

M8n – ÉNERGIE MÉCANIQUE

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : énergie potentielle, énergie cinétique, conservation, chronophotographie.

Fichiers associés : energie-mecanique_prof.tns; energie-mecanique_eleve.tns



1. Objectifs

- Connaître l'énergie cinétique et potentielle de pesanteur d'un solide en translation dans un champ de pesanteur uniforme.
- Exploiter le principe de conservation de l'énergie.

2. Énoncé

Les lois de la physique sont fondées sur un principe de conservation qui affirme que, dans un système isolé, il existe une grandeur, l'énergie, qui se conserve lors de transformations successives subies par ce système.

L'énergie que possède un système mécanique (appelée simplement "énergie mécanique") est une énergie dont les transformations se produisent à l'échelle macroscopique.

Ainsi tout problème de mécanique met en jeu deux types d'énergie : potentielle et cinétique (l'une pouvant très bien se transformer en l'autre). L'énergie potentielle est liée à la position relative des différentes parties d'un système. C'est, par exemple, le cas de l'énergie potentielle de pesanteur que possède un système {Terre-objet} ou de l'énergie potentielle élastique que possède un ressort par exemple. L'énergie cinétique, elle, est associée au mouvement d'un corps et est proportionnelle à la masse de ce corps, ainsi qu'au carré de sa vitesse.

3. Matériel

- Une labstation et une calculatrice TI-Nspire,
- un capteur de distance CBR2 et son câble de liaison USB B - mini USB,
- une balle de tennis,
- un support avec noix de serrage.

4. Conduite de l'activité

L'activité se divise en trois parties :

- a) Utilisation de la plate forme TI-Nspire pour analyser une chronophotographie.
- b) Réalisation expérimentale de la chute libre d'une balle de tennis.
- c) Utilisation d'un simulateur afin de faciliter l'apprentissage des notions théoriques et de leurs représentations.

a. Analyse d'une chronophotographie

On a réalisé à partir d'une vidéo la chronophotographie¹ d'une boule de pétanque de masse $m = 800$ g.

La vidéo est filmée à 25 images par secondes et sa décomposition lors de la création de la chronophotographie a permis d'obtenir 18 images.

L'intervalle de temps séparant deux images est donc

$$\Delta t = \dots\dots\dots \text{s}$$

Mettre la calculatrice sous tension, puis ouvrir le classeur energie-mecanique_eleve.tns.

Sur la photographie, une règle de 1m a été posée. Un calcul de proportionnalité déjà réalisé permet, à partir des coordonnées du point M capturées manuellement, d'obtenir la position réelle de la boule de pétanque.

Pour capturer directement par pointage les coordonnées $(x(t); y(t))$ de la boule de pétanque à l'instant t , déplacer le point M sur une trace de la boule et appuyer sur les touches **ctrl** **.**.

Passer ensuite à la page **1.4** du classeur. Les données sont sauvegardées dans le tableur.

Calculer les vitesses

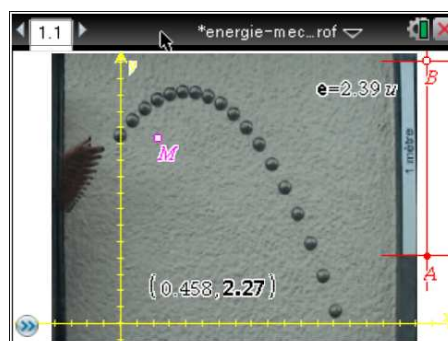
dans la cellule D2 : $v_x(t_n) = \frac{x(t_{n+1}) - x(t_{n-1})}{t_{n+1} - t_{n-1}}$

et dans la cellule E2 : $v_y(t_n) = \frac{y(t_{n+1}) - y(t_{n-1})}{t_{n+1} - t_{n-1}}$.

Les vitesses $v_x(t_n)$ et $v_y(t_n)$ sont exprimées respectivement en fonction des coordonnées $x(t_{n+1})$, $x(t_{n-1})$ et $y(t_{n+1})$, $y(t_{n-1})$ aux dates t_{n+1} et t_{n-1} .

Exprimer le carré de la vitesse v^2 en fonction des coordonnées v_x et v_y du vecteur vitesse dans le repère choisi.

La vitesse de la boule de pétanque est donnée par la relation $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$.



A	t	B	xt	C	yt	D
						=seq(x/25,=capture(')=capture(')
1		0	1.79517E...		2.32203	
2	1/25	0.152542			2.50847	
3	2/25	0.305085			2.66102	
4	3/25	0.440678			2.76271	
5	4/25	0.627119			2.83051	
CT						=2.3220338983051

¹ Chronophotographie réalisée à l'aide du logiciel libre « ChronoPy » <http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/archives/logiciels/auteurs/lanaud.htm> partir d'une vidéo au format .avi



Calculer les énergies cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ et potentielle de pesanteur par rapport à la terre $E_p = mgh$, l'origine de l'énergie potentielle étant celle du repère choisi.

