**Fiche Professeur**

**Durée**

1 séance

**Activité Formative**

Expérimentale & Auto-évaluation

**Physique-Chimie**

**1S**

**Étude énergétique d’une chute**

**Programme 2011**

**B.O. spécial N°9 du 30/09/10**

**COMPRENDRE**

**Formes et principe de conservation de l’énergie**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Références dans le BO** | La démarche scientifique  Mettre en œuvre un raisonnement pour identifier un problème, formuler des hypothèses, les confronter aux constats expérimentaux et exercer son esprit critique.  Mobiliser des connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile, afin de poser les hypothèses pertinentes.  Raisonner, argumenter, démontrer et travailler en équipe.  L’approche expérimentale  Analyser la situation-problème, s'approprier la problématique du travail à effectuer, justifier ou proposer un protocole comportant des expériences, puis le réaliser.  Confronter ses représentations avec la réalité, porter un jugement critique sur la pertinence des résultats obtenus et des hypothèses faites dans la perspective de les valider.  Faire des schématisations et des observations, réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée.  Être curieux, autonome et apte à prendre des initiatives.  Communiquer en utilisant des langages et des outils pertinents. | Notions et contenus  Énergie d’un point matériel en mouvement dans le champ de pesanteur uniforme : énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur, conservation ou non de l’énergie mécanique.  Frottements ; transferts thermiques ; dissipation d’énergie  Compétences attendues  Connaître et utiliser l’expression de l’énergie cinétique d’un solide en translation et de l’énergie potentielle de pesanteur d’un solide au voisinage de la Terre.  *Réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l’évolution de l’énergie mécanique d’un système au cours d’un mouvement.* |
| **Pré-requis** | - Expressions de l’énergie cinétique d’un solide en translation, de l’énergie potentielle de pesanteur d’un solide au voisinage de la Terre et de l’énergie mécanique  - Savoir réaliser et exploiter un enregistrement vidéo  - Savoir utiliser les fonctionnalités d’un tableau-grapheur | |
| **Conditions de mise en œuvre** | Effectif : réduit ; les élèves travaillent en binôme  Liste du matériel :  *Par paillasse élève :*  - Ordinateur relié à une imprimante, muni d’un logiciel permettant l’acquisition et le traitement d’une vidéo ainsi que d’un tableur-grapheur  - Une webcam sur trépied (ou dispositif potence + noix + pince)  - Une mire de mise au point fixée sur un écran et servant à l’étalonnage  - Une balle en caoutchouc  - Une lampe de bureau  - Une balance électronique  Documents mis à disposition pour les élèves :  - Fiche élève  - Fiche aide  - Fiche auto-évaluation  - Vidéo de la chute verticale d’un objet soumis à des frottements visqueux  - Notice simplifiée des logiciels utilisés. | |
| **Déroulement de l’activité** | Cette activité formative a pour objectifs :  - de mettre en œuvre un protocole expérimental afin de suivre l’évolution au cours du temps de l’énergie mécanique Em(t) lors de la chute d’un solide dans le champ de pesanteur terrestre ;  - à partir des résultats expérimentaux, de tracer et d’analyser les courbes d’énergie ;  - d’énoncer la conservation de l’énergie dans le cas d’une chute avec ou sans frottements.  L’épreuve se déroule en trois étapes :  1ère étape : appropriation du problème et formulation d’un protocole expérimental par binôme ;  2ème étape : réalisation par binôme de l’expérience correspondant au protocole expérimental formulé dans la première partie afin de répondre au problème posé et analyse des résultats expérimentaux en rapport avec la situation-problème ;  3ème étape : auto-évaluation par élève.  Une large autonomie est laissée aux élèves. Quatre appels professeur sont répartis afin de suivre dans les grandes lignes la progression des élèves et si nécessaire, leur poser des questions pour les aider à élaborer leur démarche scientifique.  Chaque binôme rédige un compte-rendu.  Une auto-évaluation est proposée sous la forme d’observables classés par domaine de compétences. Elle n’est pas destinée à l’enseignant. Elle permet à l’élève de s’interroger sur son travail et de l’initier à l’évaluation par compétences. | |
| **Bibliographie** | - Le cours de Feynman – Mécanique 1  - Les multiples visages de l’énergie – Article rédigé par Roger Balian (Académie des Sciences - Service de Physique Théorique, CEA de Saclay) et publié par Gabrielle Bonnet  - Proposition pour une auto-évaluation des compétences en physique au collège – Article rédigé par Karine Bécu-Robinault, maître de conférences à l’INRP, Lyon (<http://www.inrp.fr>) | |

