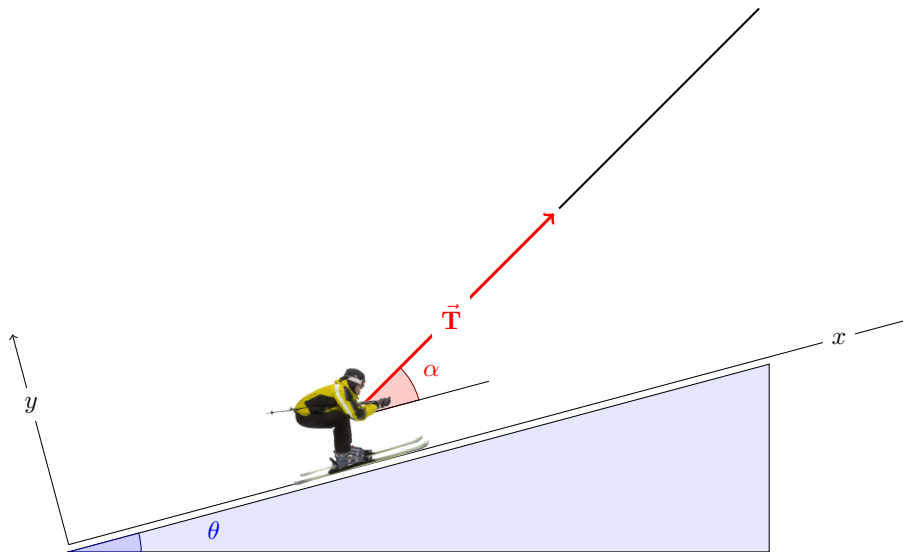


## Séance 6

$$\frac{d}{dt}(m \vec{v}) = \sum \vec{F}$$
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}m v^2\right) = \sum \vec{F} \cdot \vec{v}$$

## Bilan d'énergie :-)



44

Un skieur de masse  $m = 40$  kg (y-compris, les skis, le sac à dos et le pique-nique :-)) est tracté par un câble sur une pente avec une inclinaison constante  $\theta = 15^\circ$  par rapport à l'horizontale. Il se déplace à vitesse constante et l'angle formé par la corde et la pente est  $\alpha = 30^\circ$ . On néglige le frottement exercé par l'air sur le skieur, mais on tient compte du frottement du sol sur les skis. La force dans le câble est connue et vaut  $T = 250$  N.

1. Obtenir le coefficient de frottement cinétique  $\mu_c$  entre la neige et les skis.
2. Calculer le travail effectué par toutes les forces pour un déplacement quelconque du skieur le long de la pente. Montrer ensuite que faire le bilan d'énergie cinétique est équivalent à faire le bilan de la composante en  $x$  de la quantité de mouvement.
3. Obtenir l'accélération que subirait le skieur si il lâchait le câble du tire-fesse.

Ensuite, le skieur va dévaler une piste dont la longueur vaut  $L = 4000$  m.

La différence d'altitude entre le début et de la fin de la piste est  $h = 400$  m.

Pendant la descente, on suppose que tous les frottements cinétiques sont négligeables, mais on tiendra compte du frottement statique. Le skieur se laisse simplement descendre sur la piste sans fournir aucun travail pour accélérer ou freiner que ce soit avec les batons ou son corps.

4. Au début de la piste, quelle doit être la pente minimale pour que le skieur bouge s'il ne donne aucune impulsion initiale ?
5. Quelle sera la vitesse du skieur en bas de la piste ?

**La gravité est une force conservative !**

- Gravité  $F_g = mg$

Le travail des forces conservatives ne dépend **que de la position finale et initiale**.  
Le travail de la gravité peut **diminuer ou augmenter** l'énergie cinétique.  
La gravité contribue **à diminuer ou augmenter** la quantité de mouvement.

**Le frottement est une force non conservative !**

- Frottement solide-solide  $f = \mu_c N$

- Frottement solide-fluide (trainée)  $F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A v^2$

Le travail des forces non-conservatives dépend **du trajet parcouru**.  
Le travail des forces de frottement peut correspondre **à une dissipation d'énergie cinétique en chaleur**.  
Les forces de frottement contribuent **à réduire la quantité de mouvement**.

**La force du moteur ?**

Le travail des forces motrices correspond **à un apport d'énergie cinétique**.  
Les forces motrices contribuent **à augmenter la quantité de mouvement**.  
Cette énergie provient -par exemple- de la combustion d'un carburant !

**Notions physiques en mécanique**

Vitesse	$\vec{v}$	$m/s$
Accélération	$\vec{a}$	$m/s^2$
Force	$\vec{F}$	$kg\ m/s^2 = N$
Impulsion	$\vec{F} \Delta t$	$kg\ m/s = Ns$
Quantité de mouvement	$m\vec{v}$	$kg\ m/s = Ns$
Puissance	$\vec{F} \cdot \vec{v}$	$kg\ m^2/s^3 = Nm/s = J/s = W$
Travail	$\vec{F} \cdot \Delta\vec{x}$	$kg\ m^2/s^2 = Nm = J = Ws$
Energie cinétique	$\frac{1}{2}mv^2$	$kg\ m^2/s^2 = Nm = J = Ws$

Lorsque les forces sont **constantes**,

$$\Delta(m \vec{v}) = \sum \vec{F} \Delta t$$

$$\Delta\left(\frac{1}{2}m v^2\right) = \sum \vec{F} \cdot \Delta\vec{x}$$

### Forces conservatives et énergies potentielles

- Gravité  $F_g = mg$   $U_g = mgh$
- Ressort  $F_r = kx$   $U_r = \frac{1}{2}kx^2$

Le travail des forces conservatives correspond à un transfert entre énergie cinétique et potentielle.

