

Exercice 1 : Skateboard / 16 pts.

La finale de skateboard du FISE WORLD (Festival International des Sports Extrêmes) s'est déroulée le 5 mai 2016 à Montpellier. Parmi les nombreuses figures réalisées par les skateurs, les enchainements de « ollie » et de « grind » se sont succédés.

Comment faire un « ollie » ?

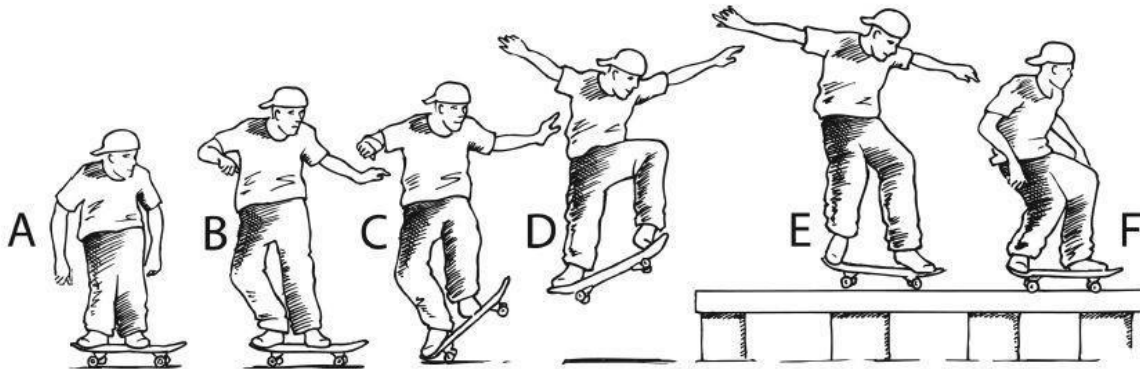


Un « ollie » est la figure de base du skateboard. Il s'agit d'un saut effectué avec la planche (...) Pour réaliser cette figure, il faut donner un bon coup avec votre pied arrière (dessin ci-contre). Il est important de bien faire claquer l'arrière de la planche ; c'est ce qui vous permet de décoller.

D'après <http://fr.wikihow.com/faire-un-ollie>

Enchainement d'un « ollie » et d'un « grind »

Le skateur avance d'abord en ligne droite à vitesse constante, puis la réalisation d'un « ollie » lui permet d'accéder à un rail et de glisser alors sur les axes de roues et de réaliser ainsi un « grind ». Cet enchainement peut se décomposer de la manière suivante :



D'après *Journal of Applied Biomechanics, University of Massachusetts*
<http://stilab.com/content/papers/kinetics-of-the-ollie-2.pdf>

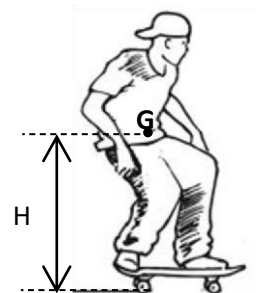
Données :

- hauteur du rail : $h = 45 \text{ cm}$;
- longueur du trajet sur le rail horizontal : $L = EF = 2,0 \text{ m}$;
- masse du système S {skateur + planche} : $m = 75 \text{ kg}$;
- intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

L'étude du mouvement du système S {skateur + planche} est faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen.

Dans tout l'exercice, le système S, considéré comme indéformable, est assimilé à un point matériel G situé à une distance $H = 1,0 \text{ m}$ du support où se trouve le skateur, quel que soit ce support (sol, rail...).

Pour toutes les phases du mouvement, on pose que l'énergie potentielle de pesanteur est nulle au niveau du sol.



Étude énergétique du « ollie »

On s'intéresse à présent au mouvement du système S sur le parcours CE.

Le skateur effectue un « ollie » ; il quitte le sol au point C au moment où sa vitesse est $v_C = 3,6 \text{ m.s}^{-1}$; il atteint le rail au point E avec la vitesse v_E . On néglige les frottements sur le parcours CE.

