

## Révision : électrométrie et métallographie

Lois générales

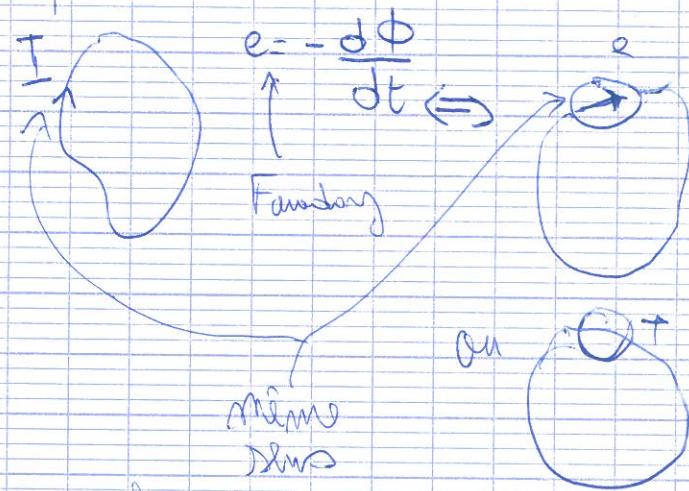
\* loi des moments

\* loi des mailles

\* condensation  $\frac{1}{T} \frac{q}{-q} \uparrow U \quad q = C$

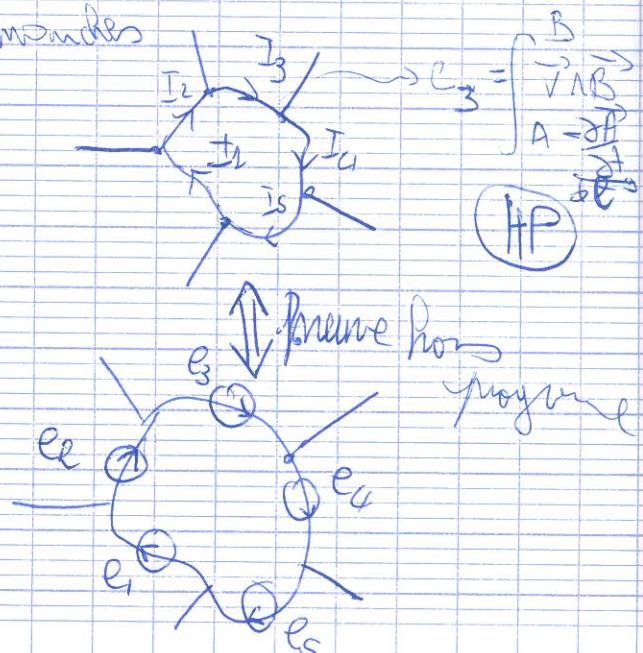
 Faire un dessin et y faire figurer l'on obtient de U, de i, z ...

\* induction : - circuit fermé : il faut définir un sens de parcours tout ce qui vient après est pris en compte dans les O.S.H.



- circuit fermé formé par plusieurs branches

$$e_{\text{globale}} = -\frac{d\Phi}{dt}$$



cas particulier : bobinage

$$V_A - V_B = -e = -\frac{dV}{dt}$$

$$e = -\frac{d(V)}{dt}$$

cas particulier : bobinage

dépend de la géométrie  
du circuit et de  
 $\Phi \sim LI$  (en forme)

(bien si  $I \ll m$ )

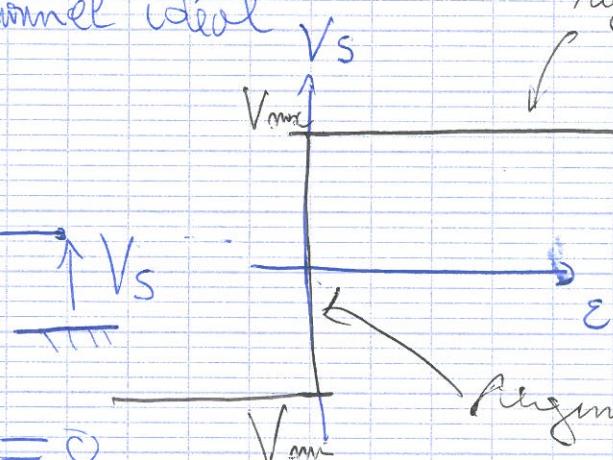
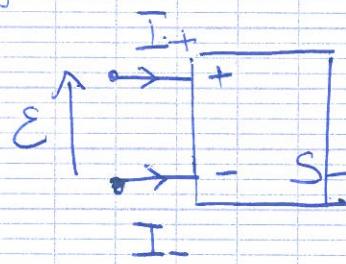
\* Loi d'Ohm - simple R

