Table des matières

7 dimensions :

grandeur	Symbole	Unité	
Longueur	L	mètre	m
Masse	M	kilogramme	kg
Temps	T	seconde	s
Intensité	I	ampère	A
Température	θ	kelvin	K
Qté de matière	N	mole	mol
Intensité lumineuse	J	candela	cd

De plus :

retrouver

	grandeur	symbole	unité	S.I
/	Energie	E	J joule	$M L^2 T^{-2}$
/	Force	F	N newton	$M L T^{-2}$
/	acceleration	a	$m \cdot s^{-2}$	$L T^{-2}$
/	vitesse	v	$m \cdot s^{-1}$	$L T^{-1}$
/	Puissance	P	W watt	$M L^2 T^{-3}$
$P = ui$	Tension	U	V volt	$M L^2 T^{-3} I^{-1}$
$P = Ri^2$	Resistance electrique	R	Ω ohm	$M L^2 T^{-3} I^{-2}$
$F = PS$	Pression	P	Pa pascal	$M L^{-1} T^{-2}$
$F = kx$	raideur	k	$N \cdot m^{-1}$	$M T^{-2}$
$i = \frac{dq}{dt}$	Charge electrique	q	C colomb	$T I$
$q = CU$	Capacité electrique	C	F farad	$M^{-1} L^{-2} T^4 I^2$
$U = L\frac{di}{dt}$	inductance electrique	L	H henry	$M L^2 T^{-2} I^{-2}$
	Champ magnétique	B	T tesla	$M T^{-2} I^{-1}$
$F = qE / E = \frac{U}{d}$	champ electrique	E	$N \cdot C^{-1}$; $V \cdot m^{-1}$	$M L T^{-3} I^{-1}$
$(V \cdot s)\ e = \frac{d\phi}{dt}$	flux magnétique	Φ	Wb weber	$M L^2 T^{-2} I^{-1}$
$M = IS$	moment magnétique	M	$A \cdot m^2$	$L^2 I$

Chap 0

$S\vec{j} = \vec{I}$ $\vec{j} = e v$	densité volumique de courant	$\vec{j}$	$A \cdot m^{-2}$	$L^{-2} I$
$\vec{\Pi} \cdot \vec{S} =$ puiss	Vecteur de Poynting	$\vec{\Pi}$	$W \cdot m^{-2}$	$M T^{-3}$
$J = \sum m_i r_i^2$	Moment d'inertie	J	$kg \cdot m^2$	$M L^2$
$\vec{p} = q \vec{NP}$	Moment dipolaire	$\vec{p}$	$C \cdot m$	$L T I$
$\vec{j} = \gamma \vec{E}$	Conductivité	γ	$\Omega^{-1} m^{-1}$	$M^{-1} L^{-3} T^{3} I^{2}$
	densité volumique d'energie electromagnétique	u	$J \cdot m^{-3}$	$M L^{-1} T^{-2}$
$\vec{j} = -\lambda \vec{grad} T$	conductivité thermique	λ	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	$M L T^{-3} \Theta^{-1}$
$\underset{W}{\Phi} = \iint \vec{j}_{TH} \cdot \vec{dS}$	densité de flux thermique	$\vec{j}_{TH}$	$W \cdot m^{-2}$	$M T^{-3}$
$\frac{\partial T}{\partial x} = a \Delta T$	coefficient de diffusion	a	$m^2 s^{-1}$	$L^2 T^{-1}$
$\Phi R_{TH} = dT$	Résistance thermique	R_{TH}		

Retrouver

$e = q$

charge élémentaire : $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C

perméabilité du vide : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ $H \cdot m^{-1}$

$F = G \frac{mm}{r^2}$

constante gravitationnelle : $G = 6,6 \times 10^{-11}$ $m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$

permittivité du vide : $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ $F \cdot m^{-1}$

$E = \frac{3}{2} k_B T$

constante de Boltzmann : $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}$ $J \cdot K^{-1}$

nombre Avogadro : $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}

$PV = nRT$

constante gaz parfaits : $R = 8,314$ $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

$p = \hbar k / E = \hbar \omega$

constante de Planck : $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-34}$ $J \cdot s$

Relations

$$\mu_0 \varepsilon_0 = \frac{1}{c^2} \qquad R = N_A k_B$$

Loi Wien: $\lambda_{max} \times T = \text{constante} = 2,898 \times 10^{-3}$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \qquad h = 6,63 \times 10^{-34}\ J.s \quad c = 3,00 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$$

$$\lambda_0 = c \times T = \frac{c}{f} = 2\pi \frac{c}{\omega}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{\lambda_0}{n} < \lambda_0 \quad \text{car } n > 0$$

si $N \gg 0$ et $D \gg \lambda$ alors ok $\left(\frac{D}{\lambda} \gg 0\right)$

Snell Descartes $i_1' = -i_1$ et $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

Si $n_2 < n_1$ alors $\forall i_1 > i_{1lim}$ il y a reflexion Total
et $\sin i_{1lim} = \frac{n_2}{n_1}$

