

PUISSANCE ELECTRIQUE

Continu

$$\boxed{P = UI}$$

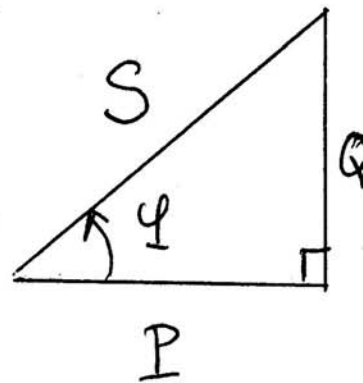
W V A

Alternatif monophasé

$$\begin{aligned} P &= UI \cos \varphi \\ Q &= UI \sin \varphi \\ S &= UI \end{aligned}$$

Alternatif triphasé

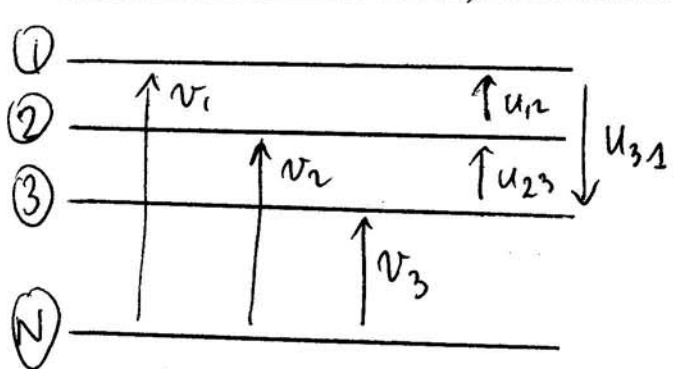
$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} UI \cos \varphi \\ Q &= \sqrt{3} UI \sin \varphi \\ S &= \sqrt{3} UI \end{aligned}$$



- P : puissance active en watt (W)
- Q : puissance réactive en voltampères réactifs (VAR)
- S : puissance apparente en voltampères (VA)
- $\cos \varphi$: facteur de puissance
- φ : déphasage entre tension et intensité

TRIPHASE

Tension simple, Tension composée



$(v_1, v_2, v_3) \rightarrow$ tensions simples

$(u_{12}, u_{23}, u_{31}) \rightarrow$ tensions composées

$V_1 = V_2 = V_3 = V \rightarrow$ valeurs efficaces des tensions simples

$U_{12} = U_{23} = U_{31} = U \rightarrow$ valeurs efficaces des tensions composées

$$U = \sqrt{3} V$$

tension composée en volts

tension simple en volts

soit

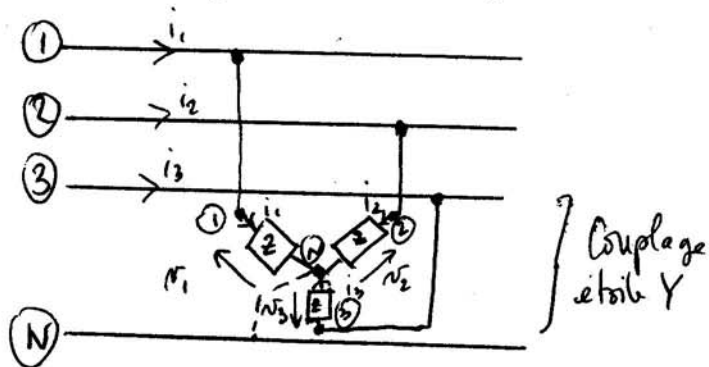
$$V = \frac{U}{\sqrt{3}}$$

Exemple : réseau 230V/400V, 50 Hz $\rightarrow$ fréquence

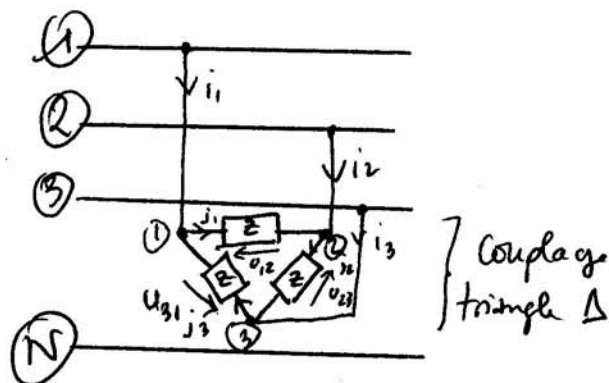
$\downarrow$ tension simple V (entre phase et neutre) $\downarrow$ tension composée U (entre phase et phase)