$$V_A - V_B = RI$$

- Avec force électromotrice

$$V_A - V_B = RI - e$$

\* amplificateur opérationnel idéal



~~Il faut que~~  $I_+, I_- = 0$

Régime linéaire

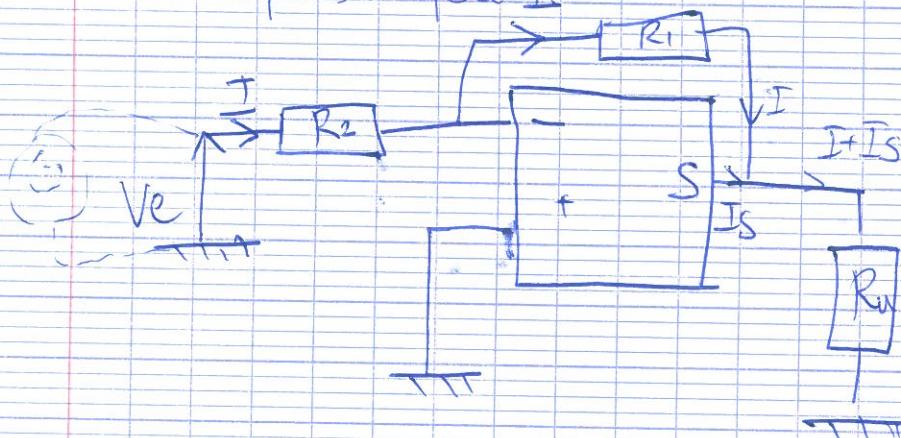
Régime linéaire ( $V_+ = V_-$  et  $V_s \in [V_{min}, V_{max}]$ )

permet de calculer tout ce qu'on veut

↳ on vérifie que  $V_s \in [V_{min}, V_{max}]$   
Et bien le régime linéaire

en pratique:  $V_{min} = -V_{max} = -V_{sat}$

\* Exemple simple I



(A) Régime linéaire:  $V_- = 0$

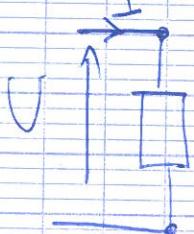
$$V_L - V_S = R_2 I$$

$$V_e - V_- = R_2 I \quad \rightarrow \quad V_S = -\frac{R_1}{R_2} V_e$$

$$\text{Pm: } V_S = R_m (I + I_S) \quad \text{c'est le Pmholde}$$

→ tout va bien si  $V_S \in [V_{\min}, V_{\max}]$ .

\* puissance régulée par un dipôle



$$P_{\text{régulée}} = U(t) I(t)$$

\* Régime harmonique forcé

$$U = U_{\text{eff}} \sqrt{2} \cos \omega t \Rightarrow \langle U^2 \rangle = U_{\text{eff}}^2$$

$$I = I_{\text{eff}} \sqrt{2} \cos \omega t \Rightarrow \langle I^2 \rangle = I_{\text{eff}}^2$$

MPLX

$$\left\{ \begin{array}{l} U = U_{\text{eff}} \sqrt{2} e^{i \omega t} \\ I = I_{\text{eff}} \sqrt{2} e^{i(\omega t - \phi)} \end{array} \right.$$