**Fiche Élève Activité Formative – Durée : 1 séance**

**Étude énergétique d’une chute (première partie)**

**Situation-Problème**

« C’est un fait ou si vous voulez une *loi*, qui gouverne tous les phénomènes naturels connus à ce jour. Il n’y a pas d’exception connue à cette loi – elle est exacte pour autant que nous le sachions. La loi est appelée *conservation de l’énergie*. Elle affirme qu’il y a une certaine quantité que nous appelons énergie, qui ne change pas dans les multiples modifications que peut subir la nature. »

*Extrait du chapitre 4 – Mécanique 1 – Le cours de physique de Feynman*

On se propose de vérifier cette « loi » à partir de l’étude énergétique de la chute verticale d’un solide dans le champ de pesanteur terrestre.

**Première étape : appropriation du problème et formulation d’un protocole expérimental**

*On désire étudier l’évolution de l’énergie mécanique Em(t) au cours du temps lors de la chute verticale d’une balle dans le champ de pesanteur terrestre.*

Matériel mis à disposition*:*

- Une balle en caoutchouc

- Une webcam

- Un support, une noix et une tige pour accrocher la webcam

- Un écran blanc avec une mire de mise au point

- Une balance électronique

- Un ordinateur relié à une imprimante muni du logiciel d’acquisition et traitement vidéo, et d’un logiciel tableur-grapheur

- Une lampe de bureau

Documents mis à disposition :

- Notices simplifiées des logiciels

Données :

- Intensité de pesanteur g = 9,81 m.s2

|  |  |
| --- | --- |
| ***Questions/Réponses*** | **Domaine de compétences**  **(Ne rien écrire dans cette colonne)** |
| ***1.****Proposer le protocole expérimental permettant de suivre l’évolution de l’énergie mécanique Em(t) au cours du temps lors de la chute verticale de la balle dans le champ de pesanteur.*  ***Après avoir décrit le protocole expérimental dans votre compte-rendu ou si vous ne trouvez pas  un protocole expérimental satisfaisant, appeler le professeur (APPEL N°1)*** | **S’APPROPRIER**  **ANALYSER**  **COMMUNIQUER** |

**Étude énergétique d’une chute (deuxième partie)**

**Deuxième étape : mise en œuvre du protocole expérimental proposé et validation des résultats expérimentaux**

A l’aide des documents donnés par le professeur, répondre aux questions suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| ***Questions/Réponses*** | **Domaine de compétences**  **(Ne rien écrire dans cette colonne)** |
| ***2.****Mettre en œuvre le protocole expérimental.*  ***Après avoir mis en œuvre le protocole expérimental ou si vous rencontrez des difficultés lors de la mise en œuvre du protocole expérimental, appeler le professeur (APPEL N°2)*** | **REALISER** |
| ***3.****Tracer sur un même graphe, les courbes de l’évolution de l’énergie cinétique Ec(t), de l’énergie potentielle de pesanteur Epp(t) et de l’énergie mécanique Em(t) lors de la chute de la balle dans le champ de pesanteur terrestre.*  ***Après avoir tracé les courbes demandées ou si vous rencontrez des difficultés lors du tracé de la courbe, appeler le professeur (APPEL N°3)***  *Après validation du professeur, imprimer le graphe de Ec(t), Epp(t) et Em(t) et le joindre au compte-rendu.* | **REALISER**  **VALIDER** |
| ***4.****Décrire l’allure de chaque courbe Ec(t), Epp(t) et Em(t). Préciser les conversions d’énergie qui s’effectuent lors de la chute, en discutant notamment des principales sources d’erreurs et de la précision des mesures.*  ***Après avoir analysé les courbes d’énergie dans votre compte-renduou si vous rencontrez des difficultés lors de l’analyse de ces courbes, appeler le professeur (APPEL N°4)*** | **VALIDER**  **COMMUNIQUER** |
| ***5***. *Confronter les résultats obtenus avec l’extrait de texte de Richard Feynman (Situation-Problème).* | **ANALYSER**  **COMMUNIQUER** |
| ***6.****Visualiser le fichier vidéo*  *Il s’agit de la chute verticale d’un objet de petite dimension dans une éprouvette remplie d’eau sucrée. On obtient alors le graphe de l’évolution au cours du temps de son énergie mécanique, Em(t), présenté en annexe avec les documents remis par le professeur.*  *Analyser la courbe Em(t). Peut-on négliger les frottements de l’eau sucrée sur l’objet ? Justifier la réponse et confronter les résultats obtenus avec l’extrait de texte de Richard Feynman.* | **ANALYSER**  **COMMUNIQUER** |

