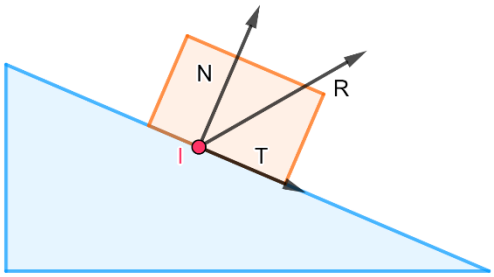
Chapitre : Lois du frottement solide

I- Lois de Coulomb pour le frottement de glissement

1) Composantes normale et tangentielle



On considère deux solides S_1 et S_2 en contact par une surface plane. L'action de contact de S_1 sur S_2 se ramène à une force $\vec{R}$ appliquée en un point I de la surface de contact. On décompose $\vec{R}$ en une **composante tangentielle** $\vec{T}$, parallèle à la surface de contact et une **composante normale** $\vec{N}$, perpendiculaire à la surface de contact ;

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{T}$$

2) Glissement, non glissement

On définit la **vitesse de glissement** de S_1 par rapport à S_2 : $\overrightarrow{v_{g2/1}} = \overrightarrow{v_{S_2\,R}} - \overrightarrow{v_{S_1\,R}}$

Dans le cas où il y a **non-glissement**, on a : $\overrightarrow{v_{g2/1}} = \vec{0}$; dans ce cas le solide S_2 est fixe par rapport à S_1 dans le référentiel R ; sinon, dans le cas où il y a **glissement**, on a $\overrightarrow{v_{g2/1}} \neq \vec{0}$.

Sur une plage de temps où le contact entre les deux solides est maintenu, la vitesse de glissement est tangente au plan du solide.

3) Loi de Coulomb pour la composante normale

La composante normale $\vec{N}$ traduit l'opposition du solide S_1 à sa pénétration par le solide S_2 ; Lorsqu'il y a contact entre les deux solides, la composante normale de l'action de S_1 sur S_2 est nécessairement **dirigée de S_1 vers S_2** :

$$\overrightarrow{R_{1\to2}} \cdot \overrightarrow{n_{1\to2}} > 0$$

4) Loi de Coulomb pour la composante tangentielle dans le cas de non-glissement

La situation de **non-glissement** est caractérisée par :

Non glissement : $\begin{cases} \overrightarrow{v_{g2\backslash1}} = \vec{0} \\ \left|\left|\vec{T}\right|\right| \leq f_s ||\vec{N}|| \end{cases}$ où f_s est le **coefficient de frottement statique** entre les deux solides.

5) Loi de Coulomb pour la composante tangentielle dans le cas du glissement

La situation de **glissement** est caractérisée par :

Glissement : $\begin{cases} \overrightarrow{v_{g2\backslash1}} \neq \vec{0} \\ \left|\left|\vec{T}\right|\right| = f_d ||\vec{N}|| \\ \vec{T} \text{ est de même direction mais de sens opposé que } \overrightarrow{v_{g2\,1}} \end{cases}$ où f_d est le **coefficient de frottement dynamique** entre les deux solides.

6) Les coefficients de frottement

On remarque que $f_d \leq f_s$

Explication imagée : Pour mettre en mouvement une lourde armoire posée sur le sol, il faut exercer dans un premier temps une force horizontale donnée mais une fois l'armoire mise en mouvement pour maintenir une vitesse constante il faut maintenir une force horizontale moins importante.

II- Méthode de résolution d'un problème avec frottement solide

Méthodologie : Formulation : on fait une hypothèse relative au mouvement du solide qui peut être soit du glissement soit du non-glissement

Exploitation : on traduit mathématiquement les conséquences de l'hypothèse

Résolution : On résout le problème posé dans le cadre de l'hypothèse

Validation : on impose aux grandeurs calculées de vérifier les conditions de validation de l'hypothèse.

Conclusion : on conclut concernant l'hypothèse

III- Astuce

Lorsqu'on a un contact entre deux solides sur une surface, l'action de contact n'est pas toujours une action sur un point. Or si on trouve un point I appartenant à la surface de contact tel que le moment de l'action de contact est nulle alors l'action de contact sur le solide est équivalente à une force appliquée en ce point.