

Énergie mécanique au cours d'un mouvement

A Mouvement d'un pendule

Lors de l'oscillation d'un pendule, ses énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique évoluent différemment.

OBJECTIF Exploiter un enregistrement vidéo à l'aide d'un smartphone et de l'application FizziQ pour étudier l'évolution des énergies au cours d'un mouvement.

Doc. 1 Étudier un mouvement avec FizziQ

L'application FizziQ possède des outils pour faciliter l'analyse expérimentale. Parmi eux, l'outil **Étude cinématique** permet d'étudier un mouvement par pointage d'une vidéo ou d'une chronophotographie.



Matériel

- Un smartphone ou une tablette avec l'application FizziQ
- Un ordinateur avec un tableur-grapheur (Excel ou Calc)

► Guide d'utilisation de FizziQ p. 424

Protocole 1 Pointage d'une vidéo

- Dans l'onglet **Outils**, sélectionner **Étude cinématique** puis **Vidéo**. Choisir la vidéo « Pendule ».
- Définir l'échelle et noter l'orientation des axes.
- Réaliser le pointage, puis enregistrer la photographie de ce pointage dans le cahier d'expérience (onglet **Cahier**) en cliquant sur l'icône .
- Enregistrer dans le cahier d'expérience, en cliquant sur l'icône , les tableaux des résultats obtenus pour chacun des paramètres étudiés : position, vitesse et énergies (pour lesquelles il faut indiquer la masse de l'objet étudié).

Protocole FizziQ

QR code à importer comme activité dans l'application FizziQ :

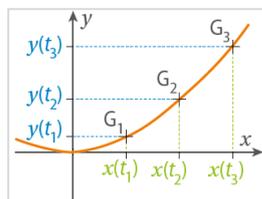


Protocole 2 Récupération des données dans un tableur

- Depuis le cahier d'expérience (onglet **Cahier**), exporter le fichier .csv des données obtenues lors du pointage en cliquant sur .
- Ouvrir ce fichier dans le tableur et identifier les données de chaque tableau en donnant des titres explicites aux colonnes intitulées *Valeur1* et *Valeur2*.

Doc. 2 Vitesse d'un point

Soit une chronophotographie montrant les différentes positions $G_1, G_2, G_3...$ d'un point G au cours de son mouvement. Les prises de vues successives sont séparées de la durée τ (nommée Δt dans l'application FizziQ).



On calcule approximativement la norme $v(t_2)$ de la vitesse instantanée du point G lorsqu'il occupe la position G_2 comme sa vitesse moyenne entre les positions G_1 et G_3 . Une valeur approchée de la norme de la vitesse instantanée du point à la date t_2 est :

$$v(t_2) = \sqrt{v_x(t_2)^2 + v_y(t_2)^2}$$

$$\text{avec } v_x(t_2) = \frac{x(t_3) - x(t_1)}{t_3 - t_1} \quad \text{et} \quad v_y(t_2) = \frac{y(t_3) - y(t_1)}{t_3 - t_1}.$$

L'écart $t_3 - t_1$ est égal à 2τ .

Doc. 3 Vocabulaire

- L'**énergie cinétique** E_c d'un solide de masse m en translation à une vitesse de norme v dans un référentiel donné est $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.
- L'**énergie potentielle de pesanteur** E_p d'un solide de masse m à une altitude y (d'origine arbitraire) au voisinage du sol terrestre est $E_p = mgy$, où $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.
- L'**énergie mécanique** E_m d'un solide est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur : $E_m = E_c + E_p$

Questions

1. Mise en œuvre du protocole 1

a. Au moment du pointage, observer les temps affichés sur l'écran. Sachant que la vidéo du pendule sur FizziQ a été filmée à 30 images par seconde, vérifier que la durée entre deux pointages a bien été reconnue par l'application.

b. Après avoir réalisé l'ensemble du protocole, afficher dans le cahier d'expérience la représentation graphique, en fonction du temps, de l'énergie

cinétique E_c , en cliquant sur l'icône ,

et de l'énergie potentielle de pesanteur E_p , en cliquant sur l'icône .

Quelle hypothèse peut-on faire sur l'évolution relative de ces deux énergies en fonction du temps ?