Def
Transparent : Le milieu n'absorbe pas d'energie lumineuse.
linéaire : Le milieu ne modifie pas la fréquence de l'onde
isotrope : Les propriétés physique sont les mêmes en toute ~~point~~ direction du milieu.
homogène : Les propriete physique soont les mêmes en tout point du milieu.

$$\sin(\theta) = \frac{\lambda}{a}$$

Chap 1 & 2

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

~~aplanaire~~

Stigmatisme : Le point objet A possède un point image A' Tel que Tout les rayont incident qui passent par A émergent et passe par A'.

aplanetisme : Un système optique est aplanetique si le point B se Trouvant dans le plan Transverse contenant A possède son conjugé B' dans le plan Transverse contenant A'

$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{\overline{O\cancel{F}}}$ $\left(\frac{1}{\overline{OF'}}\right.$

Pas Fini

- Définition
  - Dipôle
  - noeud
  - Branche
  - Maille
  - Dipoles en série
  - en parallèle (dérivation)
  - Régime continu = permanent = stationnaire
  - Régime variable

- Charge electrique
  $q = k \times e$ avec $e = 1{,}602 \times 10^{-19}\ C$.

- Courant électrique

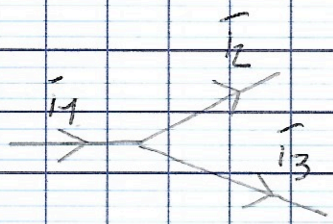
$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ si Δq ne dépend pas du temps.

$\forall$ $i = \frac{dq}{dt}$ en un instant t

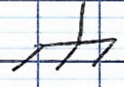
- ARQS

$T \gg \tau$ $T = \frac{1}{f}$ et $\tau = \frac{l}{c}$

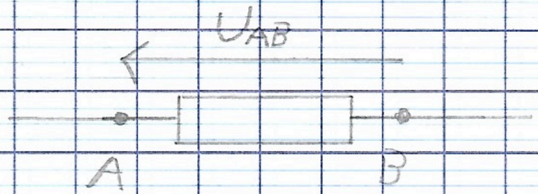
- Loi des Noeuds $i_1 = i_2 + i_3$



- M la masse, $V_M = 0V$

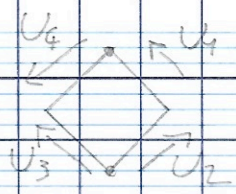


$U_{AB} = V_A - V_B$



1 Chap3

- Loi des mailles



$U_1 + U_2 = U_3 - U_4$

- Conventions récepteur / générateur

$$P = U \times I$$

- E : force électromotrice

Modèle de Thévenin : $U_g = E - R_g \times I$

- Loi d'Ohm : $U_R = R \times i$

$G = \frac{1}{R}$, G la conductance en Siemens

- Effet Joule $P = R\,i^2 = \frac{U_R^2}{R}$

- C : capacité du condensateur en Farad F

Loi intensité Tension

$q = C\,U_c$ et $i = C\frac{dU_c}{dt}$ et $C = \varepsilon \frac{S}{e}$

donc $P_c = \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left(C\,U_c^2\right)$ et $P_c = \frac{d}{dt}(E_c)$

d'où $E_c = \frac{1}{2} C\,U_c^2$

- L : induction de la bobine en Henry H

$$U_L = L\frac{di}{dt}$$

$$P = \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left(L\,i^2\right)$$

$$E = \frac{1}{2} L\,i^2$$

Association de résistances en séries

$$R_{éq} = R_1 + R_2 + R_3$$

Pont diviseur de Tension

$$U_1 = U \times \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Association de résistance en dérivation

$$\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Pont diviseur de courant

$$i_1 = i \times \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

- Une ampoule qui grille est un interrupteur ouvert !
- La fem + la résistance = le moteur (ex 8)
- rendement d'un moteur : $\frac{fem}{U_M} \times 100$ (ex 8)

3

Régime Transitoire :
réponse indicielle
régime libre

- Intensités et Tensions à $T = 0^-$
Intensités et Tensions à $T = 0^+$
Redessiner circuit et déterminer à $T = +\infty$

eq
- Représenter circuit
Écrire les formules
Tomber sur $\frac{dS}{dt} + \frac{S}{\tau} = \frac{S(\infty)}{\tau}$

ⓐ - Equation homogène $\frac{dS_H}{dt} + \frac{S_H}{\tau} = 0$

d'où $S_H(t) = K e^{-\frac{t}{\tau}}$

ⓑ - Solution particulière lorsque $\frac{dS_p}{dt} = 0$

d'où $S_p = S(\infty)$

- Solution générale (ⓐ + ⓑ)

$$S(t) = Ke^{-\frac{t}{\tau}} + S(\infty)$$

- Determiner K lors de $S(0)$

En gros on a : $U_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
avec $\tau = RC$

- On a $U_c(t)$

$$i(t) = C\frac{dU_c}{dt} = C\frac{d}{dt}\left[E\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right]$$

$$= CE\frac{d}{dt}\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$= CE \times \frac{1}{\tau} \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

donc $i(t) = \frac{CE}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$

- Bilan energetique

Loi des mailles
$\times i$
interpreter puissances
Integrer en fct du Tps (Energie)
Verifier que l'egalite est vrai

- Régime Libre.