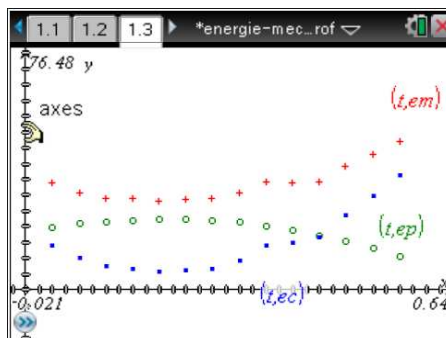
$m = 0,8 \text{ kg}$ et $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Calculer l'énergie mécanique totale $E_m = E_c + E_p$.

A	t	B	xt	C	yt	D	vx
=seq(x/25,=capture(')=capture(')							
1	0	-0.020829	2.30518				
2	1/25	0.140967	2.49588				4.0449
3	2/25	0.302763	2.65647				3.79209
4	3/25	0.444335	2.75684				3.79209
5	4/25	0.606131	2.81706				3.9185

Représenter le diagramme des énergies (nuage de points).

Régler correctement les graduations des axes en plaçant le curseur au voisinage de l'axe. Effectuer un **ctrl**  pour fermer la main, appuyer simultanément sur la touche **shift** .



Que peut-on dire, en première approximation, de l'énergie mécanique E_m au cours du mouvement ?

Que peut-on en conclure ? (En particulier, que penser de l'hypothèse sur la conservation de l'énergie mécanique ?)

.....

.....

.....

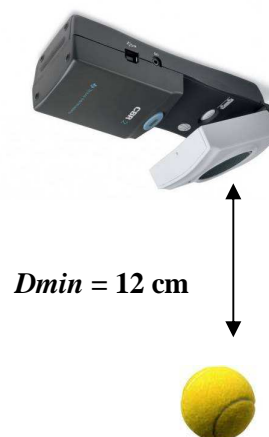
b. Étude expérimentale de la chute libre d'une balle de tennis

Placer le capteur sur un support.

Le capteur CBR 2 enregistre en fonction du temps la distance qui le sépare d'une balle de tennis en mouvement de chute libre.

A l'instant $t = 0$, la balle doit être située à une distance minimale de 12 cm.

La vitesse du mobile sera également calculée automatiquement ; il suffira de récupérer la variable correspondante pour effectuer directement le calcul des énergies cinétique et potentielle de pesanteur.



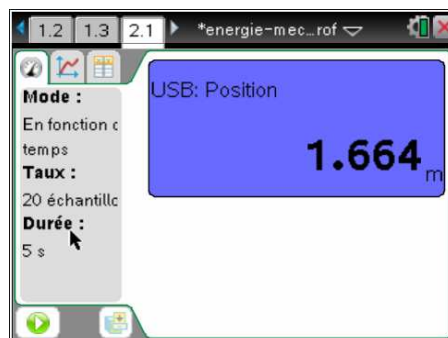
Paramétrage de l'acquisition

Insérer une nouvelle activité, puis une application Vernier DataQuest.

Connecter le capteur CBR2 à la calculatrice.



Appeler le professeur pour qu'il vous aide à paramétrer l'acquisition de données.



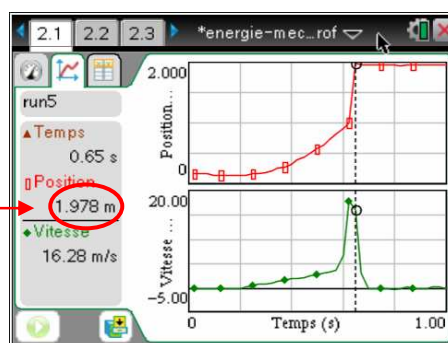
Réaliser l'acquisition de données en cliquant sur le

bouton

Analyse des données

Noter soigneusement la hauteur totale de chute. Cette distance sera ultérieurement utilisée pour effectuer le calcul de l'énergie potentielle de pesanteur. L'origine de calcul de cette énergie étant prise bien entendu au niveau du sol.

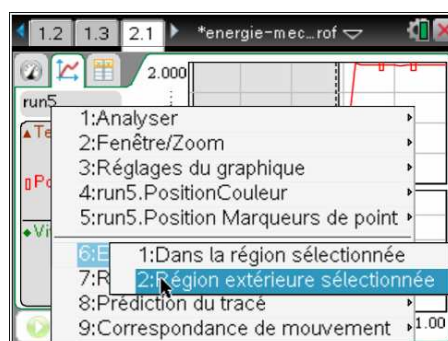
Stocker éventuellement cette valeur dans la variable *hmax*.



