|  |
| --- |
| **Niveau :** PREMIERE spécialité physique chimie |
| **Type de ressources :** Evaluation |
| **Notions et contenus :**   * Energie cinétique d’un système modélisé par un point matériel. * Travail d’une force. Expression du travail dans le cas d’une force constante. * Energie potentielle. Cas du champ de pesanteur terrestre. * Théorème de l’énergie cinétique. * Conservation et non conservation de l’énergie mécanique |
| **Capacités exigibles travaillées ou évaluées :**   * Utiliser l’expression de l’énergie cinétique d’un système modélisé par un point matériel. * Enoncer et exploiter le théorème de l’énergie cinétique. * Etablir et utiliser l’expression de l’énergie potentielle de pesanteur pour un système au voisinage de la surface de la Terre. * Identifier des situations de conservation et de non conservation de l’énergie mécanique. * Exploiter la conservation de l’énergie mécanique dans des cas simples : chute libre en l’absence de frottement. |
| **Nature de l’activité :** Evaluation bilan sur le thème : l’énergie, conversions et transferts.  Durée 2h pour les 4 exercices.  Possibilité de réduire à 1h en choisissant 2 exercices. |
| **Résumé :** Evaluation avec 4 exercices indépendants.  Un QCM sur la notion « travail d’une force », un exercice sur les transferts d’énergie au cours d’une chute libre (intégrant du Python), un exercice sur l’utilisation de l’énergie potentielle de pesanteur de blocs de béton pour stocker de l’énergie et un dernier exercice sur la récupération d’énergie cinétique lors d’un freinage. |
| **Mots clefs** **:** énergie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique, transfert d’énergie, évaluation, python |
| **Académie où a été produite la ressource :** Strasbourg |

Physique-chimie

Programme de la classe de première (enseignement de spécialité)

**Document élève**

*Donnée :*

*Intensité de pesanteur au voisinage de la surface de la Terre g = 9,8 N.kg-1*

**EXERCICE 1 : QCM**

**Chaque question peut avoir une, plusieurs ou aucune réponse exacte.**

**1/** Le travail d’une force s’exprime en :

a/ Joule (J)

b/ Newton (N)

c/ Watt (W)

d/ aucune des réponses

**2/** Une force de frottement a un travail :

a/ toujours positif

b/ toujours négatif

c/ toujours nul

d/ cela dépend de la vitesse

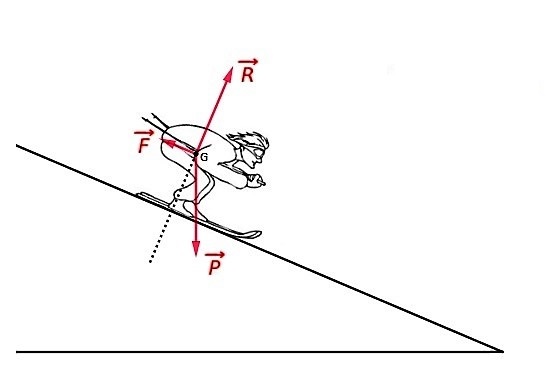
**3/** Lorsqu’un objet tombe en chute libre, le travail du poids est :

a/ positif

b/ négatif

c/ nul

d/ cela dépend de la météo…



**4/** Dans la situation du skieur ci-contre, la (les) force(s) suivante(s) ne travaille(nt) pas :

a/ 

b/ 

c/ 

d/ aucune des réponses

**5/** Quelle est l’expression du travail d’une force lors d’un déplacement entre A et B ? L’angle entre la force  et le déplacement  est noté .

a/ 

b/ 

c/ 

d/ 

**EXERCICE 2 : la Tour de chute libre**

|  |  |
| --- | --- |
| Une tour de chute libre est une attraction foraine composée d'une nacelle se déplaçant verticalement sur une tour centrale servant de mât. La nacelle est hissée le long de la tour presque jusqu'au sommet, s’arrête puis est lâchée subitement, produisant un « airtime » en apesanteur de quelques secondes. Le sommet de la tour accueille la machinerie. Un système de frein magnétique ralentit la chute permettant aux passagers de revenir lentement au sol. Ce type de tours varient en hauteur, capacité, types d'élévateur et de frein.  *Extrait d’un article Wikipedia*  La nacelle est en chute libre si la seule force extérieure qui s’exerce sur elle est son poids.  *Caractéristiques techniques d’une tour de chute libre :*   * *Nombre de passagers maximum : 16* * *Masse totale de la nacelle passagers compris : 3 000 kg* * *Hauteur effective de chute : 80,0 m* * *Vitesse maximale de chute annoncée : 135 km.h-1* | *Schéma de la Tour de chute libre* |

**On étudie dans cet exercice les transferts d’énergie mis en jeu dans cette attraction. Pour cela, on négligera les forces de frottements et on choisira une énergie potentielle de pesanteur nulle au niveau du sol.**

**Q1/** Rappeler l’expression de l’énergie cinétique, de l’énergie potentielle de pesanteur et de l’énergie mécanique d’un système de masse m à une altitude y.