$\frac{400}{230} = 1,739$
 $\approx 1,732$
 $\approx \sqrt{3}$

Couplage étoile, Couplage triangle



Couplage étoile Y



Couplage triangle Δ

Puissances en triphasé

S (hypotenuse)
 P (adjacent)
 Q (opposite)
 $\cos \varphi$ (angle between P and S)
 $\sin \varphi$ (angle between Q and S)

$$P = \sqrt{3} U I \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} U I \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{3} U I$$

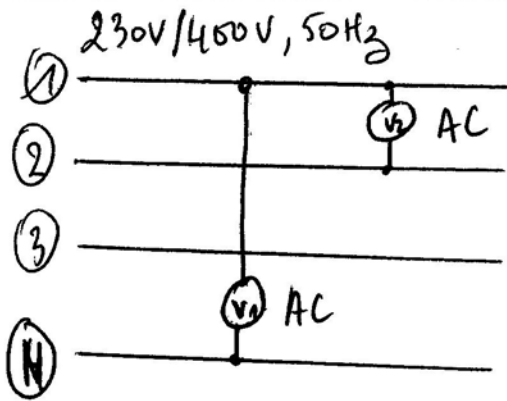
Quel que soit le mode de couplage.

U : tension composée
 I : courant de ligne.

$$A \rightarrow \boxed{I = \frac{P}{\sqrt{3} U}} \rightarrow A$$

MESURES EN TRIPHASE

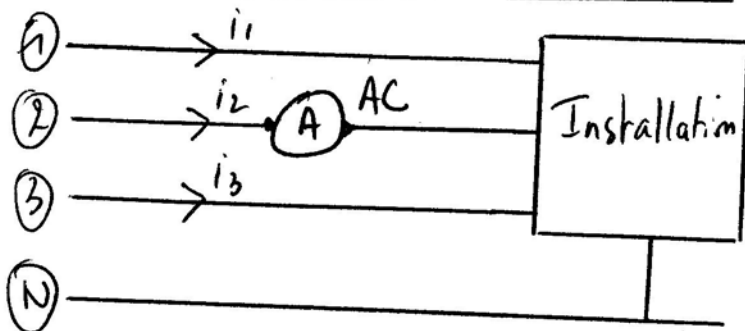
Mesure d'une tension simple et d'une tension composée



(VOLTMETRE)
 V_1 mesure la valeur efficace de la tension simple du réseau soit 230V

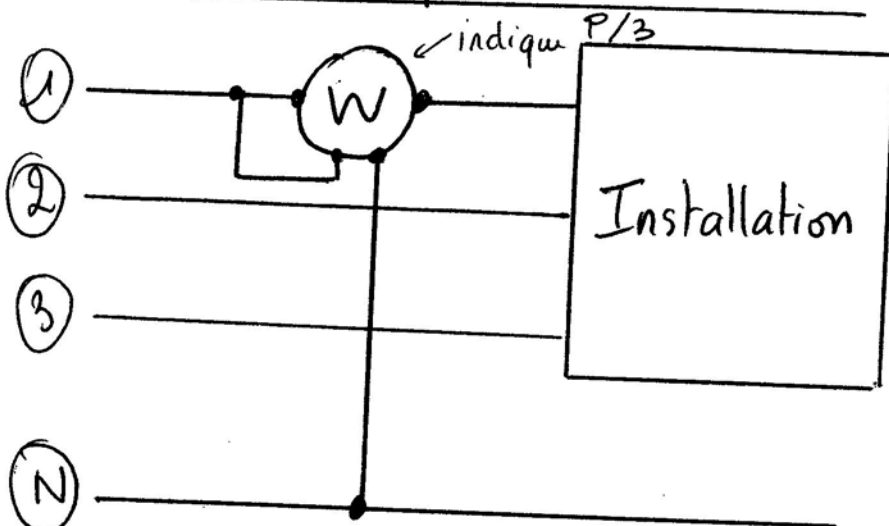
V_2 mesure la valeur efficace de la tension composée du réseau soit 400V

