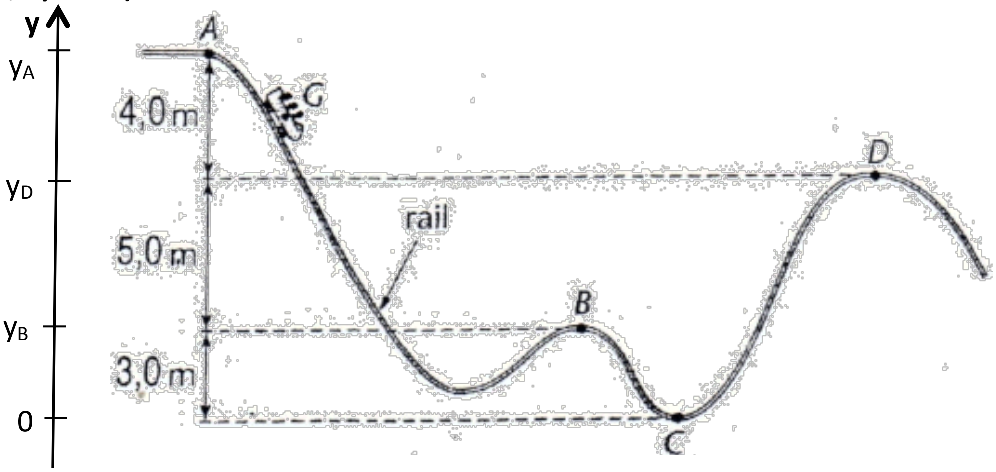
Chaque réponse devra être rédigée.

Pour ce devoir, vous pouvez gagner vos badges manquants ainsi que le super badge… mais aussi en perdre. (À moins que vous ayez un totem !)

N'ayant pas gagné le prix de l'innovation à Paris le 4 avril, Mme Marquois et Mme Raffin décidèrent d'aller se détendre à la fête foraine toute proche de l'école militaire. Pour se changer les idées, elles décident de faire un tour de manège.

Les parties A et B sont indépendantes.

Partie A (11,5 points)



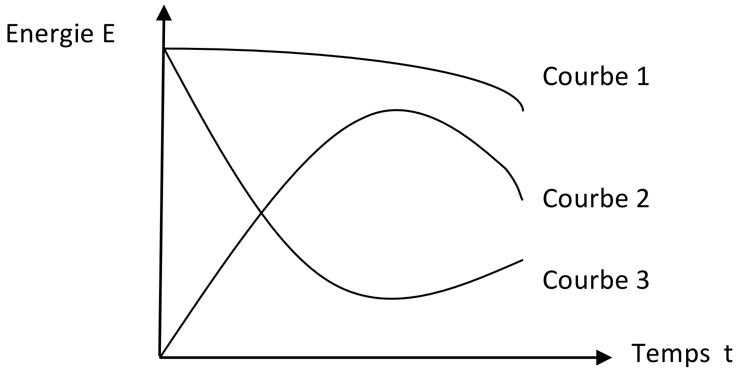
Données :

- L'intensité de pesanteur est g = 9,81 N/kg
- L'origine des énergies potentielles de pesanteur sera prise à l'altitude du point C.
- La masse du wagon et des participantes (le système {w+p}) est de 150 kg.
- La vitesse du système {w+p} au point A est nulle.
- Les frottements dus à l'air et à la piste sont considérés comme négligeables.

1. Exprimer puis calculer l'énergie cinétique au point A pour le système {w+p}. 1
2. Exprimer puis calculer l'énergie potentielle de pesanteur au point A du système {w+p}. 1,5
3. Appliquer le principe de conservation de l'énergie entre le point A et B pour le système {w+p} et en déduire l'expression de la vitesse v_B en fonction de g, y_A et y_B. 2
4. Calculer la vitesse v_B du système au point B. 1
5. D'après la question 4, préciser comment varie la vitesse v_B si la masse du système augmente. Justifier. 1
6. La vitesse au point D est inférieure à la vitesse au point B. Justifier ceci sans calcul à l'aide du principe de conservation de l'énergie. 1

En réalité, les frottements ne sont pas négligeables. Entre le point A et B, le système perd une énergie : Q=1,0 kJ.