Equation differentielle
$q(t)$
$U_c(t)$
$i(t)$

Exprimer $q(0^+)$, $U_c(0^+)$, $i(0^+)$

Résoudre
Determiner K à partir de $t=0^+$

- Les définitions
  - ressort
  - longueur à vide
  - longueur instantanée

- Force de rappel élastique : Loi de Hooke

$$\overrightarrow{F_{el}} = -k(l(t) - l_0)\vec{u}$$

- Etude d'un oscillateur harmonique.
  - Phrase du début
  - shéma
  - Bilan des Forces
  - Formule générale
  - relier $l(t)$ à x
  - si x < ou > à l_0

- Def : position d'équilibre

- $\sum \vec{F} = \vec{0}$ et $\vec{v} = \vec{0}$

attention ou est O

- Projeter sur un axe
- exprimer l_{eq}

- Etablir equa diff
  - PFD $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
  - Projeter sur un axe
  - forme canonique avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 x_{eq}$$

Chap 5

- Résolution équa diff

$$x(t) = A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t) + x_{éq}$$

$$x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi) + x_{éq}$$

Déterminer A et B ou φ

avec X_m l'amplitude
φ la phase à l'origine
ω_0 la pulsation propre
$T = \frac{2\pi}{\omega_0}$ la période propre

- $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ $\quad E_{pp} = \pm mgz + K$

$E_{p\,él} = \frac{1}{2} k (l - l_0)^2 + K'$

$E_m = E_{p} + E_c$ $\quad (J = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2})$

- Circuit LC
établir équa diff
conditions initiales
résoudre

$$u_c(t) = U_0 \cos(\omega_0 t)$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Bilan d'energie
en dérivant après avoir mis à la puissance

1 Masse inertielle

Centre de masse : $\overrightarrow{OG} = \frac{1}{m_{TOT}} \sum_{i=1}^{N} m_i \overrightarrow{OM_i}$ ou $\sum_{i=1}^{N} m_i \overrightarrow{GM} = \vec{0}$

Quantité de mouvement $\vec{p} = m\vec{v}$

3 Action mécanique : action exercé par un système exterieur pouvant modifier, provoquer, empecher le mvt d'un système, ou le déformer.
Force : vecteur modélisant une action mécanique.

4 $\overrightarrow{F_{g,A/B}} = -G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{r^2} \overrightarrow{U_{AB}}$

5 $\overrightarrow{F_{e,A/B}} = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \frac{q_A \cdot q_B}{r^2} \overrightarrow{U_{AB}}$

6 $\vec{R} = \overrightarrow{R_N} + \overrightarrow{R_T}$: Réaction du support
R_N perpendiculaire à la surface de contact
R_T parallèle (seulement si frotement)

6 force de frotement fluide.
$\vec{f} = -k_1 \vec{v}$: faible vitesse
$\vec{f} = -k_2 \|\vec{v}\| \vec{v}$: vitesse élevé

6 $\overrightarrow{\Pi_A} = -m_{\text{fluide déplacé}} \times \vec{g} = -\rho_{\text{fluide}} V_{\text{fluide déplacé}} \times \vec{g}$

...tension...

7

Chap 8

2 Travail elementaire

$$\delta W(\vec{F}) = \vec{F} \cdot d\overrightarrow{OM}$$

3 Travail d'une force

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F} \cdot d\overrightarrow{OM}$$

5 Puissance d'une force

$$P(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{v} \qquad \left(= \frac{\delta W(\vec{F})}{dt} \right)$$

6 TPC :

$$\frac{dE_c}{dt} = \sum P(\vec{F})$$

TEC :

$$\Delta E_c = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

10 Une force est conservative ssi son travail ne dépend pas du chemin suivi.

$$W_{AB}(\vec{F_c}) = -\left[E_{pB} - E_{pA}\right]$$

13 TEM

$$\Delta E_m = \sum W_{AB}(\overrightarrow{F_{NC}})$$

5 Représentation spatiale / temporelle
$s(x,t)$

7 Changement de représentation :
exprimer le voulu avec un 0

9 $$s(x,t) = S_m \cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{c}\right) + \varphi_0\right)$$

$$= S_m \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

ici x croissants

S_m : amplitude
ω : pulsation temporelle
c : celerité
φ_0 : phase à l'origine
$k = \frac{\omega}{c}$: pulsation spatiale

11 Des formules :

$$\lambda = cT \quad , \quad T = \frac{1}{f} \quad , \quad k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda} , \quad \omega = 2\pi f$$

12 Le dephasage : $\Delta\varphi_{2/1} = (? \ \varphi_2 - \varphi_1)?$
s_1 en avance : $\Delta\varphi_{2/1} < 0$ (ainsi c'est logique)
$$\Delta\varphi_{2/1} = \frac{2\pi\,\Delta t}{T}$$

14 $$\sin\theta = \frac{\lambda}{a}$$ $a \cancel{\gg} \lambda$ (sinon optique géo)