Mesure d'un courant de ligne



(AMPEREMETRE)
 A mesure la valeur efficace du courant de ligne puisque
 $I_1 = I_2 = I_3 = I$

Mesure de la puissance active



(WATTMETRE)
 W mesure la puissance active en watts arrivant dans l'installation par la phase 1.

On sait que l'installation reçoit autant de puissance de la part des phases ①, ② et ③. On en déduit que le wattmètre va indiquer le tiers de la puissance active absorbée par l'installation.

THEOREME DE BOUCHEROT

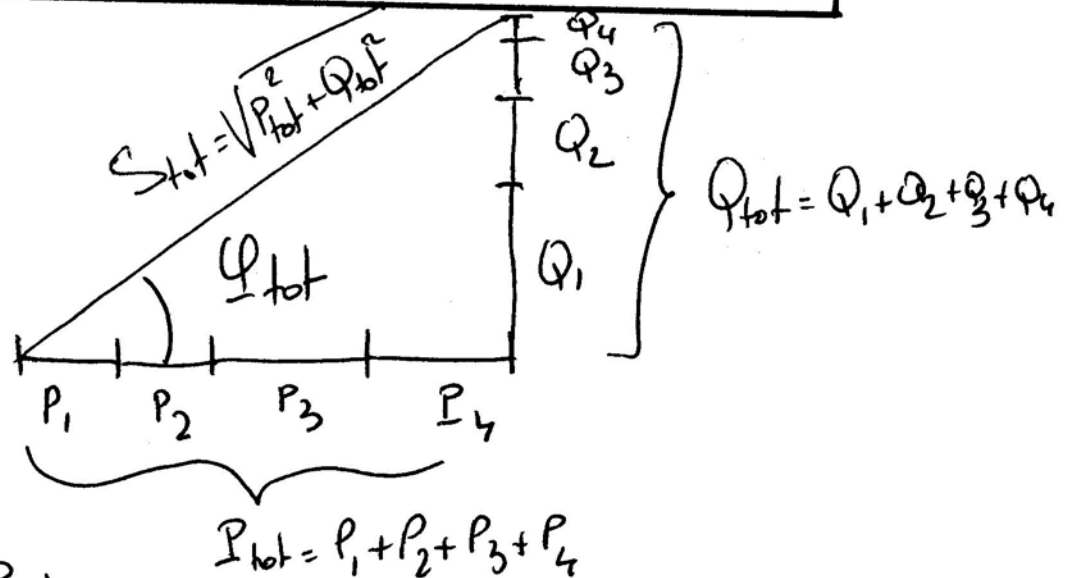
Lorsque plusieurs appareils fonctionnent simultanément, pour déterminer l'intensité efficace du courant alimentant l'installation, on utilise le théorème de Boucherot :

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

$$Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

~~$$S_{\text{tot}} = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n$$~~

mais
$$S_{\text{tot}} = \sqrt{P_{\text{tot}}^2 + Q_{\text{tot}}^2}$$



- $\cos \varphi_{\text{tot}} = \frac{P_{\text{tot}}}{S_{\text{tot}}}$

- on doit avoir $\cos \varphi_{\text{tot}} > 0,93$ sous peine d'amende par EDF.

- Une fois qu'on connaît S_{tot} , on peut connaître I_{tot} consommé par l'installation.