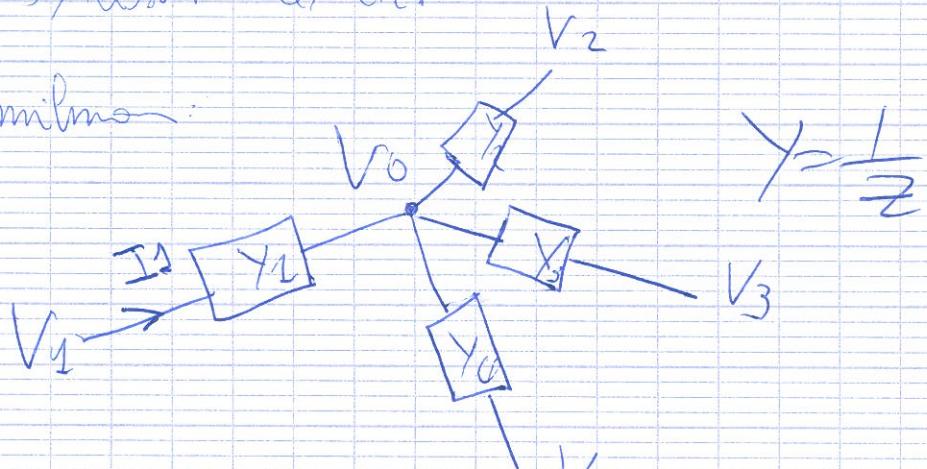
$$\langle P \rangle_{\text{spécifique}} = V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos \phi$$

$$\langle P \rangle_{\text{spécifique}} = \text{Re} \left[ \frac{V I^*}{2} \right] \rightarrow \text{NE PAS OUBLIER}$$

c'est une valeur moyenne  
et non pas une puissance  
instantanée

Résonn. oscillat., résonnante, etc.

Théorème de Millman :

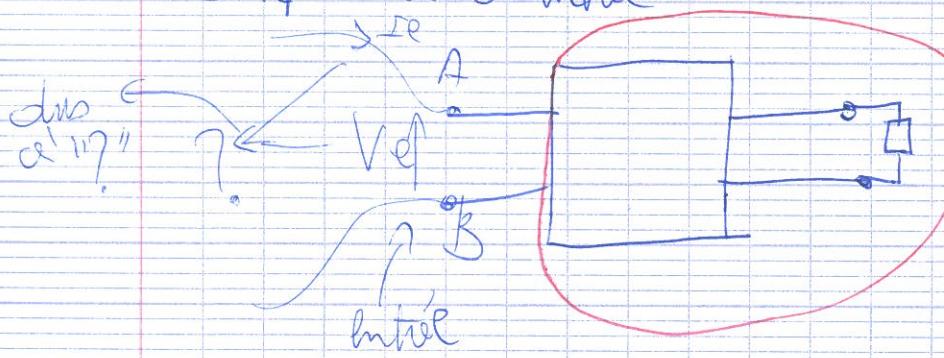


$$V_0(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) = V_1 Y_1 + V_2 Y_2 + V_3 Y_3 + V_4 Y_4$$

$$I_2 = (V_1 - V_0) Y_1 \quad \leftarrow \text{le même vient de ceci}$$

Complexes en général : si que des Rés restent  
en Réel.

\* Impédance d'entrée



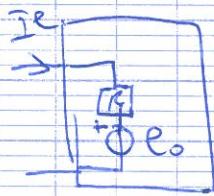
consiste  
plotine  
résonnante  
etc...  
lineaire  
et non linéaire  
en régime  
linéaire

Si on se place en régime harmonique forcé,  $\frac{V_e}{I_e} = cte = \text{impédance d'entrée}$

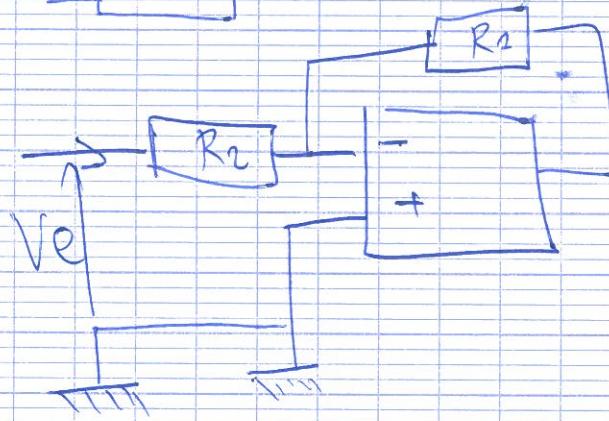
lorsque c'est le cas on peut le dire sinon pas dans ce cas à W0