Chap 11 onze

16 Fresnel

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2S_1S_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

Rappel:

$$\cos p + \cos q = 2\cos\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

18 Interferences

$$\delta(M) = d_2(M) - d_1(M)$$

$$\Delta\varphi_{2/1}(M) = -\frac{2\pi}{\lambda}\delta_{2/1}(M)$$

constructive:

$$\Delta\varphi_{2/1}(M) = 2m\pi$$

$$\delta(M) = m\lambda$$

destructive

$$\Delta\varphi_{2/1}(M) = (2m+1)\pi$$

$$\delta(M) = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$$

$$\left(\sqrt{1+\varepsilon} = 1 + \frac{\varepsilon}{2}\right)$$

20 $$\delta = \frac{ax}{D}$$

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

0 Quelques constantes :

$N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

$P_{atm} = \cancel{1013\ldots}\ \cancel{1}\ 1015\ hPa$

$0°C = 273\ K$

$1\ bar = 10^5\ Pa$

$k_B = 1{,}38 \times 10^{-23}\ J\,K^{-1}$

$R = k_B N_A = 8{,}314\ J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

5 Grandeur Extensive / intensive.

Equilibre thermodinamique

6 $\vec{F} = PS$

7 Hypothèses du gaz parfait.

- ponctuelles - sans interaction

7 $$\langle \vec{v} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \vec{v_i}$$

$$u = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} v_i^2}$$

$$n^* = \frac{N}{V}$$

8 $$\mathcal{E}_{c1} = \frac{3}{2} k_B T = \frac{1}{2} m u^2$$

$$P = \frac{1}{3} n^* m u^2$$

9 $$PV = nRT$$

Chap 12

10 Phase condensée : $V = n V_m = cte$

10 $U = \mathcal{E}_{c,m} + \mathcal{E}_{p,i}$: Energie interne

$U_m = \frac{U}{n}$ $J \cdot mol^{-1}$ $\quad u = \frac{U}{m}$ $J \cdot kg^{-1}$

11 $dU = C_v \, dT$ $\quad C_v$ en $J \cdot K^{-1}$

$C_{V_m} = \frac{C_v}{n}$ $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

$c_v = \frac{C_v}{m}$ $J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$

12 $U_m(T) = \frac{3}{2} RT$

$C_{V_m} = \frac{3}{2} R \qquad C_v = \frac{3}{2} nR \qquad c_v = \frac{3}{2} \frac{R}{M}$

12 Première loi de Joule : Pour un gaz parfait :
$U_m = U_m(T)$

$$\Delta U_m = U_m(T_F) - U_m(T_I) = \int_{T_I}^{T_F} C_{V_m}(T) \, dT$$

(Pareil pour les phases condensées)

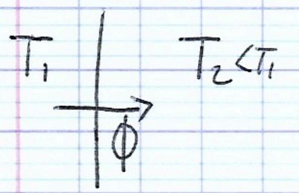
4 $W_f = -\int_{V_I}^{V_F} P_{ext}\, dV$

W_f : travail reçu par le système en J

$W_f = -\int_{V_I}^{V_F} P\, dV$: réversible ; lent.

7 $\delta Q = \Phi\, dt$

Q : transfert thermique / Φ Flux thermique



$T_1 - T_2 = R_{TH} \times \Phi$

R_{TH} : resistance thermique $K \cdot W^{-1}$

8 $\Phi = hS(T_s - T_f)$

8 $E_{tot} = \underbrace{E_c + E_p}_{} + \underbrace{E_{cm} + E_{pi}}_{}$

$= E_m + U$

9 $\Delta E_m + \Delta U = W + Q$: 1er principe.

$\Delta U = W + Q$: système au repos macroscopique

12 $H = U + PV$: Enthalpie

$dH = C_p\, dT$

14 $H_m(T) = U_m(T) + RT$

$\Delta H_m = H_m(T_F) - H_m(T_I) = \int_{T_I}^{T_F} C_{pm}(T)\, dT$

Chap 13

$$\Delta H = n C_{pm} (T_F - T_I)$$

$$C_{pm} = C_{vm} + R$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_{pm}}{C_{vm}} = \frac{c_p}{c_v}$$

$$C_{vm} = \frac{R}{\gamma - 1} \quad \text{et} \quad C_{pm} = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$$

16 $\Delta H = W' + Q$ pour monobare

c_v de l'eau ?