**Fiche Élève Activité Formative – Durée : 1 séance**

**Étude énergétique d’une chute (troisième partie)**

**Troisième étape : Auto-évaluation**

*Compléter le tableau suivant individuellement et appeler le professeur si vous rencontrez des difficultés pour le remplir.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Domaine de**  **compétences** | **Dans cette activité :** | **Non acquis** | **En cours** | **Acquis** |
| **S’APPROPRIER** | j’ai compris les objectifs, ce qui m’est demandé |  |  |  |
| j’ai utilisé les documents et le matériel mis à ma disposition |  |  |  |
| **ANALYSER** | j’ai identifié les grandeurs nécessaires à acquérir pour suivre l’évolution de Em(t) |  |  |  |
| j’ai proposé un protocole pertinent |  |  |  |
| j’ai analysé les résultats obtenus de façon critique (*questions 5 et 6*) |  |  |  |
| j’ai répondu à la situation-problème en interprétant les résultats obtenus (*questions 5 et 6*) |  |  |  |
| **REALISER** | j’ai positionné correctement la webcam : parallaxe, cadrage, mise au point |  |  |  |
| j’ai placé un étalon de mesure |  |  |  |
| j’ai paramétré le logiciel d’acquisition vidéo |  |  |  |
| j’ai déclenché au moment opportun l’acquisition (début de la chute verticale de la balle) |  |  |  |
| j’ai réalisé une vidéo de qualité : objet en mouvement net, nombre de points suffisant… |  |  |  |
| j’ai paramétré le logiciel de pointage vidéo |  |  |  |
| j’ai réalisé avec soin le pointage |  |  |  |
| **VALIDER** | j’ai exploité les données et les fonctionnalités du tableur-grapheur pour créer les grandeurs Ec, Epp, Em |  |  |  |
| j’ai affiché les courbes d’énergie sur un même graphe en les identifiant visiblement |  |  |  |
| j’ai décrit les courbes d’énergie en détaillant leurs variations en fonction du temps |  |  |  |
| j’ai discuté de la conversion Epp en Ec lors de la chute de la balle |  |  |  |
| j’ai identifié les principales sources d’erreurs et estimé les incertitudes de mesures |  |  |  |
| **COMMUNIQUER** | j’ai échangé durant toute la séance avec mon binôme : proposition de protocole, explications sur l’utilisation d’un dispositif, rappel sur les connaissances du cours, interprétation d’un résultat obtenu…etc |  |  |  |
| j’ai décrit oralement le protocole proposé avec clarté et vocabulaire adapté |  |  |  |
| j’ai rédigé mon compte-rendu avec soin : qualité de la rédaction, description des différentes étapes, schéma légendé du dispositif expérimental, graphes légendés, mise en valeur des résultats… |  |  |  |

**AIDES et DOCUMENTS (A donner à partir de la deuxième étape)**

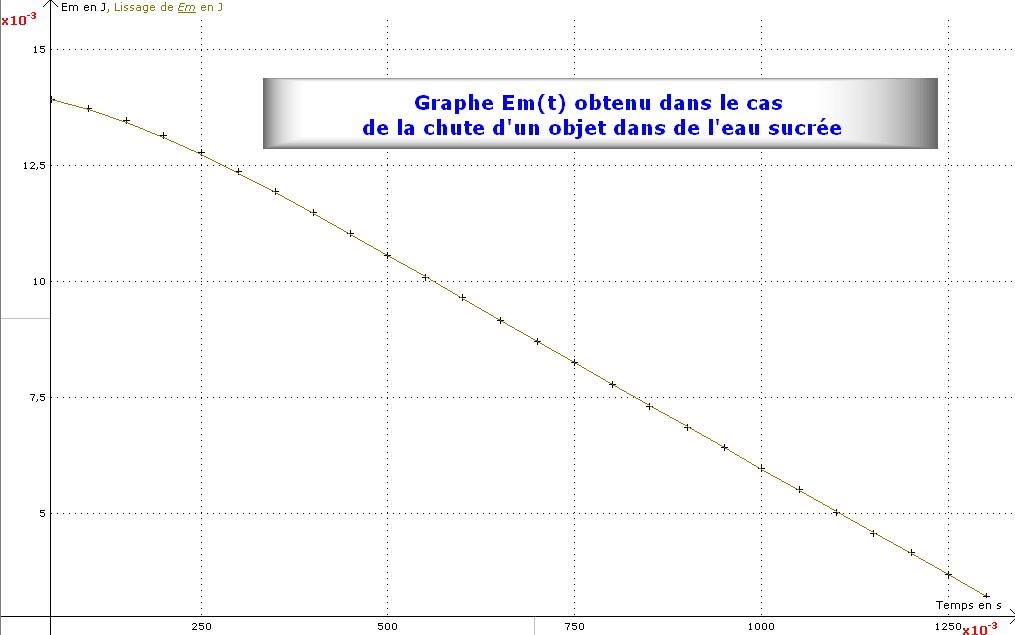
On se place dans le référentiel du laboratoire.