Le régime quasi (PQ)  
des constantes

\* ecc où  $R_e$  ne monte



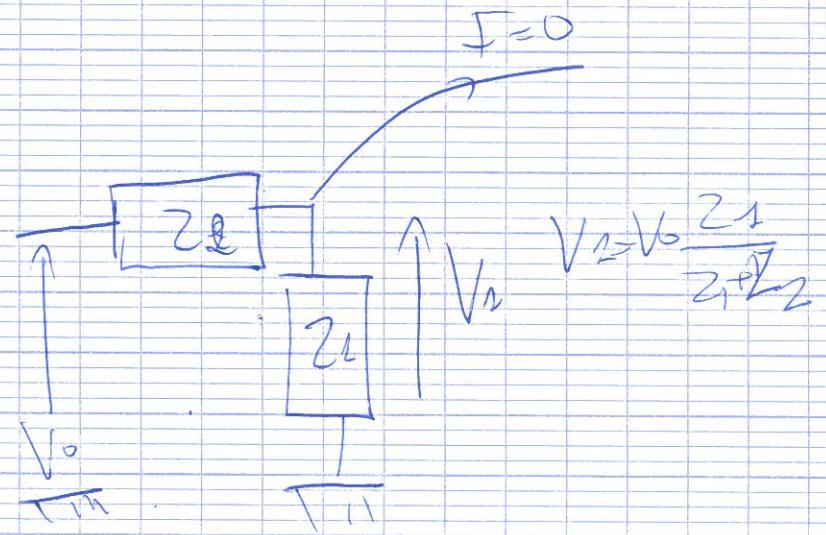
$$\frac{V_e}{I_e} = R + \frac{e_0}{I_e} \neq \text{cte}$$



$$V_e = R_2 I_e$$

$$Z_e = R_2$$

\* Variante de Miller  
(point d'insertion)

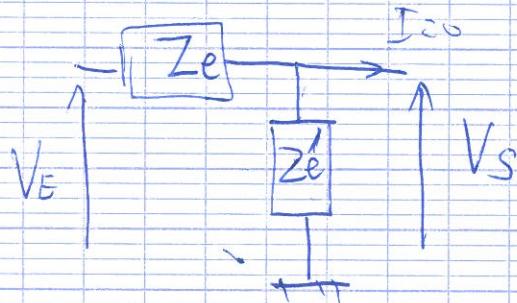


$$V_L = V_o \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$$

Ex 3

$$V_E (+) = M_{C_1} V_S = q_1 \frac{k}{C} V_S \quad V_E (-) = M_{C_2} V_S$$

$$V_S = M_{R_1} = M_{C_2} = q_2 / C \rightarrow q_2 = V_S C$$



$$\frac{dI_{q_2}}{dt} = I_2 = I_e - I_3$$

$$= I_1 + I_2 - I_3$$

$$= \frac{dq_2}{dt} + \frac{q_1 k}{RC} - \frac{V_S}{R_1}$$

$$\frac{1}{Z_e} \text{ pas simple...}$$

$$V_S = \frac{Z_e'}{V_e + Z_e'} = \frac{1}{1 + \frac{Z_e}{Z_e'}}$$

Multipier  $Z_e'$  avant

$$CdV_S = \frac{dq_2}{dt} + \frac{q_2}{R_2 C} - \frac{V_S}{R_2}$$

$$CdV_S = \frac{d}{dt} (V_e - V_S) C$$

$$+ \frac{V_e - V_S}{R_2} = - \frac{V_S}{R_2}$$

$$2 \frac{d}{dt} V_s = \frac{d}{dt} V_e + \frac{V_e - V_s}{R_2 C} - \frac{V_s}{R_1 C}$$

$$= \frac{d}{dt} V_e + \frac{V_e}{R_2 C} - \frac{1}{C} \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \right) V_s$$

$$2 \frac{d}{dt} V_s + \frac{1}{C} \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \right) V_s = \frac{d}{dt} V_e + \frac{V_e}{R_2 C}$$

$$\Rightarrow \frac{V_s}{V_e} = \frac{R_1 (1 + j R_2 \omega)}{R_1 + R_2 + j R_1 R_2 C \omega}$$

$$= \frac{V_{R_2 C} (1 + j R_2 C \omega)}{R_1 + R_2 + j R_1 R_2 C \omega}$$

$$\Leftrightarrow 2j\omega V_s + \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \frac{1}{C} V_s = \frac{1}{R_2 C} V_e + j\omega V_e.$$