COURANT ALTERNATIF

Expression mathématique

$$\begin{cases} i = I\sqrt{2} \sin \omega t \\ u = U\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

Relations à connaître

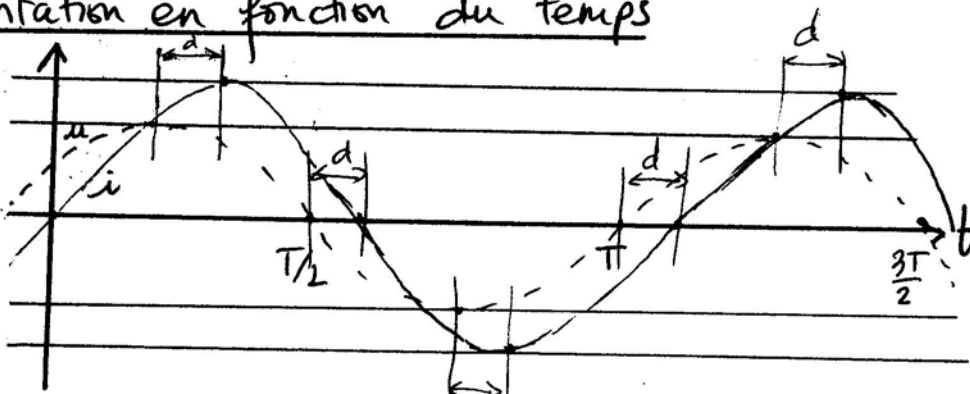
$$\text{rad.s}^{-1} \quad \boxed{\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}} \quad \begin{matrix} \text{rad} \\ \text{s} \end{matrix} \quad (\text{pulsation en rad/s})$$

$$\boxed{T = \frac{1}{f}} \quad (T: \text{période en s}, f, \text{fréquence en Hertz})$$

Valeur maxi — $\hat{I} = I \times \sqrt{2}$ donc $\boxed{I = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}}}$ et $\boxed{U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}}$

φ : déphasage de u sur i (en radians ou degrés)

Représentation en fonction du temps



$$\frac{d}{T} = \frac{\varphi}{2\pi}$$

donc $\boxed{\varphi = \frac{d}{T} \times 2\pi}$

d : décalage temporel

ici, i est en retard d sur u .

Représentation de Fresnel de u et de i

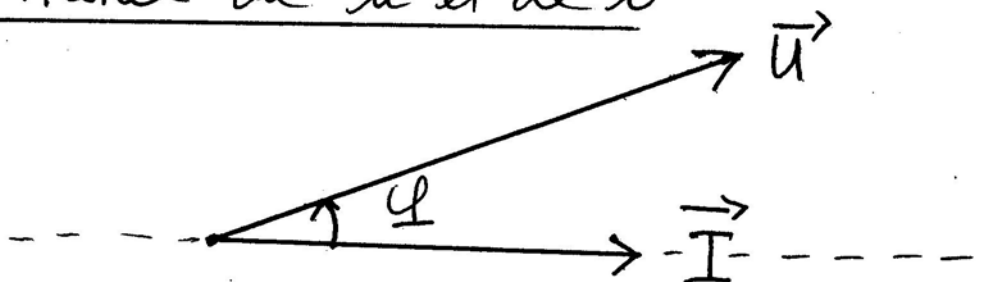
$$i \rightarrow \vec{I} = [I, 0]$$

$$u \rightarrow \vec{U} = [U, \varphi]$$

module argument

Signe de φ

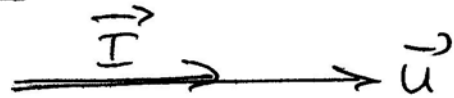
$\varphi > 0$, i en retard sur $u \Rightarrow$ dipôle inductif (bobine) | $\varphi < 0$, i en avance sur $u \Rightarrow$ dipôle capacitif | $\varphi = 0$, i en phase avec $u \Rightarrow$ dipôle résistif