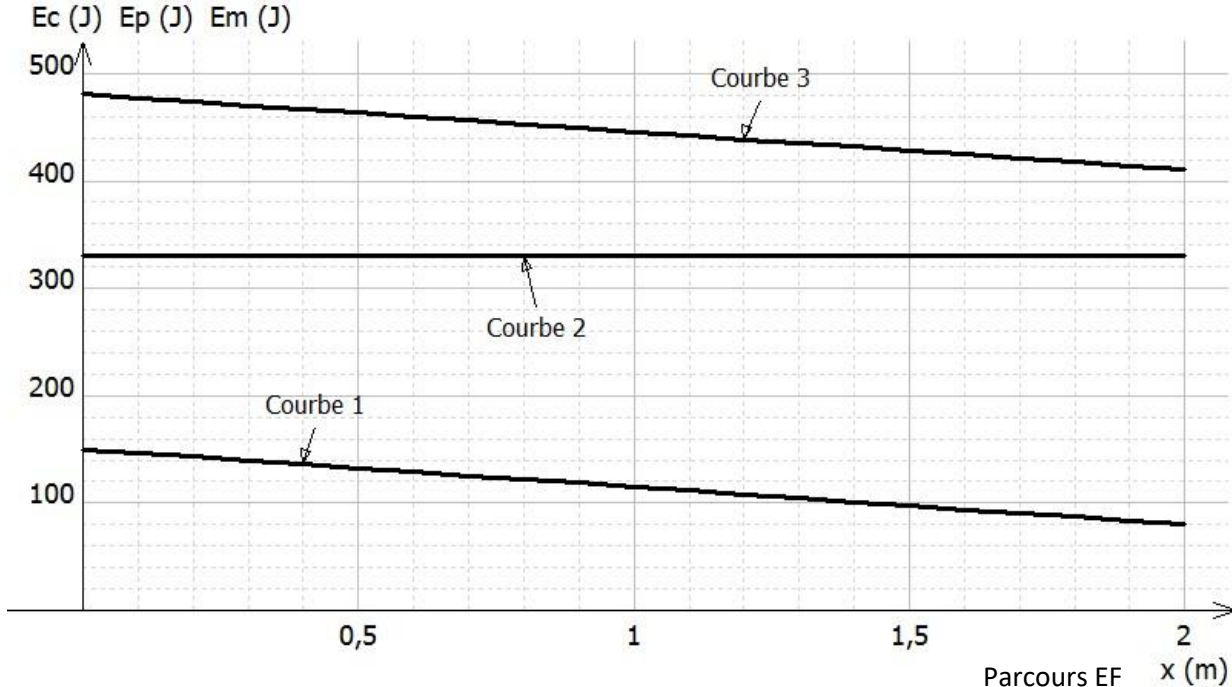
- 1.1. Donner l'expression littérale du skateur en C.
- 1.2. Que peut-on dire de l'énergie mécanique du système S au point C et au point E.
- 1.3. Calculer la vitesse v_E au point E.

Étude énergétique du « grind »

On étudie à présent le mouvement du système S qui glisse sans rouler sur le rail horizontal, du point E au point F. Les forces de frottement ne sont pas négligeables, elles sont assimilables à une force $\vec{f}$ unique, constante et opposée au sens du mouvement.

2.1. Le document ci-après rassemble les représentations graphiques de l'évolution des grandeurs énergie potentielle de pesanteur E_p , énergie cinétique E_c , et énergie mécanique E_m du système S sur le parcours EF.

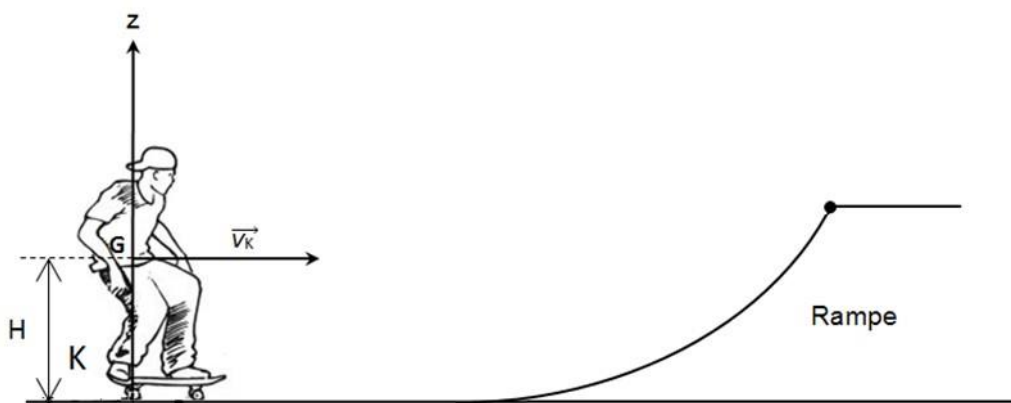
Attribuer à chaque courbe l'énergie qui lui correspond en justifiant.



