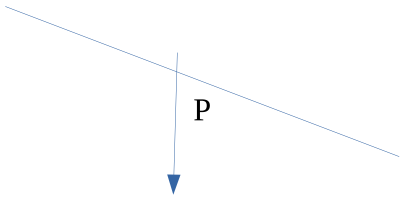
Exercice 1

Partie A

1. Selon Aristote, un mobile n'est immobile que s'il n'est soumis à aucune force. Par contre selon Galilée et Newton, un solide peut être immobile et soumis à des forces. On va dire dans ce cas qu'il est peudo isolé.
2. 

La force poids, verticale, est une cause d'accélération en descente et une cause de ralentissement en montée.
Remarquons que si on envisage la force de frottement (dans la direction du plan) c'est le contraire

3. Pour Newton, ce qui provoque le mouvement d'un corps est la présence d'une force
4. Il faut que le référentiel soit galiléen
5. Un mouvement uniforme est un mouvement qui se fait à vitesse constante.
6. a) Le Joule est une unité d'énergie

Prenons la relation de l'énergie cinétique $E_C = 0,5.m.v^2$

S'il y a un signe = cela veut dire que les deux grandeurs de part et d'autre ont la même unité

donc **$1\ J = 1\ kg.m^2/s^2$**

b) Prenons maintenant l'énergie potentielle de pesanteur Epp = mgz

Nous avons donc 1 J = 1 kg.[g].m avec [g] unité de g

en remplaçant par l'expression du joule obtenue en a) on obtient **$[g] = m/s^2$**

Remarquons que g est homogène à une accélération (variation de vitesse en m/s divisée par variation de temps en s)

C'est l'accélération de la pesanteur terrestre : un corps en chute libre voit sa vitesse augmenter de 9,8 m/s chaque seconde

c) Nous savons que P = m.g donc **$1\ N = 1\ kg.m/s^2$**

Partie B

Profitons de cette partie pour présenter le raisonnement classique de mécanique

<u>A FAIRE AVANT TOUTE ETUDE</u>

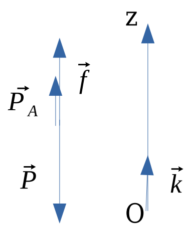
Le système balle dans le référentiel terrestre supposé galiléen (dans lequel on peut donc appliquer les lois de Newton) est soumis à 3 forces

- Son poids $\vec{P}$

- la force de frottement $\vec{f}$

- la poussée d'Archimède $\vec{P}_A$

Représentons ces forces sur un schéma (voir ci contre)



1. Les deux forces évoquées par la question sont le poids et la poussée d'Archimède

$P = m.g$

$P_A = m_{air\ déplacé}.g = \rho.V_{balle}.g$ (le volume d'air déplacé est égal au volume de la balle)

Pour les comparer nous ferons le rapport

$$\frac{P}{P_A} = \frac{m.g}{\rho_{air}.V_b.g} = \frac{m}{\rho_{air}.V_b} = \frac{60.10^{-3}}{1,3\cdot 1,85.10^{-4}} = 2,5.10^2$$

La poussée d'Archimède est donc négligeable devant le poids (et la force de frottement)

2. Le système est en mouvement vertical donc **rectiligne**, à la vitesse constante v_L donc **uniforme**. Par conséquent d'après le **principe d'inertie** (ou plutôt sa réciproque mais ne jouons pas sur les mots) il est pseudo isolé (les forces extérieures exercés sur lui se compensent)

D'où $\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$ (poussée d'Archimède maintenant négligée)

Pour se débarrasser des vecteurs, il faut les décomposer dans un repère (ici sur un axe puisque le mouvement est rectiligne)

Par projection des vecteurs sur l'axe Oz représenté (donc orienté vers le haut) nous obtenons $-P + f = 0$

Explication

Si l'axe est orienté vers le haut $\vec{P}$ est opposé au vecteur unitaire et $\vec{P} = -P.\vec{k}$

f est dans le sens de $\vec{k}$ donc $\vec{R} = R\vec{k}$

soit f = P et $\beta.v_L^2 = mg$ et enfin $\beta = \frac{mg}{v_L^2}$ L'application numérique donne **$\beta = 1,0.10^{-2}\ kg.m^{-1}$**

Pour l'unité il suffit de mettre les unités de chaque grandeur de la relation : m en kg, g en m/s^2 et v en m/s