IMPEDANCE

Résistance

$$\varphi = 0$$



$$Z = \frac{U}{I} = R$$

R : résistance en ohms (Ω)

$$Z_R = R \Omega$$

Inductance pure

$$\varphi = +\frac{\pi}{2}$$

$$Z_L = \frac{U}{I} = L\omega$$

on pose $X_L = L\omega$: réactance d'induction en ohms (Ω)

$$Z_L = X_L \Omega$$

Capacité pure

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

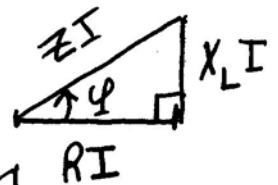
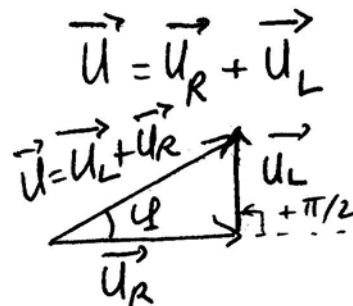
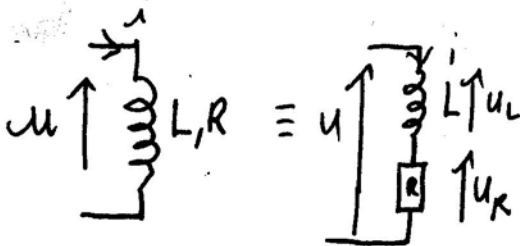
$$Z_C = \frac{U}{I} = \frac{1}{C\omega}$$

on pose $X_C = \frac{1}{C\omega}$

X_C : réactance de capacité en ohms (Ω)

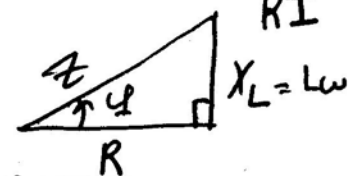
$$Z_C = X_C \Omega$$

Bobine réelle



On obtient le triangle des impédances :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$



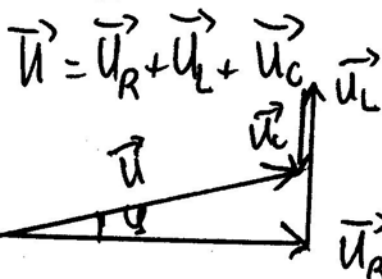
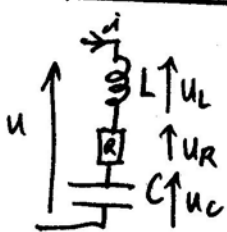
$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\sin \varphi = \frac{X_L}{Z}$$

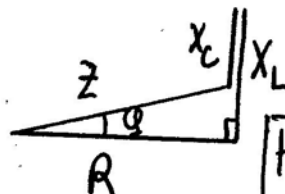
$$\tan \varphi = \frac{X_L}{R}$$

Remarque, ici $X_L > 0$ et $R > 0$ donc $\tan \varphi > 0$ et $\varphi > 0$. i est en retard sur u (dipôle inductif).

Circuit RLC série



On obtient le triangle des impédances



$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

• $X_L > X_C$, $\varphi > 0$
 • $X_L < X_C$, $\varphi < 0$
 • $X_L = X_C$, $\varphi = 0$ RESISTIF

ENERGETIQUE

Travail et chaleur

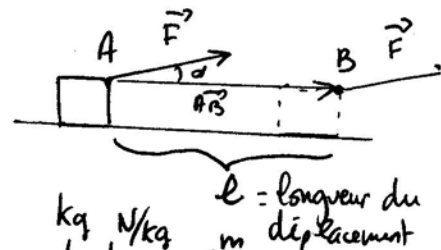
- * W : travail (work) = mode de transfert ordonné d'énergie à un système.
- * Q : chaleur = mode de transfert déordonné d'énergie à un système.
- * Unité : le joule (J)
- * Signe : - Positif si l'énergie est reçue par le système
 - Négatif si l'énergie est perdue par le système.