**Q2/** Si on néglige les frottements, quelle énergie se conserve ?

**Q3/** Donner une écriture littérale de cette conservation entre les points A et B pour le système {nacelle + passagers} assimilé à un point matériel de masse m.

**Q4/** Sachant quela vitesse initiale de la nacelle au point A est nulle montrer que l’expression littérale de la vitesse VB au point B s’écrit :

**** avec  (hauteur de chute)

*Le programme python ci-dessous permet de simuler l’évolution au cours du temps t de l’énergie cinétique Ec, de l’énergie potentielle de pesanteur Ep et de l’énergie mécanique Em du système, dans le cas de la situation considérée, c’est-à-dire une chute sans frottements.*

|  |
| --- |
|  |

*La fonction .append ajoute un élément à une liste.*

**Q5/** Compléter les lignes 17 et 18 du programme.

**Q6/** Que réalisent les lignes 20, 21 et 22 ?

*Après exécution du programme Python, on obtient le graphique suivant :*



**Q7/** Attribuer chacune des courbes 1, 2 et 3 aux énergies représentées (énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur et énergie mécanique). Justifier en utilisant l’évolution des courbes.

**Q8/** Expliquer les transferts d’énergie mis en jeu lors de la chute de la nacelle.

**Q9/** A l’aide du graphique et du programme python, déterminer l’altitude y atteinte par la nacelle lorsqu’on observe une répartition égale entre l’énergie cinétique et l’énergie potentielle de pesanteur ? Commenter.

**Q10/** La vitesse maximale de chute annoncée par le constructeur du manège est-elle la même que celle calculée ? Si tel n’est pas le cas, expliquer la raison.

**Q11/** Peut-on qualifier la chute de la nacelle comme étant une chute libre ? Expliquer.

**EXERCICE 3 : stocker de l’énergie dans des blocs de béton**

La start-up suisse a imaginé une technologie utilisant la gravité pour stocker l'électricité issue des énergies vertes. Une solution écologique et économique qui séduit les fournisseurs d'énergie du monde entier.

Une grue de 120 mètres de haut, constituée d'un empilement de blocs de béton et couronnée de 6 bras déplaçant les briques à des différentes hauteurs. Voilà l'étrange tour que la start-up suisse Energy Vault a imaginée pour résoudre le problème du stockage des énergies renouvelables.

Concrètement, lorsque l'électricité est excédentaire sur le réseau, elle est utilisée par la grue pour hisser les blocs de 35 tonnes chacun vers le sommet de la tour. Quand la demande est supérieure à l'offre, les blocs sont redescendus à une vitesse d'environ 2,9 m/s alimentant un alternateur qui décharge l'électricité en moins de 3 secondes. Un logiciel assure le positionnement des briques, en tenant compte de l'approvisionnement énergétique et de la demande.

*https://www.lesechos.fr/thema/energie-stockage/energy-vault-stocke-lenergie-dans-une-grue-en-beton-1026304*

*Donnée : 1 Wh = 3600 J*

**Q1/** A votre avis, pour quelle raison doit-on stocker les énergies solaire et éolienne ?

**Q2/** Sous quelle forme d’énergie est stockée l’énergie avec les blocs de béton ?

**Q3/** Calculer l’énergie potentielle de pesanteur Ep d’un bloc de béton à 60 mètres de hauteur.

La consommation annuelle en électricité d’un lycée est de 1,5 GWh / an.

**Q4/** Combien de blocs doit soulever la grue pour stocker l’énergie nécessaire à une journée de fonctionnement du lycée ?

**EXERCICE 4** : **freinage régénératif d’une voiture hybride**

**Principe d’une voiture hybride.**

Un véhicule « hybride » combine un moteur à combustion interne (moteur thermique) et un moteur électrique. Il utilise donc à la fois un carburant (essence) et de l’électricité.

**- Le moteur thermique,** relié aux roues motrices, assure l’essentiel de la locomotion en vitesse de croisière. Il contribue aussi à la recharge des batteries.

**- Le moteur électrique,** lui aussi relié aux roues, participe à la locomotion dans les vitesses basses.

Le moteur électrique est réversible et dans les phases de décélération et de freinage, il récupère l’énergie cinétique, la transforme en électricité et alimente la batterie. L’énergie électrique stockée dans la batterie pourra être redistribuée au moteur électrique lors d’une prochaine utilisation, ce qui permet de diminuer la consommation d’essence.