**Énergie cinétique** d’un mobile en mouvement de translation : Ec = ½ m.v² avec m la masse du mobile (en kg) et v sa vitesse (en m.s1).

**Énergie potentielle de pesanteur** : Epp = m.g.y en prenant Epp(y = 0) = 0 J et axe (Oy) orienté vers le haut, avec g = 9,81 m.s2, l’intensité de du champ de pesanteur

**Énergie mécanique** du mobile lors de sa chute : Em(t) = Ec(t) + Epp(t)

**Document associé à la question 6**



**Fiche Professeur + Réponses possibles aux questions Activité Formative – Durée : 1 séance**

**Étude énergétique d’une chute**

**Première étape : appropriation du problème et formulation d’un protocole expérimental**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Questions/Réponses*** | **Domaine de compétences**  **(Ne rien écrire dans cette colonne)** |
| ***1.****Proposer le protocole expérimental permettant de suivre l’évolution de l’énergie mécanique Em(t) au cours du temps lors de la chute verticale de la balle dans le champ de pesanteur.*  Lors de l’appel 1 au bout de 10 minutes:  Aider, si nécessaire, le binôme en posant par exemple les questions suivantes :  ☞ Rappeler l’expression de l’énergie mécanique en fonction de l’énergie cinétique et de l’énergie potentielle de pesanteur lors de la chute d’un solide dans le champ de pesanteur.  ☞  Quelles sont les grandeurs nécessaires à acquérir pour suivre l’évolution de Em(t) ?  ☞  Avec quels dispositifs peut-on enregistrer le mouvement d’un objet ? | **S’APPROPRIER**  **ANALYSER**  **COMMUNIQUER** |

**Deuxième étape : mise en œuvre du protocole expérimental proposé et validation des résultats expérimentaux**

A l’aide des documents donnés par le professeur, répondre aux questions suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| ***Questions/Réponses*** | **Domaine de compétences**  **(Ne rien écrire dans cette colonne)** |
| ***2.****Mettre en œuvre le protocole expérimental.*  Lors de l’appel 2 au bout de 10 minutes:  Aider, si nécessaire, le binôme en posant par exemple les questions suivantes :  ☞ Suivant quelle direction s’effectue le mouvement ? Quelle orientation choisit-on pour l’axe vertical ? Où se situe l’origine du repère y(t = 0) ?  ☞ Comment doit-on placer l’axe de la webcam par rapport au plan du cadrage ?  ☞ Quelle vitesse d’obturation doit-on prendre pour un objet en mouvement ? Grande ou petite ? Quelle incidence sur le gain pour obtenir une image lumineuse ?  ☞ Quel est l’intérêt du réglage de la fréquence image ? Doit-elle être petite ou grande ? Pourquoi ?  ☞ Quelle taille d’image choisir ? Pourquoi ?  ☞ Quel est l’intérêt de l’étalon de mesure ?  ☞ Si on veut connaître les positions de l’objet au cours du temps lors de sa chute, quel type de logiciel doit-on utiliser ? | **REALISER** |
| ***3.****Tracer sur un même graphe, les courbes de l’évolution de l’énergie cinétique Ec(t), de l’énergie potentielle de pesanteur Epp(t) et de l’énergie mécanique Em(t) lors de la chute de la balle dans le champ de pesanteur terrestre.*  Lors de l’appel 3 : affichage des courbes d’énergie sur un même graphe, puis impression. | **REALISER**  **VALIDER** |
| ***4.****Décrire dans le compte-rendu l’allure de chaque courbe Ec(t), Epp(t) et Em(t). Préciser les conversions d’énergie qui s’effectuent lors de la chute, en discutant notamment des principales sources d’erreurs et de la précision des mesures. Présenter votre analyse dans le compte-rendu.*  Lors de l’appel 4 :  Discussion sur les variations des courbes d’énergie : Ec(t) augmente ; Epp(t) diminue et Em(t) reste à peu près constante aux incertitudes de mesures près.  Conversion de l’énergie potentielle de pesanteur en énergie cinétique.  Principales sources d’erreurs : cadrage de la webcam par rapport au plan du mouvement, étalon de mesure, pointage des positions de l’objet. Ces erreurs peuvent être corrigées lors de cet appel  Estimation des incertitudes de mesure. | **VALIDER**  **COMMUNIQUER** |
| ***5***. *Confronter les résultats obtenus avec l’extrait de texte de Richard Feynman (Situation-Problème).*  Observer la conservation de l’énergie mécanique et validité de la loi de conservation de l’énergie décrite dans la situation-problème. | **ANALYSER**  **COMMUNIQUER** |
| ***6.****Visualiser le fichier vidéo .*  *Il s’agit de la chute verticale d’un objet de petite dimension dans une éprouvette remplie d’eau sucrée. On obtient alors le graphe de l’évolution au cours du temps de son énergie mécanique, Em(t), présenté en annexe avec les documents remis par le professeur.*  *Analyser la courbe Em(t). Peut-on négliger les frottements de l’eau sucrée sur l’objet ? Justifier la réponse et confronter les résultats obtenus avec l’extrait de texte de Richard Feynman.*  Observer que l’énergie mécanique n’est pas constante dans ce cas. Non conservation de l’énergie mécanique et rôle des frottements en comparant les deux types de chute. Validité de la loi de conservation de l’énergie : lors de la chute du solide avec frottements, une partie de son énergie mécanique est dissipée et transférée au milieu extérieur. | **ANALYSER**  **COMMUNIQUER** |