Exercice 2

1. a) Le texte nous dit que la distance entre Tatoo1 et Tatoo2 est légèrement supérieure à 10 millions de km : on prendra cette valeur par la suite.
On peut mesurer sur la photo que le diamètre (soit 2 r) d'une étoile est et que la distance d entre les étoiles est (en partant de l'extrémité)

Il suffit alors de procéder par proportionnalité

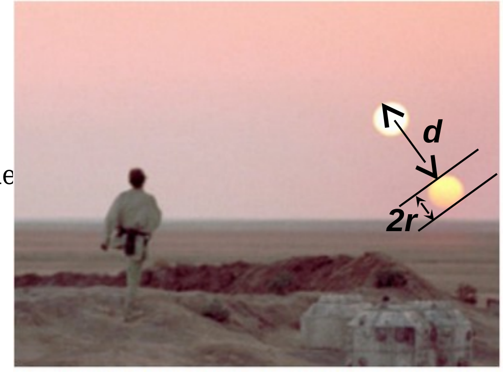


Image du film Star wars Episode IV : A new hope (© Lucasfilm Ltd)
Luke Skywalker marchant au coucher de soleils.

(2r)réel = (2r)réel $\quad (2r)_{reel} = \dfrac{(2r)_{photo}}{(d_{T_1-T_2})_{photo}}.(d_{T_1-T_2})_{reel}$

Ce qui compte tenu du manque de précision peut être effectivement considéré comme proche de 2 millions de km.

b) En supposant que les étoiles ont la même masse volumique que le Soleil : $\rho_{\text{SOLEIL}} = \dfrac{M_{SOLEIL}}{V_{SOLEIL}} = \dfrac{M_{SOLEIL}}{\frac{4}{3}\pi r^3_{SOLEIL}} = \rho_{\text{TATOO}} = \dfrac{M_{TATOO}}{\frac{4}{3}\pi r^3_{TATOO}}$

Ainsi $\dfrac{M_{SOLEIL}}{\frac{4}{3}\pi r^3_{SOLEIL}} = \dfrac{M_{TATOO}}{\frac{4}{3}\pi r^3_{TATOO}}$

Donc $M_{\text{TATOO}} = M_{SOLEIL} \times \dfrac{\frac{4}{3}\pi r^3_{TATOO}}{\frac{4}{3}\pi r^3_{SOLEIL}} = M_{SOLEIL} \times \left(\dfrac{r_{TATOO}}{r_{SOLEIL}}\right)^3$

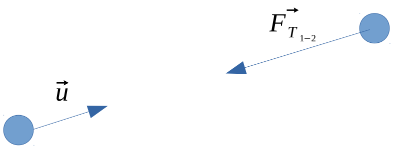
On prend la valeur de 2 millions de kilomètres indiquée.

$M_{TATOO} = 2{,}0 \times 10^{30} \times \left(\dfrac{2 \times 10^6}{7{,}0 \times 10^5}\right)^3 = 4{,}7 \times 10^{31}\text{kg}$, soit un ordre de grandeur de $\mathbf{10^{31}}$ **kg**.

Le Soleil a une masse M_{SOLEIL} = 2,0 × 10^{30} kg, ainsi $\dfrac{M_{TATOO}}{M_{SOLEIL}} = \dfrac{4{,}66 \times 10^{31}}{2{,}0 \times 10^{30}}$ = 23

Les étoiles TATOO sont environ 23 fois plus massives que le Soleil.

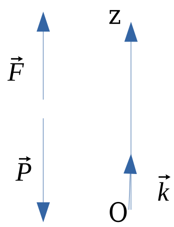
2.



$$\vec{F}_{T_{1-2}} = -\frac{G M_{Tat}.M_{T1-2}}{d_{T_{1-2}}}.\vec{u}$$

Exercice 3

Le système boule dans le référentiel terrestre est soumis à deux forces
- Son poids $\vec{P} = m.\vec{g}$
- La force électrique $\vec{F} = q.\vec{E}$



La boule est en lévitation si elle est immobile. D'après le principe d'inertie on a donc

$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$

Par projection sur l'axe Oz on obtient F – P = 0
soir qE = mg

Il nous faut maintenant déterminer la masse
Nous savons que la boule est en tungstène et sphérique
donc m = ρ_{tun}. V = ρ_{tun}. $\dfrac{4}{3}.\pi.r^3$