$c_{\text{eau},l} = 4{,}18 \times 10^3 \ \mathrm{J\,K^{-1}\,kg^{-1}}$

$$c_p = \frac{C_p}{m}$$

Capacité thermique massique : $c_{eau} = 4,18 \text{ kJ} \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$

Définitions

Transformation thermodynamique
- brutale / - infiniment lente

infiniment lente => réversible.

isochore => Volume = cte

monobare => P_{ext} = cte

isobare => P = cte

monotherme => T_{ext} = cte

Thermostat => T = cte et $C = +\infty$
(même en échangeant de l'Énergie)

isotherme => T = cte

transfert thermique : Q :
- Conduction — proche - proche
- Convection
- Rayonnement thermique

adiabatique <=> Q = 0
athermane <—> calorifugé
diathermane

1 $x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$

2 $\underline{x}(t) = \underline{X_m}\, e^{j\omega t} = X_m e^{j\varphi} e^{j\omega t}$

$$\left|\begin{array}{l} x(t) = Re(\underline{x}(t)) \\ X_m = |\underline{x}(t)| = |\underline{X_m}| \\ \varphi = \arg(\underline{x}(t)) = \arg(\underline{X_m}) \end{array}\right.$$

3 $\dfrac{d\,\underline{s}(t)}{dt} = j\omega\, \underline{s}(t)$ $\qquad \displaystyle\int \underline{s}(t)\,dt = \frac{\underline{s}(t)}{j\omega}$

$$\varphi_{2/1} = \arg\left(\frac{\underline{s_2}(t)}{\underline{s_1}(t)}\right)$$

4 $\underline{U} = \underline{Z} \cdot \underline{i}$ $\qquad \underline{Z}$: impédance complexe.

$\underline{Z} = \dfrac{U_m}{I_m} e^{j(\varphi_u - \varphi_i)}$ donc $Z = \dfrac{U_m}{I_m}$ et $\varphi = \arg(\underline{Z}) = \varphi_u - \varphi_i$

$\underline{Y} = \dfrac{1}{\underline{Z}}$: admittance complexe

6 $\underline{Z_R} = R \qquad \underline{Z_L} = j\omega L \qquad \underline{Z_C} = \dfrac{1}{j\omega C}$

et comportement pour $\omega \to 0$ et $\omega \to +\infty$

7 Loi des noeuds et loi des mailles pareil

8. Assoc en série : $Z_{eq} = Z_1 + Z_2 + Z_3$

en dérivation : $\dfrac{1}{Z_{eq}} = \dfrac{1}{Z_1} + \dfrac{1}{Z_2} + \dfrac{1}{Z_3}$

Chap 14

9 Pont diviseur de tension / de courant

$$u_1 = U \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2 + Z_3} \qquad i_1 = i \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2 + Y_3}$$

11 formules magiques :

$$\frac{E_m}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + j \frac{1}{Q} \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \qquad \frac{A}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

$$\frac{E_m}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega^2}{Q^2 \omega_0^2}\right)}} \qquad \frac{A}{\sqrt{1 + Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}$$

Pulsations de coupure.

2 valeur moyenne : $\langle s(t) \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T s(t)\,dt$

valeur efficace : $S_{eff} = \sqrt{\langle s^2 \rangle} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T s^2(t)\,dt}$

($= \frac{A}{\sqrt{2}}$ pour un signal sinusoïdal)

($= \frac{A}{\sqrt{3}}$ pour un triangulaire)

($= A$ pour créneau)

3 Si $u(t) = U_0 + U_m \cos(\omega t + \varphi)$

$U_{DC} = \langle u(t) \rangle = U_0$

$U_{AC} = \sqrt{\langle u^2(t) \rangle} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

$U_{AC+DC} = \sqrt{U_0^2 + \frac{U_m^2}{2}}$

3 Developpement en série de fourier :

$$y(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos(2\pi n f t + \varphi_n) \right)$$

et $\omega_n = 2\pi f n$ et $f_n = f n$

4 Si $y(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} y_n(t)$ avec $y_n(t) = A_n \cos(\omega_n t + \varphi_n)$

alors $Y_{eff}^2 = A_0^2 + \sum_{n=1}^{\infty} Y_{n,eff}^2$

5 Le spectre en amplitude.

6 filtre linéaire, filtre passif

passe-bas / passe-haut / passe-bande

7 La fonction de transfert :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}}$$

Chap 15

Le gain $G(\omega) = |\underline{H}(\omega)|$
La phase $\phi(\omega) = \arg(\underline{H}(\omega)) = \varphi_s - \varphi_e$

Ordre d'un filtre.

2 Diagramme de Bode.

$$G_{dB} = 20 \log(|\underline{H}|)$$
$$\phi = \arg(\underline{H})$$

8 Bande passante / Pulsation(s) de coupure

$$G(\omega) > \frac{G_{max}}{\sqrt{2}} \iff G_{dB}(\omega) > G_{dB\,max} - 3 \text{ dB}$$

18 Pour un passe-bande

$$\Delta\omega = \frac{\omega_0}{Q}$$

2 Moment cinétique par rapport à un point :

$$\vec{\mathcal{L}_A}(M/R) = \vec{AM} \wedge \vec{p}(M/R)$$
$$= \vec{AM} \wedge m\,\vec{v}(M/R) \quad J \cdot s$$

un vecteur

3 Moment cinétique par rapport à un axe :

$$L_\Delta(M/R) = \vec{L_A}(M/R) \cdot \vec{u_\Delta}$$
$$= (\vec{AM} \wedge m\,\vec{v}(M/R)) \cdot \vec{u_\Delta} \quad J \cdot s$$

un scalaire

4 Moment d'une force par rapport à un point :

$$\vec{M_A}(\vec{f}) = \vec{AM} \wedge \vec{f} \quad J$$

5 Moment d'une force par rapport à un axe :

$$M_\Delta(\vec{f}) = (\vec{M_A}(\vec{f})) \cdot \vec{u_\Delta}$$
$$= (\vec{AM} \wedge \vec{f}) \cdot \vec{u_\Delta} \quad J$$