2.2. Quelle est la vitesse du skateur en F ?

Étude énergétique du mouvement sur la rampe

Le skateur quitte le rail, les roues du skate sont de nouveau en contact avec le sol et roulent sans frottement. Le skateur prend de l'élan jusqu'au point K pour aborder la rampe : la vitesse horizontale atteinte a pour valeur $v_K = 4,5 \text{ m.s}^{-1}$.



3. Le skateur arrive en haut de la rampe avec une vitesse nulle. Déterminer la hauteur de la rampe.



Exercice 2 : Saut en parachute / 7 pts

On désire étudier le mouvement d'un parachutiste de masse $m = 100 \text{ kg}$ qui saute d'un hélicoptère en vol stationnaire dans le référentiel terrestre à une altitude $H = 5,00 \text{ km}$.

On suppose que le mouvement du parachutiste reste parfaitement vertical durant toute la chute.

Données :

- $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- $R_T = 6380 \text{ km}$
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$
- Champ de pesanteur à la surface de la Terre : $g_0 = 9,81 \text{ S.I.}$



1. Montrer que l'expression du champ de pesanteur de la Terre à l'altitude h peut s'écrire :

$$g(H) = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + H)^2}$$

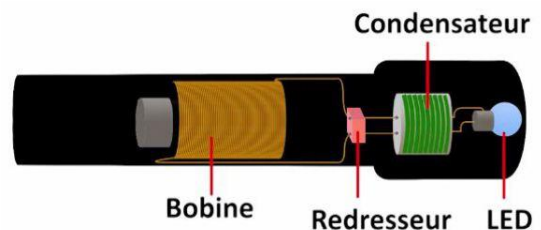
2. Calculer $g(H)$.
3. Comparer à g_0 (on pourra déterminer en pourcentage la différence entre les 2 valeurs).
4. Conclure.

Exercice 3 : Valeur du champ magnétique créé au centre d'une bobine / 8 pts

Pour réaliser de belles photos, les photographes utilisent des flashes électroniques. Ces flashes sont constitués notamment de bobines.

On désire étudier une telle bobine. Pour cela, on fait varier l'intensité I du courant dans la bobine et on mesure la valeur du champ magnétique au centre de la bobine.

On obtient les résultats suivants :



$I \text{ (A)}$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$B \text{ (mT)}$	0,6	1,1	1,3	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4

1. Tracer la représentation graphique du champ magnétique en fonction de l'intensité du courant.
On prendra comme échelles : 1 cm correspond à 0,5 mT ; 1 cm correspond à 0,5 A.
2. Commenter la courbe.
3. Ecrire une relation entre B et I (on déterminera la modélisation de la courbe obtenue).
4. I étant constants, on fait varier le nombre de spires de N à $2N$; on obtient respectivement les résultats : $B = 1,3 \text{ mT}$ puis $B = 2,6 \text{ mT}$.
Que peut-on dire de ces deux grandeurs B et N ?

**Correction de l'exercice 1 : Skateboard 16 / pts.****Étude énergétique du « ollie » /7****1.1. (++)** $E_m = E_c + E_{pp}$ $E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot z$ où z est l'altitude du système par rapport au sol, choisi comme référence.Au point C : $E_m(C) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_C^2 + m \cdot g \cdot H$ **1.2. (+)** Si l'on néglige toute forme de dissipation d'énergie entre C et E, alors l'énergie mécanique se conserve. $E_m(C) = E_m(E)$ **1.3. (++++)** Au point E : $E_m(E) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_E^2 + m \cdot g \cdot (H + h)$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_C^2 + m \cdot g \cdot H = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_E^2 + m \cdot g \cdot (H + h)$$

On divise tous les termes par m .