2. [facultatif] Validation des calculs de l'application

a. À partir des données de position récupérées dans le tableur (**protocole 2**), saisir des formules pour calculer la vitesse de la boule à chaque instant (**doc. 2**), ainsi que les énergies cinétique E_c et potentielle de pesanteur E_p (**doc. 3**).

b. Comparer les résultats obtenus par ces calculs avec ceux donnés par l'application.

3. Étude du pointage à l'aide d'un tableur

a. À partir des calculs précédents ou des données récupérées dans le tableur (**protocole 2**), tracer E_p en fonction de y et indiquer à quel(s) instant(s) le pendule passe par la verticale.

b. Tracer sur un même graphique E_c et E_p en fonction du temps t ; en déduire l'évolution relative de ces deux énergies en fonction du temps.

c. Ajouter une colonne pour calculer l'énergie mécanique E_m pour chaque position, puis tracer, sur le graphique précédent, la représentation graphique de E_m en fonction du temps.

d. Peut-on dire que l'énergie mécanique est conservée ?

Bilan

- Réaliser le graphique simplifié montrant la variation des énergies (cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique) de la boule du pendule.

► Cours 3c p. 313

B Étude de différents systèmes

OBJECTIF Réaliser un enregistrement vidéo à l'aide d'un smartphone et l'exploiter avec l'application FizziQ pour étudier l'évolution des énergies au cours d'un mouvement de différents systèmes.

Protocole 3 Réalisation d'un enregistrement vidéo du mouvement d'un objet (en groupe de deux minimum)

- Peser l'objet et noter sa masse m .
- Positionner un autre objet, de dimension connue, dans le champ de la vidéo pour donner l'échelle.
- Lâcher le premier objet, ou le mettre en mouvement.
- Réaliser la vidéo du mouvement de cet objet (**doc. 4**).

Matériel

- Un smartphone ou une tablette avec l'application FizziQ
- Un objet à mettre en mouvement et éventuellement un support pour le mouvement (plan incliné)
- Un objet pour donner l'échelle (par exemple une règle)
- Une balance

Protocole 4 Pointage de la vidéo réalisée

- Dans l'onglet **Outils**, sélectionner **Étude cinématique** puis **Vidéo**. Importer la vidéo réalisée.
- Définir l'échelle et noter l'orientation des axes.
- Réaliser le pointage, puis enregistrer la photographie de ce pointage dans le cahier d'expérience.
- Enregistrer dans le cahier d'expérience les tableaux des résultats obtenus pour chacun des paramètres étudiés : position, vitesse et énergies (pour lesquelles il faut indiquer la masse de l'objet étudié).

Protocole FizziQ

QR code à importer comme activité dans l'application FizziQ :



Doc. 4 Précautions pour la réalisation d'une vidéo

- Positionner la caméra face à ce que l'on filme.
- S'assurer que la caméra restera fixe et que son axe de visée est perpendiculaire au plan du mouvement.
- S'assurer que toute la scène entre dans le champ de la caméra.
- Placer un objet dans le plan du mouvement pour donner l'échelle.
- S'assurer d'une vitesse suffisante de l'objet pour qu'il se déplace « suffisamment » entre deux images.

Doc. 5 Différents systèmes d'étude possibles

- Balle en chute libre.
- Voiture en mouvement sur un plan rugueux.
- Voiture en mouvement sur un plan incliné.
- Balle lancée (avec vitesse initiale non verticale).
- Balle qui rebondit.
- Goutte d'huile en chute dans l'eau.
- Etc.

Questions

4. En groupe

- Choisir un système d'étude (**doc. 5**) et réaliser l'enregistrement vidéo du mouvement (**protocole 3**).
- Réaliser le pointage de la vidéo (**protocole 4**).
- Afficher dans le cahier d'expérience la représentation graphique, en fonction du temps, de l'énergie cinétique E_c et de l'énergie potentielle de pesanteur E_p .
- Réaliser sur papier le graphique simplifié montrant la variation des énergies (cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique) du système étudié.

5. Mise en commun



- Pour chaque système, réaliser un schéma des forces subies par le système.
- Comparer les variations des énergies obtenues pour les différents systèmes.

Bilan

- Formuler une hypothèse pour faire le lien entre l'évolution constatée de l'énergie mécanique du système et les forces qu'il subit au cours de son mouvement, en particulier leur nature conservative ou non conservative.

► Cours 3 p. 312 et 313