6 Bras de levier

$$|M_\Delta| = d \times \|\vec{f}\|$$

9 Théorème du moment cinétique par rapport à un point fixe $\quad$ TMC

$$\frac{d\vec{L_O}(M/R)}{dt} = \sum_i \vec{M_O}(\vec{f_i}) = \sum_i \vec{OM} \wedge \vec{f_i}$$

11
$$\frac{dL_\Delta(M/R)}{dt} = \sum_i M_\Delta(\vec{f_i}) = \sum_i (\vec{OM} \wedge \vec{f_i}) \cdot \vec{u_\Delta}$$

axe fixe

Chap 16

1 $\overrightarrow{F_{g/OM}} = -G\dfrac{m_0 m}{r^2}\overrightarrow{u_r}$

3 $E_p = -G\dfrac{m_0 m}{r}$

4 force centrale — le mouvement est contenu dans un plan

5 L'aire balayée par $\overrightarrow{OM}$ est égal en des temps égaux

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}r^2\dot{\theta} = \frac{C}{2}$$

6 $$E_m = \frac{1}{2}m\dot{r}^2 + \underbrace{\frac{1}{2}m\frac{C^2}{r^2} \underbrace{- G\frac{m_0 m}{r}}_{E_p}}_{E_{peff}}$$

8 Etat lié / Etat de diffusion

mvt elliptique — hyperbolique

circulaire — parabolique

9 limites, variations, extremum de E_{peff}.

11 Chaque planète décrit une orbite elliptique dont le soleil est l'un des foyers.

Les aires balayées par la ligne Soleil-planète pendant des temps égaux sont égales.

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_s}$$

Chap 17

12 $v = \sqrt{\dfrac{G m_0}{r_0}}$ pour circulaire

$$E_m = -G \frac{m_0 m}{2 r_0} = -E_c = \frac{E_p}{2}$$

14 le plan du mvt d'un satellite géostationnaire est celui de l'équateur.
en déduire sa hauteur avec Kepler

15 Première vitesse cosmique
vitesse d'un satellite pour qu'il soit en orbite $v_{c1} = 7{,}9\ km/s$

Deuxième vitesse cosmique (de libération)
vitesse du satellite pour qu'il echappe à l'attraction de la planète ($E_m \geq 0$) $v_{c2} = 11\ km/s$

17 Réussir à montrer que
$$E_m = -\frac{G m_0 m}{2a}$$

4 Moment cinétique d'un solide S

$$L_\Delta(S/R) = \sum L_\Delta(M_i/R)$$
$$= \sum \left(\overrightarrow{OM_i} \wedge m_i \overrightarrow{v(M_i/R)}\right) \cdot \overrightarrow{u_\Delta}$$

en rotation autour de Δ à la vitesse ω :

$$L_\Delta(S) = J_\Delta(S) \cdot \omega$$

5 Moment d'inertie J_Δ en $kg \cdot m^2$

$$J_\Delta = \sum J_\Delta(M_i) = \sum (m_i r_i^2)$$

6 Moment du poids

$$\overrightarrow{M_O}(\overrightarrow{P}) = \overrightarrow{OG} \wedge m\overrightarrow{g}$$

7 Un couple : un ensemble de actions mécaniques de résultante nulle et de moment non nul.

8 le PFD, le TMC restent les mêmes en solide.

$$\frac{dL_\Delta(S/R)}{dt} = J_\Delta \frac{d\omega}{dt} = \sum M_\Delta^{ext}$$

11. Energie cinétique d'un solide :

$$E_c = \sum \frac{1}{2} m_i v_i^2$$

translation	rotation
$E_c = \frac{1}{2} m v^2$	$E_c = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2$

Chap 18

12 Puissance des actions mécaniques extérieures

$$P^{ext} = M_{\Delta}^{ext} \times \omega \quad (= \Gamma \omega)$$

Travail d'une action mécanique

$$W_{AB}^{ext} = \int_{t_A}^{t_B} P^{ext} dt = \int_{\theta_A}^{\theta_B} M_{\Delta}^{ext} d\theta$$

TPC :

$$\frac{dE_c}{dt} = \sum P^{ext}$$

TEC :

$$\Delta E_c = \sum W_{AB}^{ext}$$

2 Transformation réversible:
- infiniment lente
- à l'équilibre à chaque instant
- phénomène dissipatif négligeable

3 Causes d'irréversibilité
- frottements.
- phénomène de diffusion
- réactions chimiques
- courant electrique

4 $\Delta S = S_{ech} + S_{créé}$ $(J \cdot K^{-1})$

$S_{ech} = \sum \frac{Q_i}{T_i}$

$S_{créé}$ | >0 irréversible
| $=0$ réversible
| <0 impossible

5 isolé $\Rightarrow$ $\Delta S = S_{créé}$

adiabatique réversible $\Rightarrow$ $S_{ech} = 0$ et $S_{créé} = 0$
donc $\Delta S = 0$

isentropique.