*D’après : https://www.planete-energies.com/fr/media/article/comment-ca-marche-voiture-hybride*

Le rendement d’un cycle de charge - décharge de la batterie est d’environ 86%.

Une voiture hybride non rechargeable peut stocker environ 2 kWh d’énergie dans la batterie.

**L’objectif de cet exercice est de calculer la quantité d’énergie récupérée par une voiture hybride lors d’un freinage pour s’arrêter à un stop.**

On considère le système {voiture + conducteur} assimilé à un point de masse 𝑚 = 1,95 tonnes, dans le référentiel terrestre considéré comme étant galiléen.

Le système {voiture + conducteur} se déplace à l’horizontale, en ligne droite. La voiture arrive en A à 50 km/h et freine pour s’arrêter à un stop en B. La distance entre A et B est de 150 m.



**Q1/** Représenter sur un schéma, toutes les forces qui s’exercent sur la voiture lorsqu’elle se trouve entre A et B. *Sur ce schéma, la voiture sera représentée par un point.*

**Q2/** Calculer le travail des forces qui s’exercent sur la voiture entre A et B.

**Q3/** Utiliser le théorème de l’énergie cinétique afin de calculer la valeur des forces de frottements.

**Q4/** Calculer la quantité d’énergie récupérée lors du freinage de la voiture entre A et B et la quantité réutilisable lorsque la voiture va redémarrer.

**Q5/** Expliquer pourquoi la technologie hybride est la plus efficace lorsqu’on roule en milieu urbain.

**Pour le professeur (mise œuvre, éléments de correction, ...)**

**Proposition de correction**

**EXERCICE 1 : QCM**

**Chaque question peut avoir une, plusieurs ou aucune réponse exacte.**

**1/** Le travail d’une force s’exprime en :

a/ Joule (J)

b/ Newton (N)

c/ Watt (W)

d/ aucune des réponses

**2/** Une force de frottement a un travail :

a/ toujours positif

b/ toujours négatif

c/ toujours nul

d/ cela dépend de la vitesse

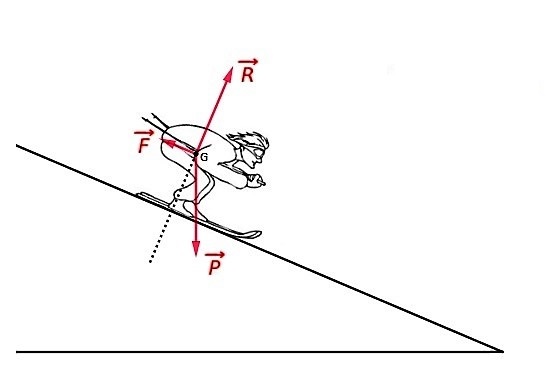
**3/** Lorsqu’un objet tombe en chute libre, le travail du poids est :

a/ positif

b/ négatif

c/ nul

d/ cela dépend de la météo…



**4/** Dans la situation du skieur ci-contre, la (les) force(s) suivante(s) ne travaille(nt) pas :

a/ 

b/ 

c/ 

d/ aucune des réponses

**5/** L’expression du travail d’une force lors d’un déplacement entre A et B est :

a/ 

b/ 

c/ 

d/ 

**EXERCICE 2 : la Tour de chute libre**

***Q1/*** *Rappeler l’expression de l’énergie cinétique, de l’énergie potentielle de pesanteur et de l’énergie mécanique d’un système de masse m à une altitude y.*







***Q2/*** *Si on néglige les frottements, quelle énergie se conserve ?*

L’énergie mécanique se conserve en absence de frottements.

***Q3/*** *Donner une écriture littérale de cette conservation entre les points A et B pour le système {nacelle + passagers} assimilé à un point matériel de masse m.*





***Q4/*** *En déduire que l’expression littérale de la vitesse VB au point B s’écrit :*



****

** **

** ** avec  (hauteur de chute)

***Q5/*** *Compléter les lignes 17 et 18 du programme.*

Ep.append(m\*g\*y[i])

Em.append(Ec[i]+Ep[i])

***Q6/*** *Que réalisent les lignes 20, 21 et 22 ?*

Ces lignes tracent (plot) : Ec en fonction du temps t, Ep en fonction du temps t et Em en fonction du temps t.

***Q7/*** *Attribuer chacune des courbes 1, 2 et 3 aux énergies représentées (énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur et énergie mécanique). Justifier en utilisant l’évolution des courbes.*



* La courbe 1 représente l’énergie mécanique car elle est constante.
* La courbe 2 représente l’énergie cinétique qui augmente
* La courbe 3 représente l’énergie potentielle de pesanteur qui diminue.