7. Préciser le mode de transfert de cette énergie. 0,5
8. Appliquer le principe de conservation de l'énergie entre le point A et B pour le système wagon et en déduire l'expression de la vitesse au point B, notée v'_B en fonction de m, g, Q, y_A et y_B. 2
9. Identifier sur le graphique ci-dessous les courbes correspondant aux énergies mises en jeu en justifiant vos choix. 1,5



Partie B (8,5 point)

Document n°1 : Equation de fission ayant lieu dans le réacteur nucléaire d'une centrale

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{93}_{36}\mathrm{Kr} + ^{140}_{56}\mathrm{Ba} + 3\ ^{1}_{0}\mathrm{n}$$

Lors de la fission d'un noyau d'uranium 235, la perte de masse vaut $3{,}097.10^{-28}$ kg

Document n°2 : Rendement d'une centrale nucléaire

Le rendement de production d'électricité théorique des centrales électriques utilisant un réacteur nucléaire est de 33,00 %. Les centrales électriques alimentées au fioul ou au charbon possèdent un rendement un peu supérieur (environ 40 %) car elles fonctionnent avec une température de vapeur plus élevée (moins de contraintes de sécurité).

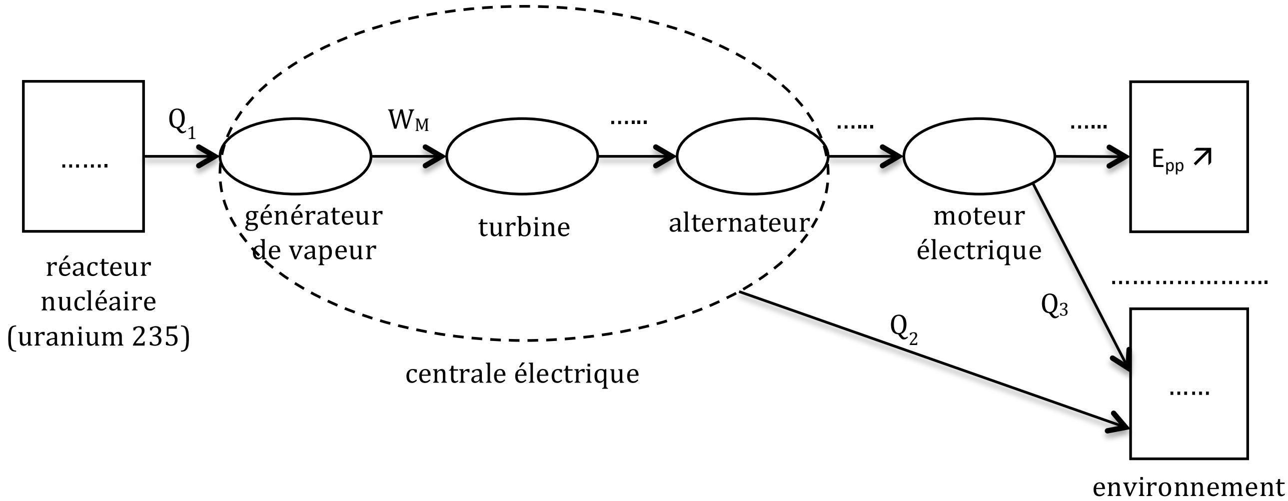
Document n°3 : Le départ du manège

Dans une montagne russe, le wagon avec ses deux passagères est acheminé du quai d'embarquement au point A grâce à un moteur électrique. L'énergie transférée au moteur vaut 6,944 W.h

Données :

- Vitesse de la lumière : $c = 2{,}998.10^{8}$ m/s
- $m(^{235}_{92}\mathrm{U}) = 3{,}902.10^{-25}$ kg
- Conversion : 1,000 W.h = 3,600 kJ

1. Exprimer le défaut de masse de la réaction de fission en fonction des différentes masses des particules de l'équation 0,5
2. Exprimer puis calculer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium. 1,5
3. Compléter la chaîne énergétique simplifiée ci-dessous permettant la montée du wagon. 1,5



4. Exprimer le rendement de la centrale électrique. 1
5. Calculer la valeur de l'énergie Q_1 (en joules) nécessaire à la montée du wagon. 1,5
6. Montrer que la montée du wagon nécessite la fission d'environ 1 µg d'uranium 235. 2,5

Correction du devoir surveillé n°6 (1ère S)

Partie A :

1. Exprimer puis calculer l'énergie cinétique au point A pour le système (wagon+participants).

L'**énergie cinétique** au **point A** est **nulle** : $\mathbf{Ec_A = ½ \times m \times v_A^2 = 0\ J}$ car $v_A = 0$ m/s.

2. Exprimer puis calculer l'énergie potentielle de pesanteur au point A du système (w+p).

L'**énergie potentielle de pesanteur** au **point A** vaut environ **18 kilojoules** car :
$\mathbf{Epp_A = m \times g \times y_A} = 150 \times 9{,}81 \times (5{,}0 + 4{,}0 + 3{,}0) = \mathbf{1{,}77 \times 10^4\ J = 17\ kJ}$

3. Appliquer le principe de conservation de l'énergie entre le point A et B pour le système (w + p) et en déduire l'expression de la vitesse v_B en fonction de g, h_A et h_B.