monotherme: $S_{ech} = \frac{Q}{T_{thermostat}}$

7 Entropie d'une phase condensée.
Entropie d'un gaz parfait.

Chap 19

Loi de Laplace -
- systeme fermé
- γ constant
- isentropique
- echang uniquement travail force pression

$$P V^{\gamma} = cte$$
$$T V^{\gamma-1} = cte$$
$$T^{\gamma} P^{1-\gamma} = cte$$

2 changements de phase

solide $\xleftarrow{\text{solidification}}$ $\xrightarrow{\text{fusion}}$ liquide

sublimation ↘ ↙ vaporisation

condensation ↖ ↗ liquéfaction

gaz

3 Diagramme (P,T)

4 pression de vapeur saturante

point triple

point critique

5 diagramme (P,v) de Clapeyron

6 $x_G = \dfrac{m_G}{m}$ $x_L = \dfrac{m_L}{m}$ $x_G + x_L = 1$

7 $x_G = \dfrac{LM}{LG}$

7 Enthalpies de transition de phase

$$\Delta_{\varphi_1 \to \varphi_2} H_m(T) = H_{m,\varphi_2}(T) - H_{m,\varphi_1}(T) \quad J \cdot mol^{-1}$$

$$\Delta_{\varphi_1 \to \varphi_2} h(T) = h_{\varphi_2}(T) - h_{\varphi_1}(T) \quad J \cdot kg^{-1}$$

8 Entropie de changement d'état

$$\Delta_{\varphi_1 \to \varphi_2} S_m(T) = S_{m,\varphi_2}(T) - S_{m,\varphi_1}(T) \quad J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$$

$$\Delta_{\varphi_1 \to \varphi_2} s(T) = s_{\varphi_2}(T) - s_{\varphi_1}(T) \quad J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$$

Chap20

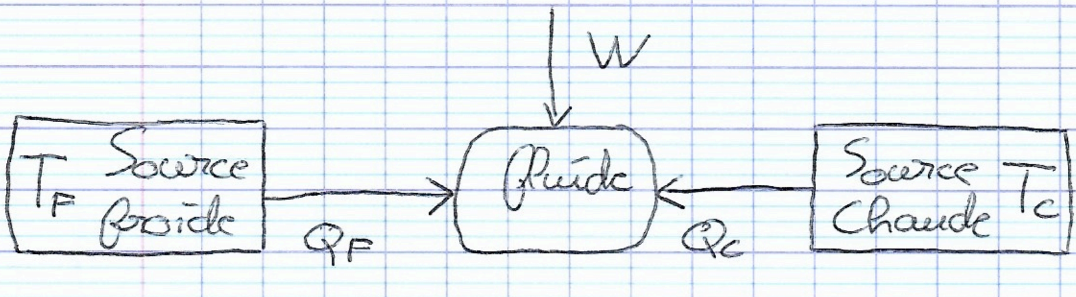
$$\Delta_{P_1 \to P_2} s(T) = \frac{\Delta_{P_1 \to P_2} R(T)}{T}$$

1 Machine thermique cyclique (ditherme)

moteurs thermiques

machines réceptrices thermiques

transfert thermique du froid au chaud



2 Efficacité d'une machine Thermique

$$e = \left| \frac{\text{énergie échangée utile}}{\text{énergie échangée qui coûte}} \right|$$

3 Théorème de Carnot

Cycle de Carnot

| 2 isothermes réversibles
| 2 adiabatiques réversible (isentropique)

6 Moteur : $\eta_c = \dfrac{T_C - T_F}{T_C}$; $0 \leq \eta \leq \eta_c < 1$

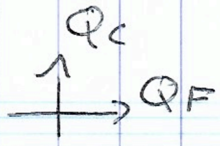
8 Machine frigorifique :

$$e_c = \frac{T_F}{T_C - T_F} \qquad 0 \leq e \leq e_c$$

10 Pompe à chaleur :

$$e_c = \frac{T_C}{T_C - T_F} \qquad 0 \leq e \leq e_c$$

Chap 21

12 diagramme de Raveau 

12 Cogeneration

6 Bobine ℓ ; r ; N ; $n = \frac{N}{\ell}$

Solénoïde

pour $\frac{\ell}{r} >> 1$: $\vec{B_{int}} = \mu_0 n i \vec{U_z}$ $\vec{B_{ext}} = \vec{0}$

7 Bobines de Helmotz $L \approx R$

8 Vecteur surface $\vec{S}$
de norme S

Moment magnétique:
$\vec{m} = I\vec{S}$ en $A \cdot m^2$

pour n spires : $\vec{m} = NI\vec{S}$

10 B est proportionel à $\|\vec{m}\|$

12 Force de Laplace Dans le sens du courant

$$d\vec{F_L}(P) = I\,d\vec{l_P} \wedge \vec{B_{ext}}(P)$$

$$\vec{F_L} = \int_{P \in \widehat{MN}} \left(I\,d\vec{l_P} \wedge \vec{B_{ext}(P)}\right)$$

14 sur les rails de Laplace.