### Forces non-conservatives de frottement

- Frottement solide-solide  $f = \mu_c N$
- Frottement solide-fluide (trainée)  $F_D = \frac{1}{2}C_D \rho A v^2$

Le travail des forces de frottement peut correspondre à une dissipation d'énergie cinétique en chaleur. Il n'est pas possible d'y associer une énergie potentielle.

45

Une masse  $m = 2$  kg est propulsée avec une vitesse initiale  $v = 4$  m/s sur une pente avec un angle  $\theta = 30^\circ$  vers le haut. Le coefficient de frottement cinétique est  $\mu_c = 0.6$ .  
Quelle sera la distance parcourue avant que l'objet ne s'arrête ?

46

On lâche un bloc de  $m = 500$  g d'une hauteur  $h = 60$  cm sur un plateau au dessus d'un ressort dont la constante de raideur est  $k = 120$  N/m. Quelle sera la compression maximale du ressort ?

47

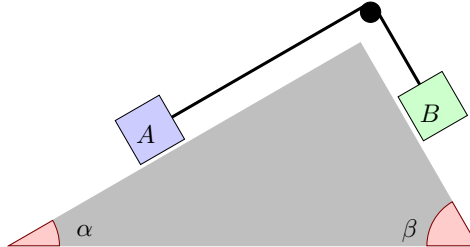
Un gymnaste avec une masse  $m = 68$  kg atteint une hauteur  $h = 3$  m au dessus de la surface d'un trampoline. La surface du trampoline s'enfonce de  $d = 45$  cm lorsque l'athlète retombe.  
Quelle serait la constante de raideur du trampoline si celui-ci se comportait tel un ressort idéal ?

48

Sur un plan incliné avec un angle  $\theta = 30^\circ$ , une masse  $m = 0.2$  kg est maintenue contre un ressort dont la constante de raideur est  $k = 16$  N/m. Le coefficient de frottement est  $\mu_c = 0.1$  et le ressort est initialement comprimé d'une distance  $d = 25$  cm. A l'instant zéro, on libère le bloc.  
Quelle sera la vitesse de la masse lorsqu'elle va se séparer du ressort qui a retrouvé à cet instant sa position neutre ?

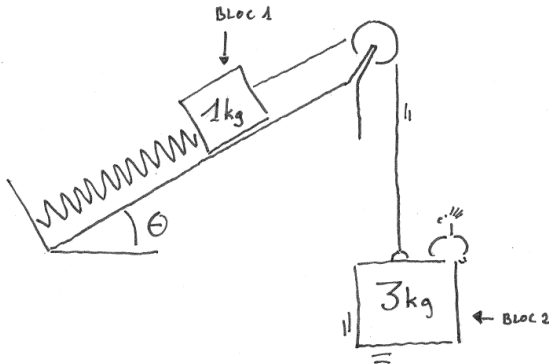
49

Deux bloc de masses  $m_A = 4 \text{ kg}$  et  $m_B = 5 \text{ kg}$  sont reliés par une corde via une poulie sur un bloc triangulaire avec des angles  $\alpha = 30^\circ$  et  $\beta = 60^\circ$  respectivement. On néglige tous les frottements dans la poulie ainsi qu'entre tous les blocs. La masse de la corde et de la poulie sont négligeables. Le système est initialement au repos. Quelle est la vitesse des blocs lorsqu'ils se sont déplacés d'une distance  $d = 40 \text{ cm}$  ?



50

Deux blocs de masse  $m_1 = 1 \text{ kg}$  et  $m_2 = 3 \text{ kg}$  sont reliés par une corde par le biais d'une poulie. Le premier bloc est attaché à un ressort dont la constante de raideur  $k = 16 \text{ N/m}$  sur un plan incliné avec un angle  $\theta = 25^\circ$ . Initialement, le système est maintenu au repos et le ressort est à sa position naturelle. Lorsqu'on libère la seconde masse, celle-ci se met à tomber sous l'effet de la gravité tout en étant retenue partiellement par l'ensemble de la corde, du premier bloc et du ressort. Le coefficient de frottement cinétique est  $\mu_c = 0.11$ . Quelle est la vitesse du second bloc après une chute de  $20 \text{ cm}$  ?



### Bilan d'énergie

$$\begin{aligned}
 \Delta \left( \frac{1}{2} m v^2 \right) &= \sum \overbrace{\vec{F} \cdot \Delta \vec{x}}^W \\
 &= \sum \vec{F}_{nc} \cdot \Delta \vec{x} + \sum \vec{F}_c \cdot \Delta \vec{x} \\
 &= \underbrace{\sum \vec{F}_{nc} \cdot \Delta \vec{x}}_{W_{nc}} - \Delta \left( \underbrace{mg h}_{U_g} + \underbrace{\frac{1}{2} k x^2}_{U_r} \right)
 \end{aligned}$$