C - Puis on retrouve l'éq

Soient alors toujours :  $R_1 = R_2 = R_{\text{cas}}$  pour le cas

$$H = \frac{1}{2}$$

$$2(V_s + \frac{V_s}{RC}) = V_e + \frac{V_e}{RC}$$

On ne peut pas retrouver l'équation diff

→ Si on fait le calcul on considère que toutes différentes tout de même

→ il y a un bout de circuit indépendant du reste  
se marche pas → cas très particulier

Cristalle:

Niobium:  $M = 92,9 \text{ g mol}^{-1}$

$$Z = 41$$

Structure cubique centré  $a = 330 \text{ pm}$

1 \* n atomes / mailles      \* structure électronique

2 \* rayon atomique

\* justifier la stabilité de  $\text{Nb}_2\text{O}_5$

3 \* compacité

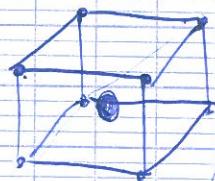
6 \* masse volumique

5 \* coordination

\* Structure électronique  $[\text{K}_n] 5s^2 4d^3$

\* Stabilité  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ :  $n \cdot o = \underline{\text{V}}$

1 -



$$8 \cdot \frac{1}{8} + 1 = 2$$

$$(a\sqrt{2})^2 + a^2 = 3a$$

2 -

$$\frac{1}{4} \times a\sqrt{3} = \frac{a\sqrt{3}}{4}$$

3 - Comp.:  $2 \cdot \frac{4\pi}{3} \left(\frac{a}{2}\right)^3 \times \frac{1}{a^3} = 1/2 \times \frac{4\pi}{8\sqrt{3}} = \frac{4\pi}{8} \approx 0,68 < 0,74$

4 -

Masse vol:  $2 \times \frac{2 \times m_{\text{atom}}}{{a}^3} = \frac{2 \times M}{{N_A}a^3}$

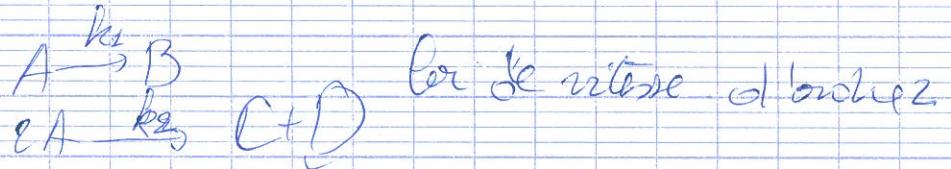
$V \cdot M \text{ mol fm}^3$   
m empêche +  
de sphères  
collatrices

5 - Würf: 8 / Centre 8

Coordination maximale 12

attente form im Empillement compact

A reacts during 2 reactions



$$t = 0 \quad [A] = a_0$$

$$\text{however } [A](t)$$

$$\frac{d[A]_1}{dt} = k \left( \frac{a_0 - x}{V} \right)^{k_1}$$

$$\frac{dx_{v_1}}{dt} = k ([A]_0 - x_v)^{k_1}$$

$$\frac{dx_{v_2}}{dt} = k ([A]_0 - x_v)^{k_2}$$

$$[A] = a_0 - x_v - x_{v_2}$$

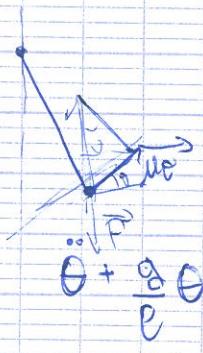
$$\frac{d[A]}{dt} =$$

$$\int_{a_0}^{[A]} \frac{dx_{v_1}}{([A] - x_v)^{k_1}} = \int_0^t k_1 dt \rightarrow$$

$$[-\ln([A] - x_v)]_0^{x_{v_1}} = k_1 t$$

$$[A]_0 \ln(a_0) - \left[ \frac{1}{(a_0 - x_v)^{k_1-1}} \frac{1}{k_1+1} \right]_0^{x_{v_1}}$$

