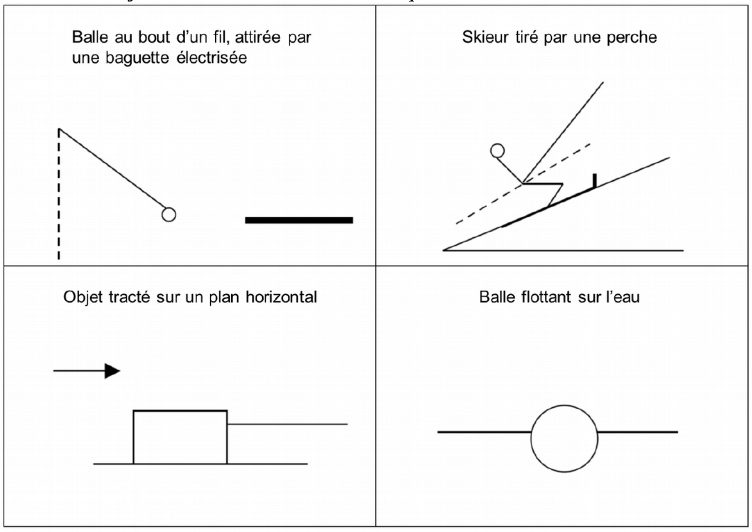
ISEN Lille – AP3
Physique TD 3 : Mécanique

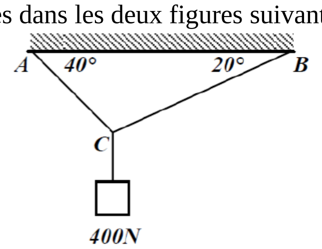
Exercice 1 : Bilan des forces

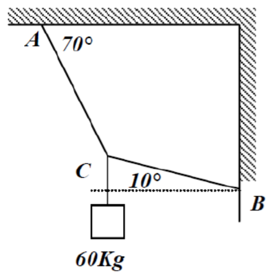
Faire le bilan des forces appliquées sur les systèmes suivants. On indiquera le sens et la direction des forces sans calculer leur norme.



Exercice 2 :

Déterminer les tensions des câbles dans les deux figures suivantes :





Exercice 3 : Chute de grêle

Les grêlons sont des particules de glace dont les chutes en très grand nombre depuis certains nuages constituent la grêle. On a mesuré expérimentalement leur vitesse à l'arrivée au sol (v_s). Cette vitesse varie, en fonction de la masse du grêlon, entre $v_s = 15$ et $v_s = 100\ \mathrm{km.h^{-1}}$.

On cherche à connaître le modèle mécanique permettant d'expliquer ces valeurs. Pour cela, on modélise le grêlon par une boule de glace (densité de la glace : $\rho_{glace} = 917\ \mathrm{kg.m^{-3}}$) de rayon $R = 5\ \mathrm{mm}$ qui chute d'un nuage situe à une altitude $h = 1500\ \mathrm{m}$.

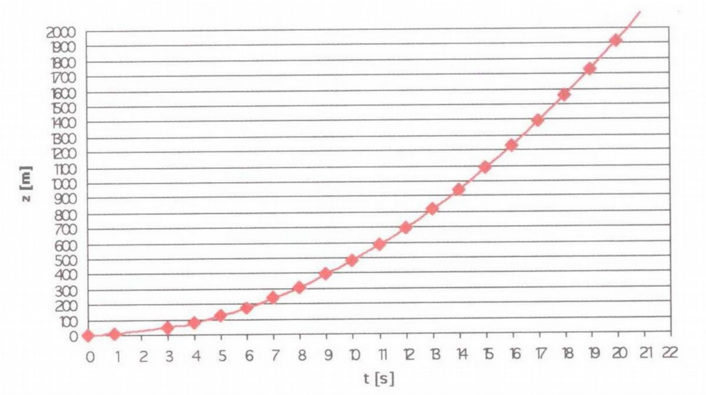
On prendra $g = 9{,}81\ \mathrm{m.s^{-2}}$. On prendra un axe Oz descendant tel qu'à $t = 0$: $z = 0$ et $v = 0$.

On teste alors trois modèles mécaniques différents :

1. On néglige les forces de frottement fluide dues à l'air.
   - 1.a. Déterminer $v = f(t)$ et $z = f(t)$.
   - 1.b. Calculer t_c la durée de la chute et en déduire v_s .
   - 1.c. Conclure sur la validité du modèle.
2. On considère une force de frottement fluide due à l'air de la forme $\vec{f} = -\alpha \vec{v}$ avec $\alpha = 6\pi R \eta_{air}$ où R est le rayon du grêlon et $\eta_{air} = 1{,}8 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{kg.m^{-1}.s^{-1}}$ est la viscosité de l'air.
   - 2.a. Etablir l'équation différentielle en $v(t)$.
   - 2.b. Résoudre cette équation et donner $v = f(t)$.
   - 2.c. Montrer que le grêlon ne peut dépasser une vitesse limite v_l que l'on calculera.
   - 2.d. Déterminer l'équation $z = f(t)$.

2.e. La fonction $z=f(t)$ est tracée sur le graphique de la figure ci-dessous. Déterminer une valeur approchée de t_c et en déduire v_s .

2.f. Conclure sur la validité du modèle.



3. On considère une force de frottement fluide due à l'air de la forme $\vec{f}=-\beta v \vec{v}$ avec $\beta=0{,}225\pi R^2 \rho_{air}$ où R est le rayon du grêlon et $\rho_{air}=1{,}6\,\mathrm{kg.m}^3$ est la densité de l'air.

3.1 Établir l'équation différentielle en $v=f(t)$.

3.2 En posant $w(z)=v^2(z)$, montrer que l'équation précédente $v=f(t)$ peut s'écrire : $\frac{1}{2}\frac{dw}{dz}+\frac{\beta}{m}w=g$

On rappelle ici que pour une fonction $u=f(z(t))$: $\frac{du}{dt}=\frac{du}{dz}\frac{dz}{dt}$

3.3. Résoudre cette équation différentielle et en déduire l'équation $v=f(z)$.

3.4. Montrer que le grêlon ne peut dépasser une vitesse limite v_l que l'on calculera.

3.5. Calculer v_s .

3.6. Conclusion.

Réponses :1) v_s=171,5m.s^(-1) ; 2) v_s=167m.s^(-1); 3) v_s=12,9m.s^(-1)