De plus $E = \dfrac{U}{d}$

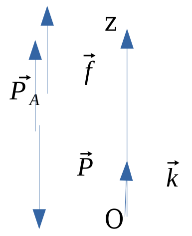
Finalement

$$q = \frac{\rho_{tun} \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^3 \cdot g \cdot d}{3 \cdot U} = 5{,}3.10^{-13} \ C$$

Exercice 4

Considérons le système bille dans le référentiel terrestre supposé galiléen
Ces billes sont soumises à 3 forces

- Son poids $\vec{P}$
- la force de frottement $\vec{f}$
- la poussée d'Archimède $\vec{P}_A$



Nous constatons sur les graphique qu'à partir de 0,45 s la vitesse des billes est constante et puisque leur mouvement est rectiligne, le mouvement est rectiligne uniforme
donc d'après le principe d'inertie

$$\vec{P} + \vec{f} + \vec{A} = \vec{0}$$

Par projection sur l'axe Oz on obtient
-P + f + A = 0
En remplaçant par les expression des forces on obtient

$$-m \cdot g + 6\pi \eta r v_{max} + \rho_h \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot g = 0$$

D'où la viscosité

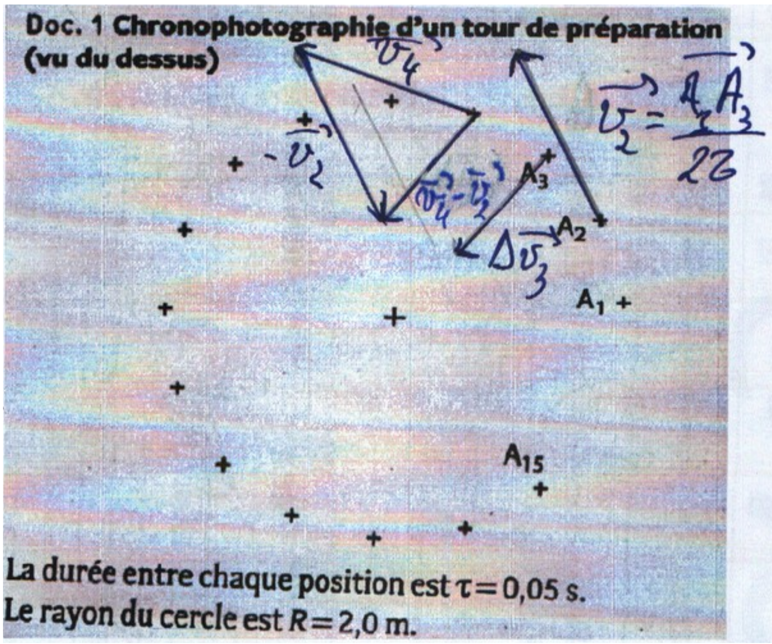
$$\eta = \frac{m \cdot g - \rho_h \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot g}{6 \pi r v_{max}}$$

Il faut maintenant faire l'application numérique. Les vitesses se déterminent à l'aide du graphique sachant que la bille la plus lourde possède la vitesse la plus élevée
Pour la bille 1 on obtient $\eta_1 = 0,88$ kg.m^{-1}.s^{-1}
Pour la bille 2 on obtient $\eta_2 = 1,02$ kg.m^{-1}.s^{-1}
En moyenne des deux valeurs nous retrouvons bien la valeur attendue.

Exercice 5

1. On considère que le mouvement est rectiligne uniforme entre A_1 et A_3 et que la vitesse moyenne en A_2 est
$$\vec{v}_2 = \frac{\overrightarrow{A_1 A_3}}{\tau}$$
On mesure donc la distance A_1A_3 , 2,6 cm sur la figure, en tenant compte de l'échelle on trouve $v_2 = 15$ m.s^{-1}
Puisque les point sont régulièrement espèces pour un même intervalle de temps il est évident que $v_4 = 15$m.s^{-1}
2. En tenant compte de l'échelle, 1 cm pour 5 m/s , on trace les vecteurs vitesse qui mesurent 3 cm (voir schéma ci dessous)
3. On trace $\Delta v_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$ au point A_4. $\Delta \vec{v}_3$ mesure mesure 2,1 cm ce qui compte tenu de l'échelle des vitesse donne $\Delta v_3 =$ 10,5 m/s. Le report au point A_3 montre que la direction du vecteur $\Delta \vec{v}_3$ est le rayon.