Sachant que l'on considère que les **frottements** sont **négligeables**
alors l'**énergie mécanique** du système (w + p) est **conservée** entre ces 2 points :

$\mathbf{Em_A = Em_B}$ ce qui donne $\mathbf{Ec_A + Epp_A = Ec_B + Epp_B}$ avec $\mathbf{Ec_A = 0\ J}$
d'où : $m \times g \times y_A = m \times g \times y_B + ½ \times m \times v_B^2$
ce qui donne : $½ \times m \times v_B^2 = m \times g \times (y_A - y_B)$

$$\boldsymbol{v_B = \sqrt{2g \times (y_A - y_B)}}$$

4. Calculer la vitesse v_B du système au point B.

La **vitesse** du système, au **point B**, vaut environ **13 m/s** car :

$$\boldsymbol{v_B = \sqrt{2g \times (y_A - y_B)} = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times (12{,}0 - 3{,}0)} = 13\ m/s}$$

5. D'après la question 4, préciser comment varie la vitesse v_B si la masse du système (w + p) augmente. Justifier.

Si la **masse** du **système** (w + p) **augmente**, la **vitesse v_B ne varie pas**
car elle ne dépend pas de la masse du système.

En réalité, les frottements ne sont pas négligeables. Entre le point A et B, le système perd une énergie : Q = 1,0 kJ.

6. La vitesse au point D est inférieure à la vitesse au point B. Justifier ceci sans calcul à l'aide du principe de conservation de l'énergie.

Sachant que l'on considère que les **frottements** sont **négligeables**
alors l'**énergie mécanique** du système (w + p) est **conservée** entre B et D :

$\mathbf{Em_B = Em_D}$ ce qui donne $\mathbf{Ec_B + Epp_B = Ec_D + Epp_D}$
Sachant que l'énergie potentielle de pesanteur augmente entre B et D, l'énergie cinétique va donc diminuer.
La vitesse au point D sera bien inférieure à celle du point B.

7. Préciser le mode de transfert de cette énergie.

Les **pertes d'énergie,** dues aux **frottements,** se font sous forme d'un **transfert thermique** (**chaleur**).

8. Appliquer le principe de conservation de l'énergie entre le point A et B pour le système wagon et en déduire l'expression de la vitesse au point B, notée v'_B en fonction de m, g, Q, h_A et h_B.

Sachant que les **frottements** ne sont **pas négligeables** alors l'**énergie mécanique** du système (w + p) est n'est **pas conservée** entre ces 2 points :

$\mathbf{Em_A = Em_B + Q}$ ce qui donne $\mathbf{Ec_A + Epp_A = Ec_B + Epp_B + Q}$ avec $\mathbf{Ec_A = 0\ J}$
d'où : $m \times g \times y_A = m \times g \times y_B + ½ \times m \times v'^2_B + Q$
ce qui donne : $½ \times m \times v'^2_B = m \times g \times (y_A - y_B) - Q$

$$\boldsymbol{v'_B = \sqrt{2g \times (y_A - y_B) - \frac{2Q}{m}}}$$

9. Identifier sur le graphique ci-dessous les courbes correspondant aux énergies mises en jeu

La **courbe 1** correspond à l'**énergie mécanique** du système (w+p) car elle diminue légèrement entre les points A et B (perte d'énergie due aux frottements).

La **courbe 2** correspond à l'**énergie cinétique** du système (w+p)
car elle est nulle au point A (état initial) puis elle augmente jusqu'au 1er creux
puis diminue légèrement en arrivant au point B (état final).

La **courbe 3** correspond à l'**énergie potentielle de pesanteur** du système (w+p) car elle est maximale au point A (état initial) puis elle diminue jusqu'au 1er creux puis augmente légèrement en arrivant au point B (état final).

Partie B :

