

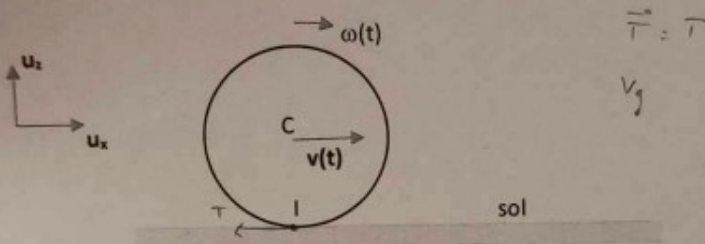
Questions de cours (6 points)

- 1) Calculer la position du centre de masse d'une demi-sphère creuse.
- 2) Enoncer la relation de Varignon.
- 3) Donner la définition du torseur force. A quoi sert-il ?

Problème (14 points) : Atterrissage d'une roue d'avion

On considère un cylindre homogène de centre C, de masse m et de rayon a. Ce cylindre entre en contact, sans choc, avec le sol horizontal alors que la vitesse de son centre est horizontale, égale à  $v_0$  et que sa vitesse de rotation est nulle.

On note f le coefficient de frottement de glissement entre le cylindre et le sol (on ne fait pas de différence entre le coefficient de frottement dynamique et le coefficient de frottement statique).



- 1) En écrivant la formule de la vitesse de glissement  $\vec{v}_g$  en fonction de  $v(I)$ , montrer que le mouvement du cylindre sur le sol débute par un mouvement de glissement. Quel est le sens de la force de frottement  $\vec{T} = T \vec{u}_x$ ?
- 2) En écrivant la force de contact en I,  $\vec{R} = N \cdot \vec{u}_z + T \cdot \vec{u}_x$ , exprimer le principe fondamental de la dynamique et la loi de Coulomb dans le cas du glissement.
- 3) Appliquer le théorème du moment cinétique en C dans le référentiel barycentrique du cylindre (on donne le moment d'inertie d'un cylindre homogène par rapport à son axe :  $J = (1/2)ma^2$ ).
- 4) Des résultats issus des questions 2 et 3, en déduire la vitesse  $v(t)$  du point C et la vitesse angulaire  $\omega(t)$  du disque dans la première phase du mouvement.
- 5) Montrer que la première phase de glissement est suivie d'une seconde phase de roulement sans glissement dont on précisera l'instant de début  $t_1$ .
- 6) En appliquant le théorème de Koenig de l'énergie cinétique à cette nouvelle phase ( $E_c$  en fonction de  $E_c^*$ ), montrer que l'énergie cinétique est alors constante et égale à  $(3/4)mv^2$ .  

$$E_{C/R}(s) = G_{C/R}(s) + \frac{1}{2} m \vec{v}_{C/R}^2$$
- 7) Donner v et  $\omega$  après  $t_0$ .
- 8) Déterminer le travail de la force de frottement :
  - 4.1) Par un calcul direct, faisant intervenir la puissance de la force de contact  $P = \vec{R} \cdot \vec{v}_g$ .
  - 4.2) En faisant un bilan énergétique entre  $t=0$  et  $t_1$ .