$$\frac{1}{2} \cdot v_C^2 + g \cdot H = \frac{1}{2} \cdot v_E^2 + g \cdot (H + h)$$

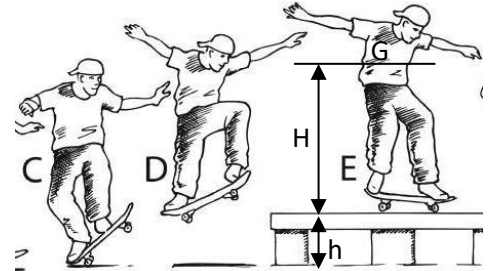
On multiplie tous les termes par 2.

$$v_C^2 + 2 \cdot g \cdot H = v_E^2 + 2 \cdot g \cdot (H + h)$$

$$v_E^2 = v_C^2 + 2 \cdot g \cdot H - 2 \cdot g \cdot (H + h)$$

$$v_E^2 = v_C^2 - 2 \cdot g \cdot h$$

$$v_E = \sqrt{v_C^2 - 2 \cdot g \cdot h} \text{ soit } v_E = \sqrt{3,6^2 - 2 \times 9,8 \times 0,45} = \mathbf{2,0 \text{ m.s}^{-1}}$$

**Étude énergétique du « grind » / 5****2.1. (++)** Lors du grind, l'altitude reste constante, donc l'énergie potentielle de pesanteur reste également constante. **Epp correspond à la courbe 2.**

En raison des frottements, la vitesse diminue alors l'énergie cinétique diminue.

Comme $E_m = E_c + E_{pp}$ avec $E_{pp} > 0$ alors $E_m > E_c$.**Ec correspond à la courbe 1.**

Les valeurs de l'énergie relatives à la courbe 3 correspondent à la somme de celles relatives aux courbes 1 et 2.

La **courbe 3 correspond à l'énergie mécanique E_m .****2.2. (+++)** en F, $E_c = 80 \text{ J}$ donc $V^2 = 2 \times E_c / m = 160 / 75$ soit **$V = 1,46 \text{ m/s}$** **Quatrième partie : Étude énergétique du mouvement sur la rampe / 4****4. (++++)** Le skateur roule sans frottement, on considère que l'énergie mécanique se conserve.

On nomme J le point correspondant au haut de la rampe.

En ce point le skateur possède une vitesse nulle $v_J = 0$ et son centre d'inertie G se trouve à l'altitude $h = H + h'$. $E_m(K) = E_m(J)$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_K^2 + m \cdot g \cdot H = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_J^2 + m \cdot g \cdot (H + h')$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_K^2 + m \cdot g \cdot H = 0 + m \cdot g \cdot (H + h')$$

On divise tous les termes par m .

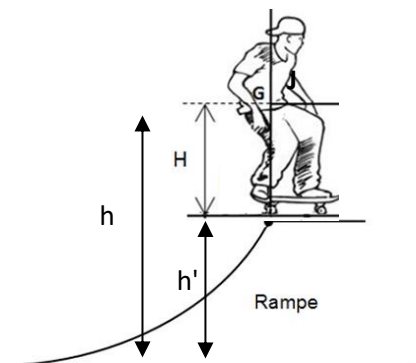
$$\frac{1}{2} \cdot v_K^2 + g \cdot H = g \cdot (H + h')$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_K^2 + g \cdot H = g \cdot H + g \cdot h'$$

$$g \cdot h' = \frac{1}{2} \cdot v_K^2$$

$$h' = \frac{v_K^2}{2 \cdot g}$$

$$h' = \frac{4,5^2}{2 \times 9,8} = \mathbf{1,0 \text{ m}}$$



Correction de l'exercice 2 : Saut en parachute / 7pts

1. (+++) On sait : la parachutiste est soumise à son poids : $P = m \times g$

D'après Newton, cette même force correspond à la force gravitationnelle :

$$F = G \cdot \frac{m \cdot M_T}{d^2}$$

Or la distance séparant le centre de la Terre et le parachutiste est : $d = R_T + H$

$$D'où : F = G \cdot \frac{m \cdot M_T}{(R_T + H)^2} = mg$$

$$\Leftrightarrow g = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + H)^2}$$