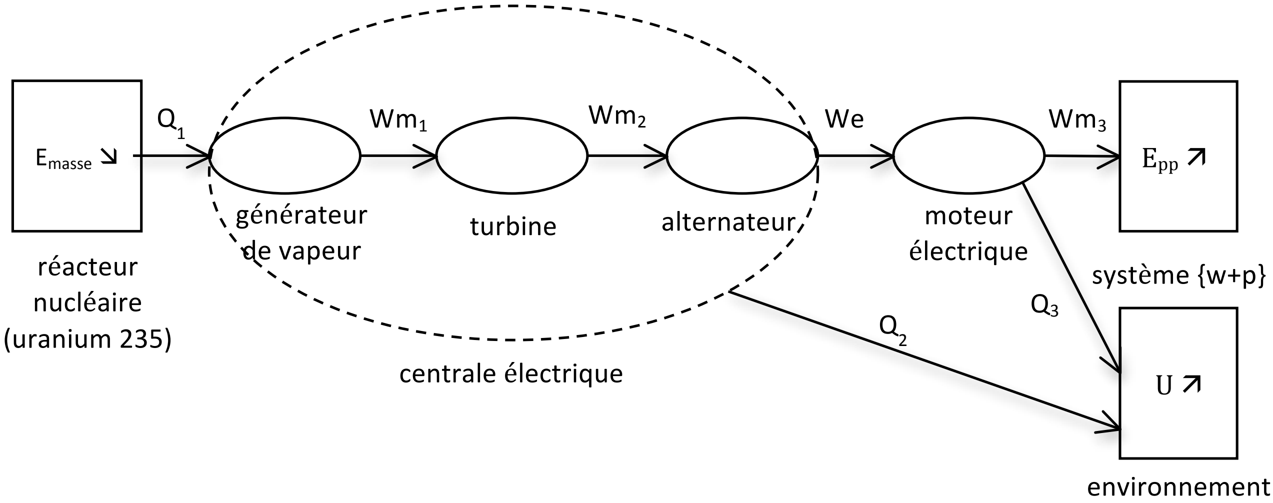
1. Exprimer le défaut de masse de la réaction de fission en fonction des différentes masses des particules de l'équation.

$$\Delta m = \left(\mathrm{m}({}^{93}_{36}\mathrm{Kr}) + \mathrm{m}({}^{140}_{56}\mathrm{Ba}) + 3\,\mathrm{m}({}^{1}_{0}\mathrm{n})\right) - \left(m({}^{235}_{92}\mathrm{U}) + \mathrm{m}({}^{1}_{0}\mathrm{n})\right)$$

2. Calculer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium.

L'**énergie libérée** par la **fission** d'un **noyau d'uranium** vaut :
$\mathbf{\Delta E = |\Delta m| \times c^2} = 3{,}097\times 10^{-28} \times (2{,}998 \times 10^{8})^2 = \mathbf{2{,}784 \times 10^{-11}\ J}$

3. Compléter la chaîne énergétique simplifiée ci-dessous permettant la montée du wagon.



4. Exprimer le rendement de la centrale nucléaire.

Le rendement de la centrale nucléaire est : $\mathbf{\eta}$ **(ou** $\mathbf{\rho}$**)** $\mathbf{= W_E / Q_1}$ (= 0,3300)

5. Calculer la valeur de l'énergie Q_1 (en joules) nécessaire à la montée du wagon.

On sait que l'énergie électrique W_E transférée au moteur vaut :
$\mathbf{W_E = 6{,}944\ W.h} = 6{,}944\times10^{-3} \times 3{,}600\ \mathrm{kJ} = 6{,}944 \times 3{,}600\times10^{3}\ \mathrm{J} = \mathbf{2{,}500 \times 10^{4}\ J}$
Sachant que : η (ou ρ) $= W_E / Q_1 = 0{,}3300$
donc l'**énergie Q_1** nécessaire à la montée du wagon vaut :
$\mathbf{Q_1 = W_E / \eta} = 2{,}500 \times 10^{4} / 0{,}3300 = \mathbf{7{,}576 \times 10^{4}\ J}$

6. Montrer que la montée du wagon nécessite la fission d'environ 3×10^{15} noyaux d'uranium.

On sait que l''énergie libérée ΔE par la fission d'un noyau d'uranium 235 (de masse $3{,}902.10^{-25}$ kg) vaut $\Delta E = 2{,}784 \times10^{-11}$ J
Donc il faut une **masse m_T** de **noyaux d'uranium 235** :
$\mathbf{m_T = m({}^{235}_{92}U) \times Q_1 / \Delta E} = 3{,}902.10^{-25} \times 7{,}576 \times 10^{4} / (2{,}784 \times10^{-11}) = 1{,}062.10^{-9}$ kg = 1,062 µg de noyaux d'uranium 235

ou

On sait que l''énergie libérée ΔE par la fission d'un noyau d'uranium 235 vaut :
$\Delta E = 2{,}784 \times10^{-11}$ J
Donc il faut un **nombre N** de **noyaux d'uranium 235** :
$\mathbf{N = Q_1 / \Delta E} = 7{,}576 \times 10^{4} / (2{,}784 \times10^{-11}) = \mathbf{2{,}721\times 10^{15}}$ noyaux d'uranium 235
Donc il faut une **masse m_T** de **noyaux d'uranium 235** :
$\mathbf{m_T = N \times m({}^{235}_{92}U)} = 2{,}721\times 10^{15} \times 3{,}902.10^{-25} = 1{,}062.10^{-9}$ kg = 1,062 µg de noyaux d'uranium 235