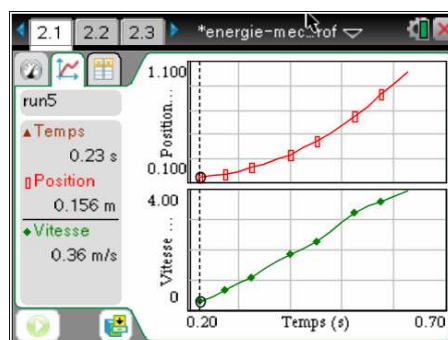
Utiliser le curseur pour sélectionner la portion de données précédent le rebond de la balle.

Appuyer sur la touche **menu** puis choisir le menu **6 : Exclure des données** et enfin **2 : Région extérieure sélectionnée**.

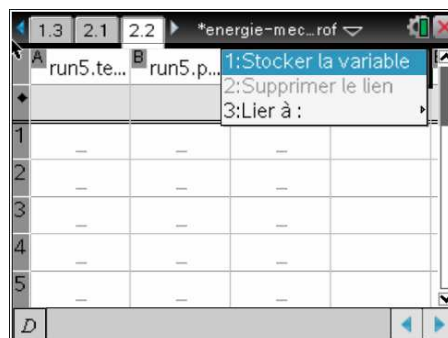
Les données seront exclues de l'analyse mais non effacées.



Affiner la sélection des données si vous le souhaitez.



Appuyer sur les touches **ctrl** **I** pour insérer une feuille du **Tableur & listes**.



Placer le curseur dans une colonne tout en haut de cette colonne.

	run5.temps	run5.p...	run5.vi...	
10	0.25	0.163806	0.444577	
11	0.275	0.177511	0.714133	
12	0.3	0.199829	0.946647	
13	0.325	0.225807	1.12122	
14	0.35	0.254616	1.3807	

Appuyer sur la touche **var** puis choisir le menu **3 : Lier les colonnes à**.

A à la variable run.temps,

B à la variable run.position,

C à la variable run.vitesse.

Le tableau sera automatiquement adapté à votre sélection.

Calculer directement les énergies cinétiques et potentielles.

	run5.p...	run5.vi...	ec	ep
12	0.199829	0.946647	0.020163	0.088125
13	0.225807	1.12122	0.028286	0.099581
14	0.254616	1.3807	0.042893	0.112286
15	0.29473	1.66285	0.062214	0.129976
16	0.338348	1.88869	0.080261	0.149211

La masse de la balle de tennis est : $m = 0,045$ kg, on prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Remarque : L'origine de l'énergie potentielle de pesanteur par rapport à la terre est prise au niveau du sol, le calcul de celle-ci s'effectue à l'aide de la relation $E_p = mg(h_{\text{max}} - h)$.

L'énergie cinétique est donnée par $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.

Représenter graphiquement le nuage de points des énergies calculées en fonction du temps.

Comment varient les énergies lors de la chute de la balle de tennis ?

.....

.....

.....

.....

c. Utilisation d'un simulateur afin de faciliter l'apprentissage des notions théoriques et de leurs représentations

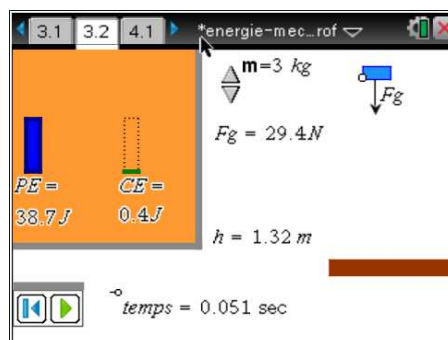
Deux simulateurs permettent d'observer de manière dynamique les variations des énergies mise en jeu lors d'un mouvement.

Modifier les paramètres qui influent sur ces énergies à l'aide de curseurs.

Le premier simulateur concerne l'expérience précédente sur la chute libre.

Lorsque le solide est dans sa position initiale quelle est :

- son énergie cinétique ?
- son énergie potentielle de pesanteur ?
- son énergie mécanique ?
- quelles transformations énergétiques ont lieu lors de la chute ?



Le second est, quant à lui, consacré à l'étude des énergies d'un chariot sur les montagnes russes, avec la possibilité d'introduire un coefficient de frottement.

- Indiquer les différentes formes d'énergie que possède la nacelle dans les positions A, B, C.

- Décrire les transformations d'énergie qui ont lieu entre les positions successives de la nacelle.

- Pour quelle position la valeur de la vitesse de la nacelle sera-t-elle la plus grande ?