$\vec{F_L} = i\,\vec{MN} \wedge \vec{B_{ext}}$: resultante

$P_L = (i\,\vec{MN} \wedge \vec{B_{ext}}) \cdot \vec{v}$: puissance

17 $\vec{\Gamma_L} = \vec{m} \wedge \vec{B_{ext}} = i\,\vec{S} \wedge \vec{B_{ext}}$: moment

$P_L = \Gamma_L \times \omega$: puissance
Le cadre en rotation

Chap 22

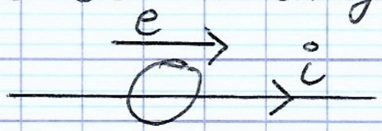
3 Loi de modération de Lenz
Les effets de l'induction s'opposent aux causes qui leur ont donné naissance.

induction électromagnétique : création d'un courant dans un circuit fermé en raison d'un champ magnétique.

5 $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$ en $T \cdot m^2$

si traverse N spires : $\Phi = N\vec{B} \cdot \vec{S}$

6 Loi de Faraday : $e_{ind} = -\dfrac{d\Phi}{dt}$ en V



(conv gene)

8 $\Phi_p = \iint_{M \in \text{Spire}} \vec{B_p}(M,t) \cdot \vec{dS_M}$ $\qquad \vec{B_p}$ champ propre (créé par un circuit)

9 $\Phi_p = Li$ avec L : inductance propre
auto-inductance en H

10 $e_p = -\dfrac{d\Phi_p}{dt} = -L\dfrac{di}{dt}$: fem auto-induite
(conv gene)

13 $E_{mag} = \frac{1}{2}Li^2$: energie emmagasinée dans une bobine sous forme magnétique.

Chap23

14 $\phi_{1\to 2}(t) = M \cdot i_1(t)$: flux du champ $\vec{B_1}$ créé par $\mathcal{C}_1$ à travers le circuit $\mathcal{C}_2$

et $\phi_{2\to 1}(t) = M \cdot i_2(t)$

M : inductance mutuelle

21 Shéma de principe

et voilà,
c'est tout,
bonne chance !

7 Relation de Planck-Einstein
- particule de masse nulle
- à la vitesse de la lumière

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{et} \quad p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

11 Relation de Broglie

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

11 Particule quantique ou non quantique ?

calculer $\lambda = \frac{h}{p}$

si $\lambda \approx a$: quantique

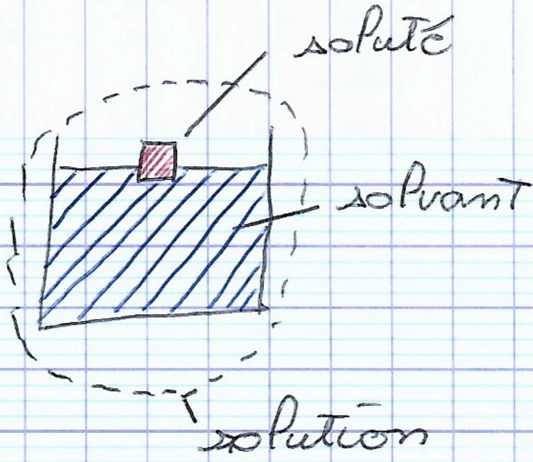
si $\lambda \ll a$: pas quantique

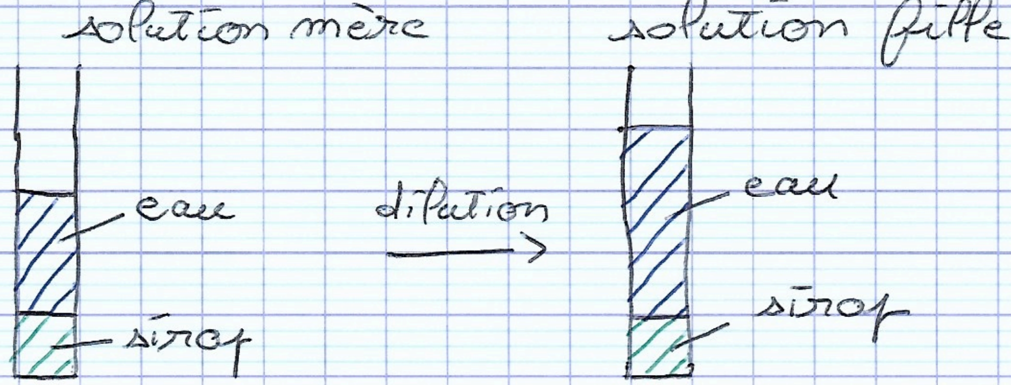
si $\lambda \gg a$: pas possible ?

Chap 24

- $\rho = \frac{m_{solution}}{V_{solution}}$

  $C_m = \frac{m_{soluté}}{V_{solution}}$



- 

dilution : mettre de l'eau dans du sirop.

Chap Chimie