**Grille d’évaluation : ETUDE ENERGETIQUE D’UNE CHUTE**

(par élève)

NOM : ………………………… Prénom : …………………..

**Première étape  : appropriation du problème et formulation d’un protocole expérimental**

|  |  |
| --- | --- |
| **Domaine de compétences** | **Commentaires** |
| **S’APPROPRIER** *(bonne compréhension de l’objectif du TP, utilisation des documents fournis)* |  |
| **ANALYSER** *(identification des grandeurs nécessaires pour répondre à la problématique, proposition d’un protocole expérimental pertinent)* |  |
| **COMMUNIQUER** *(écrit, oral)* |  |

**Deuxième étape : mise en œuvre du protocole expérimental proposé et validation des résultats expérimentaux**

|  |  |
| --- | --- |
| **Domaines de compétences** | **Commentaires** |
| **REALISER** *(mise en place du dispositif, paramétrage du logiciel d’acquisition, réalisation de la vidéo, réalisation du pointage, transfert des données sous le logiciel tableur-grapheur, connaissance du matériel, etc.)* |  |
| **VALIDER** (*réflexion sur l’orientation de l’axe vertical, réflexion sur la référence pour l’énergie potentielle de pesanteur, influence des frottements de l’air, construction du graphe et son exploitation, prise en compte de l’incertitude des mesures, etc.*) |  |
| **ANALYSER** *(analyse des résultats de façon critique, confrontation des résultats obtenus avec la situation problème,..)* |  |
| **COMMUNIQUER** *(écrit, oral)* |  |

**Grille validation : ETUDE ENERGETIQUE D’UNE CHUTE**

(par élève)

NOM : ………………………… Prénom : …………………..

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Domaine de  compétences** | **Validation du domaine de**  **compétences** | | **Observables permettant la validation ou non du domaine de compétences** |
|
| **validé** | **non**  **validé** |
|
| **S’APPROPRIER** |  |  | L’élève doit avoir compris l’objectif de l’évaluation et avoir utilisé les documents et le matériel mis à sa disposition |
| **ANALYSER** |  |  | L’élève doit avoir proposé un protocole expérimental pertinent, réalisable avec le matériel mis à sa disposition, sans aide majeure du professeur pendant l’épreuve  Il sait identifier les paramètres essentiels et observer des phénomènes en rapport avec la situation proposée |
| **REALISER** |  |  | L’élève doit avoir manipulé avec précision et discernement en toute sécurité sans aide majeure du professeur  Il doit avoir tracé les courbes d’évolution de Ec(t), Epp(t) et Em(t) |
| **VALIDER** |  |  | L’élève doit avoir proposé au moins une conclusion valable au suivi de l’évolution de Em(t)  Il doit aussi s’interroger sur la validité et la précision de ses résultats expérimentaux ou il a proposé des améliorations pour ses protocoles, sans aide majeure du professeur |
| **COMMUNIQUER** |  |  | L’élève doit être capable de s’exprimer de façon compréhensible que ce soit à l’oral ou à l’écrit |