et $\frac{\Delta v_3}{\Delta t} = \frac{10}{2 * 0,05} = 100 \;\; m/s^2$



Exercice 6

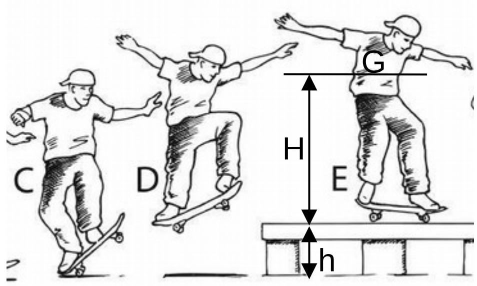
A. parcours AB
1. Le skateur avance en ligne droite donc le mouvement est rectiligne, à vitesse constante donc le mouvement est uniforme.

2. Dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, le principe d'inertie (première loi de Newton) permet d'affirmer que si le mouvement est rectiligne et uniforme ($v_G = Cte$) alors les forces exercées sur le système se compensent ($\sum F_{ext.} = 0$).

B. Étude du « ollie »

Si on néglige toute forme de dissipation d'énergie entre C et E (puisque par hypothèse il n'y a pas de frottements, alors l'énergie mécanique se conserve.
Nous avons donc **Em(C) = Em(E) (1)**

Or par définition et en sachant que l'énergie potentielle est nulle si l'altitude z = 0 l'énergie mécanique s'écrit
Em = ½ . $m.v^2 + m.g.z$
Au point C :
Em(C) = ½ . $m.v_C^2 + m.g.H$ *(puisque le système est considéré à une hauteur H)*
Au point E :
Em(E) = ½ . $m.v_E^2 + m.g.(H + h)$



Ce qui donne en remplaçant dans (1)
½ . $m.v_C^2 + m.g.H$ = ½ . $m.v_E^2 + m.g.(H + h)$
On divise tous les termes par m.
½ . $v_C^2 + g.H$ = ½ . $v_E^2 + g.(H + h)$
On multiplie tous les termes par 2.
$v_C^2 + 2.g.H = v_E^2 + 2.g.(H + h)$
$v_E^2 = v_C^2 + 2.g.H - 2.g.(H + h)$
$v_E^2 = v_C^2 - 2.g.h$
$$v_E = \sqrt{v_C^2 - 2.g.h}$$
application numérique
$v_E = \sqrt{3,6^2 - 2 \times 9,8 \times 0,45}$ = 2,0 m.s^{-1}

C. Étude énergétique du « grind »

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 Em = Ec + Epp avec Epp > 0 alors Em > Ec.
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 Em.

2. $W_{E\to F}(f) = f.EF = f.EF.\cos(180) = -f.EF = -f.L$

3. La variation d'énergie mécanique du système skateur entre E et F est égale au travail de la force de frottements. Or l'énergie potentielle de pesanteur est constante donc

$\Delta Ec = W_{E\to F}(f) = \vec{f}\cdot\overrightarrow{EF}$

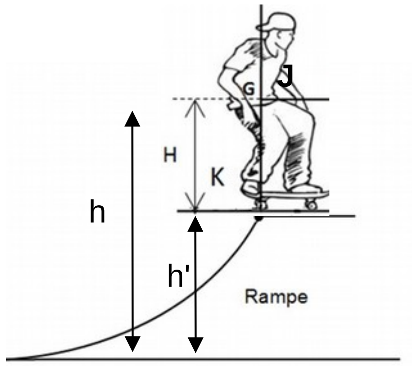
avec l'expression du travail on obtient $Ec(F) - Ec(E) = -f.L$

$f = -\dfrac{Ec(F) - Ec(E)}{L}$

Par lecture graphique à l'aide de la règle pour un maximum de précision on obtient
$E_C(F) - E_C(E)$ mesure 0,3 cm et 1600J sont représentés par 7,5 cm
donc : $E_C(F) - E_C(E) = -0{,}3 \times 1600/7{,}5$ J et f = 32 N

D. Étude énergétique du mouvement sur la rampe

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'.



Em(K) = Em(J)

$½ . m.v_K^2 + m.g.H = ½ . m.v_J^2 + m.g.(H + h')$

$½ . m.v_K^2 + m.g.H = 0 + m.g.(H + h')$

On divise tous les termes par m.

$½ . v_K^2 + g.H = g.(H + h')$

$½ . v_K^2 + g.H = g.H + g.h'$

$g.h' = ½ . v_K^2$

$h' = \dfrac{v_K^2}{2.g} = 1{,}3$ m