***Q8/*** *Expliquer les transferts d’énergie mis en jeu lors de la chute de la nacelle.*

Lors de la chute de la nacelle l’énergie potentielle diminue car l’altitude diminue. L’énergie potentielle se transforme en énergie cinétique et celle-ci augmente.

L’énergie mécanique qui est la somme de l’énergie potentielle et de l’énergie cinétique reste constante pendant la chute libre car il n’y a pas d’autre transfert avec l’extérieur (pas de frottements).

***Q9/*** *A l’aide du graphique et du programme python, déterminer l’altitude y atteinte par la nacelle lorsqu’on observe une répartition égale entre l’énergie cinétique et l’énergie potentielle de pesanteur ? Commenter.*



1 300 000 J

Par lecture graphique, on lit au point de croisement des courbes :

Ep = 1 300 000 J = 1,3.106 J

*On trouve bien la moitié de la hauteur de chute !*

***Q10.*** *La vitesse maximale de chute annoncée par le constructeur du manège est-elle la même que celle calculée ? Si tel n’est pas le cas, expliquer la raison.*

Pour répondre à cette question l’élève peut utiliser soit les informations données dans le programme python soit utiliser le graphique.

1/ Utilisation du programme python



On peut lire dans le programme la valeur de la vitesse au point B : VB = 39,6 m.s-1.

Conversion en km.h-1 : 

2/ Utilisation du graphique



Ec(B)=2 400 000 J

Par lecture graphique, on a Ec(B) = 2 400 000 J = 2,4.106 J

Calcul de la vitesse :  



La vitesse théoriquement atteinte dans le cas d’une chute libre est d’environ 140 km.h-1.

Réponse à la question : La vitesse annoncée par le constructeur est de 135 km.h-1, ce qui est inférieur à la valeur théorique calculée dans le cas d’une chute libre.

***Q11.*** *Peut-on qualifier la chute de la nacelle comme étant une chute libre ? Expliquer.*

Il y a quelques frottements lors de la chute, ce n’est pas une chute libre.

**EXERCICE 3 : stocker de l’énergie dans des blocs de béton**

*Donnée : 1 Wh = 3600 J*

***Q1/*** *A votre avis, pour quelle raison doit-on stocker les énergies solaire et éolienne ?*

L’énergie solaire est disponible quand il y a du soleil, l’énergie éolienne quand il y a du vent. Ces énergies ont une disponibilité variable, c’est pourquoi il faut réussir à les stocker.

***Q2/*** *Sous quelle forme d’énergie est stockée l’énergie avec les blocs de béton ?*

L’énergie est stockée sous forme d’énergie potentielle de pesanteur.

***Q3/*** *Calculer l’énergie potentielle de pesanteur Ep d’un bloc de béton à 60 mètres de hauteur.*



***Q4/*** *Combien de blocs doit soulever la grue pour stocker l’énergie nécessaire à une journée de fonctionnement du lycée ?*

Energie électrique utilisée par un lycée en une journée : 



Il faut environ 720 blocs de béton pour stocker 4,1 MWh.

**EXERCICE 4** : **freinage régénératif d’une voiture hybride (RP)**

On considère le système {voiture + conducteur} assimilé à un point de masse 𝑚 = 1950 kg, dans le référentiel terrestre considéré comme étant galiléen.

Le système {voiture + conducteur} se déplace à l’horizontale, en ligne droite. La voiture arrive en A à 50 km/h et freine pour s’arrêter à un stop en B. La distance entre A et B est de 150 m.

***Q1/*** *Représenter sur un schéma, toutes les forces qui s’exercent sur la voiture lorsqu’elle se trouve entre A et B.*

B

A

***Q2/*** *Calculer le travail des forces qui s’exercent sur la voiture entre A et B.*

Poids : 

Réaction du sol : 

Frottements : 

***Q3/*** *Utiliser le théorème de l’énergie cinétique afin de calculer la valeur des forces de frottements.*







Calcul de la variation d’énergie cinétique ∆Ec :



Conversion de la vitesse VA : 



Calcul de la force de freinage :





***Q4/*** *En déduire la quantité d’énergie récupérable lors du freinage de la voiture entre A et B et la quantité d’énergie réutilisable lorsque la voiture va redémarrer. Exprimer ces énergies en Wh.*

Sachant que la quantité d’énergie récupérée correspond à la variation d’énergie cinétique lors du freinage :

L’énergie récupérable est E = 1,9.105 J = 53 Wh

Sachant que le rendement d’un cycle de charge -décharge de la batterie est de 86% l’énergie réutilisable est de :



***Q5/*** *Expliquer pourquoi la technologie hybride est la plus efficace en mode urbain.*

Pour charger entièrement la batterie il faudrait  freinages de ce genre.

La technologie hybride est la plus efficace en ville car on roule moins vite (besoin de moins de puissance) et on freine souvent ce qui permet de recharger la batterie.