2. (++) Calcul de $g(H)$:

$$g(H) = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,98 \cdot 10^{24}}{[(6380 + 5,0) \times 10^3]^2} = 9,78 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

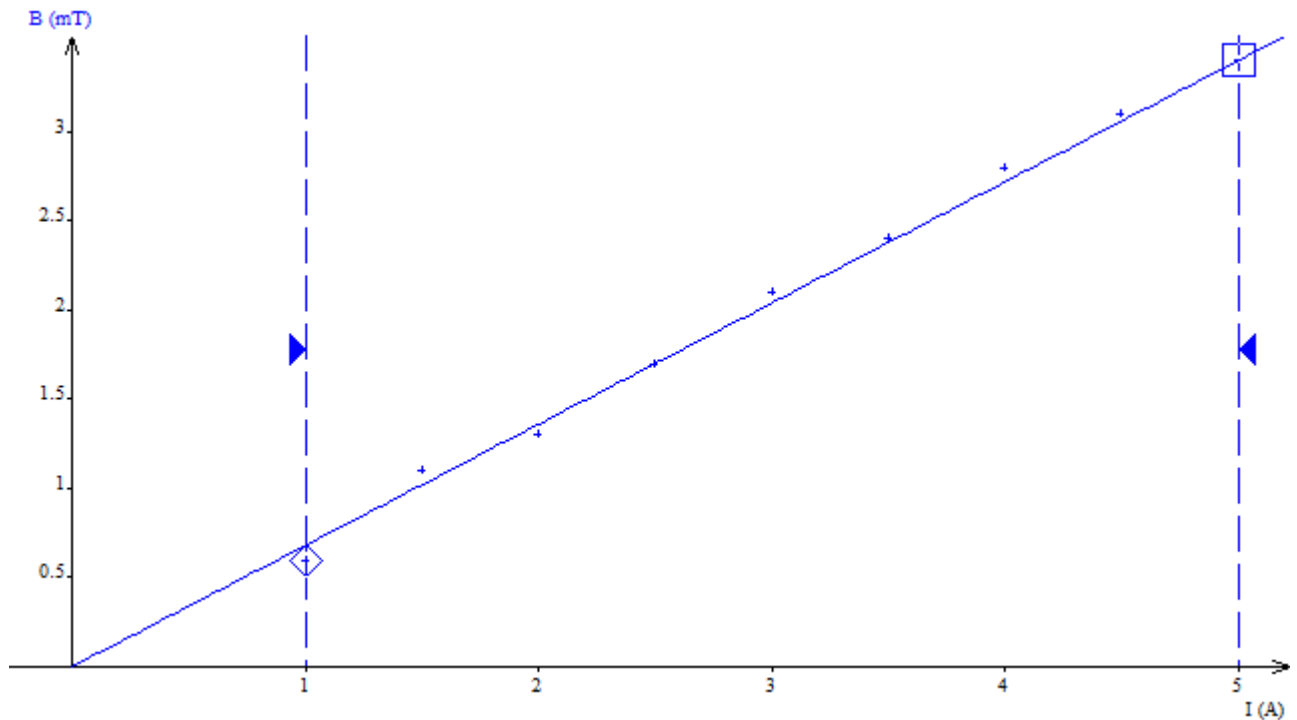
3. (+) On remarque que $g(H)$ est très voisin de g_0 : $\Delta g = (9,81 - 9,78) / 9,81 = 0,003$ soit 0,3 %

4. (+) On peut considérer que la valeur du champ de pesanteur est constante durant toute la chute étudiée ici.

Correction de l'exercice 3 : Valeur du champ magnétique créé au centre d'une bobine/8pts.

I (A)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
B (mT)	0,6	1,1	1,3	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4

1. (++) Tracer le champ magnétique en fonction de l'intensité du courant.



2. (+) On obtient une droite affine : B est proportionnel à I.

3. (+++) On trouve : $B = a \times I$ avec $a = (3,4 - 1,7) / (5 - 2,5) = 7,6 \cdot 10^{-5}$ soit $B \text{ (mT)} = 7,6 \cdot 10^{-5} \times I \text{ (A)}$

4. (+) On constate que B est multiplié par 2 si n est multiplié par 2 donc b est proportionnel à N.