$$\left( \frac{1}{a_0^{k_1+1}} \frac{k_1 t}{k_1+1} \right) = \frac{1}{a_0 - x_v}$$



$$\vec{F} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$-mg \sin \theta = ml\ddot{\theta}$$

$$\dot{\theta} + \frac{\partial}{\partial} \theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \frac{\partial}{\partial} \sin \theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \frac{\partial}{\partial} \sin \theta = 0$$

$$\theta = A \cos(\omega_0 t + \phi)$$

$$\theta(0) = A \cos \phi = \theta_0$$

$$\dot{\theta}(0) = -A \omega_0 \sin(\phi) = \dot{\theta}_0$$

$$A \sin \phi = \frac{\dot{\theta}_0}{\omega_0}$$

$$A^2 = \left(\frac{\dot{\theta}_0}{\omega_0}\right)^2 + \theta_0^2$$

$$A = \sqrt{\left(\frac{\dot{\theta}_0}{\omega_0}\right)^2 + \theta_0^2}$$

$$\cos \phi = \frac{\dot{\theta}_0}{\sqrt{\left(\frac{\dot{\theta}_0}{\omega_0}\right)^2 + \theta_0^2}}$$

$$\sin \phi = \frac{-\dot{\theta}_0}{\sqrt{\left(\frac{\dot{\theta}_0}{\omega_0}\right)^2 + \theta_0^2}}$$

$$E_m = \text{cte}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgy_0 = \text{cte}$$

$$\dot{v}^2 = \dot{\theta}_0^2 + \dot{y}_0^2$$

$$= l\dot{\theta}^2 + l^2 \sin^2 \theta \dot{\phi}^2$$

$$g = l - l \omega^2 \theta = l(1 - \omega^2 \theta)$$

$$\frac{1}{2}m(l^2\dot{\theta}^2 + l^2 \sin^2 \theta \dot{\phi}^2) + mgl(1 - \omega^2 \theta) = \text{cte}$$

$$\vec{L}(0) \cdot \vec{M}_g = mr^2 \dot{\phi} = \text{cte}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} m (e^2 \dot{\theta}^2 + e^2 \sin^2 \theta \dot{\varphi}^2) + m g e (1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} m v_0^2 + m g z_0 \\ m e^2 \sin^2 \theta \dot{\varphi} = cte = m v b_0 \\ \frac{1}{2} m (e^2 \dot{\theta}^2 + v b_0 \dot{\varphi}) + m g e (1 - \cos \theta) = A_1 \\ m e^2 \sin^2 \theta \dot{\varphi} = v b_0 \end{array} \right.$$

Force centrale  $\Rightarrow$  loi des ares  
mvt plan ...

$\ln \frac{1}{r^2} \rightarrow$  loi de Kepler ..

équation d'une ellipse :  $r = \frac{P}{1 + e \cos \theta}$

forme fermée nous le min  $\rightarrow$  pas besoin de faire le calcul

$$E_m = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{k}{r} = \frac{k}{2a} \quad \left| \frac{v^2}{a^3} = \text{cte} \right.$$

$$C = \frac{L}{m} = \frac{1}{2} m v^2 r \quad \rightarrow P = \frac{mc^2}{k}$$

$r \dot{\theta}^2$  est des ares

\* Oscillations harmoniques spatiale

$$\vec{F} = -k \vec{r}$$

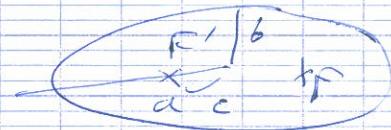
$$E_p = \frac{1}{2} k r^2$$

1<sup>er</sup> façon d'aborder

Composition de force centrale

mvt plan

loi des ares



$$\begin{aligned} &\text{paramétrique} \\ &\text{mouvement} \\ &\text{elliptique} \end{aligned} \quad b^2 = c^2 + a^2 \quad P = b^2/a$$

2ème façon d'aborder : utiliser les coordonnées cartésiennes

$$m\ddot{x} = -kx$$

$$m\ddot{y} = -ky$$

$$m\ddot{z} = -kz$$

- eq diff plus simples en coordonnées
- approche forces centrales → mv + Nen

rotation autour d'un axe fixe

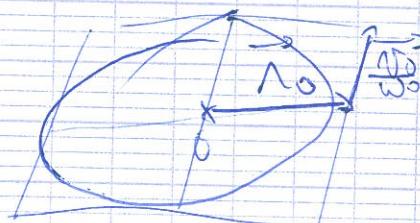
$$C_D = \frac{1}{2} M_D \dot{\theta}^2$$

$$L_{\text{solide}}(\theta) = M_D L_D = M_D \dot{\theta}$$

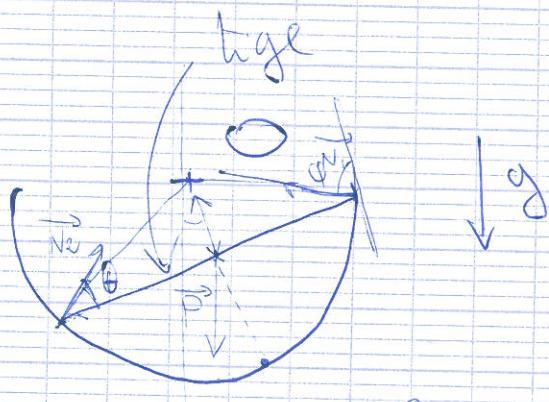
$$M_D = I_D$$

$$F_D = -\frac{dP}{dt}$$

ellipse de centre O



Ex:



$$\theta - \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\theta + \pi - \varphi$$

$$\theta = \pi - \varphi$$

$$\theta - \varphi$$

bol : demi-sphère de rayon R

tige de longeur L < 2R

tige homogène

tige glisse sans frottement sur le bol

étudier ( $\theta = 0$ , on pose la tige dans sa position initiale)

fg

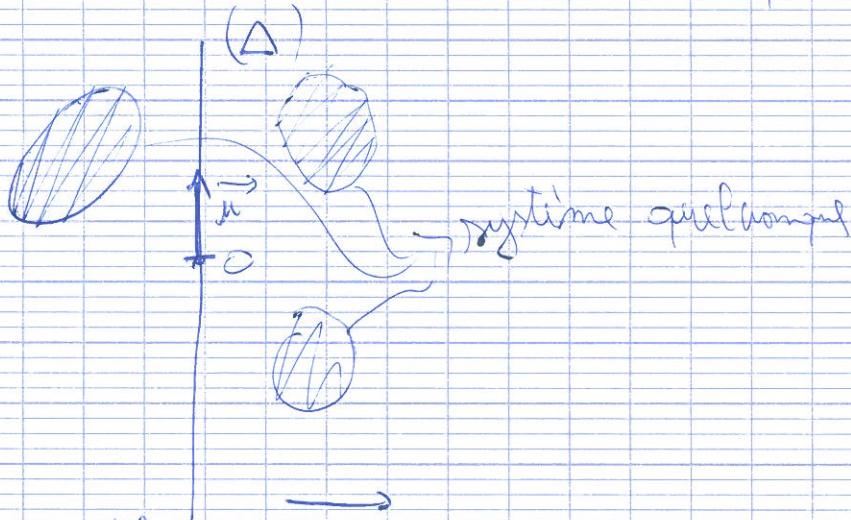


$$\alpha = \theta$$

action normale (N)

$$\gamma = \frac{\pi - \alpha}{2}$$

Complément: conservation du moment cinétique projeté sur un axe



système tel que  $\vec{I}(0) \cdot \vec{n} = I_A = 0$

Loi du mmt cinétique en O (fixé)

$$\frac{d}{dt} \vec{L}(0) = \vec{T}(0) \quad (\text{Rigidité})$$

$$\vec{n} \cdot \frac{d}{dt} \vec{L}(0) = \frac{d}{dt} (\vec{L}(0) \cdot \vec{n}) = \vec{T}(0) \cdot \vec{n}$$

$$T_A = 0 \Leftrightarrow L(0) \cdot \vec{n} = 0$$

dès lors  
conservation de la projection de  $\vec{L}(0)$  sur A

moment lin / qte de mvt  $\rightarrow$  forces ext

Ex: tapis roulant.

Destructions !! air frein dimanche