Travail d'une force

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = \|\vec{F}\| \times \|\vec{AB}\| \times \cos(\vec{F}, \vec{AB})$$

$$J \quad W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F \ell \cos \alpha$$

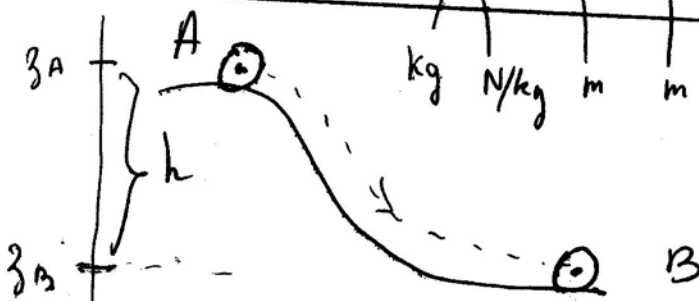
N m



Travail du poids

$$J \quad W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$$

kg N/kg m m



$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = mgh \quad \text{si A au dessus de B}$$

kg N/kg m

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -mgh \quad \text{si A au dessous de B}$$

CALORIMETRIE

Relation fondamentale de la calorimétrie

$$J \quad \boxed{Q = m C \Delta \theta}$$

kg J/kg/K K

Q : quantité de chaleur échangée avec l'environnement

$Q > 0$, chaleur reçue par le système

$Q < 0$, chaleur cédée par le système

m : masse de substance

C : capacité thermique massique de la substance

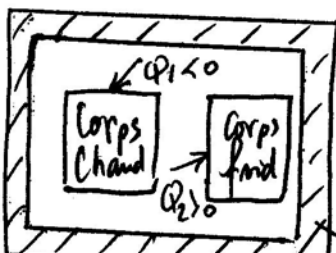
exemple $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\Delta \theta = \theta_{\text{final}} - \theta_{\text{initial}}$: variation de température de la substance, peut s'exprimer en $^{\circ}\text{C}$ ou en K .

Signification physique de la capacité thermique massique.

La capacité thermique massique d'une substance représente la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 kg de substance pour voir sa température augmenter de 1 degré (Celsius ou Kelvin). C'est une constante qui caractérise la substance.

Méthode des mélanges



$$Q_1 = m_1 c_1 (\theta_f - \theta_1) < 0 \quad \text{car } \theta_f < \theta_1$$

$$Q_2 = m_2 c_2 (\theta_f - \theta_2) > 0 \quad \text{car } \theta_f > \theta_2$$

Puisqu'il n'y a pas de perte de chaleur, toute la chaleur donnée par le corps chaud est reçue par le corps froid.

enceinte adiabatique

$$\boxed{Q_1 + Q_2 = 0}$$

$$m_1 c_1 \theta_f - m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_f - m_2 c_2 \theta_2 = 0$$

$$\theta_f (m_1 c_1 + m_2 c_2) = m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2$$

$$\theta_f = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

PUISSANCE MÉCANIQUE

Définition de la puissance

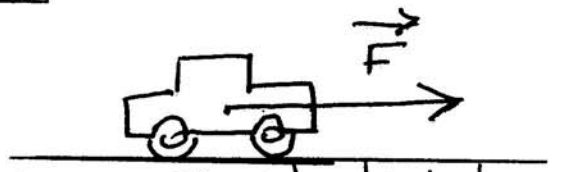
La puissance est un débit d'énergie. C'est la quantité d'énergie échangée entre un système et son environnement pendant une unité de temps c'est à dire pendant une seconde.

$$\text{Watt (W)} \quad \left[P = \frac{W}{t} \right] \quad \begin{array}{l} \text{J (Joule)} \\ \text{s (seconde)} \end{array}$$

Puissance pour un objet en translation

$$W \quad \left[P = \frac{W}{t} = \frac{F \ell}{t} = F v \right]$$

$\left\{ \begin{array}{l} F: \text{force motrice (N)} \\ v: \text{vitesse (m.s}^{-1}\text{)} \end{array} \right.$

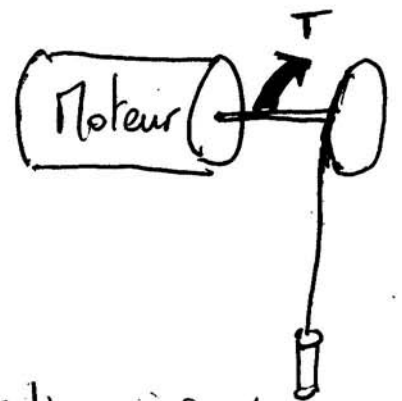


F : intensité de la force motrice
 v : vitesse de l'objet

Puissance pour un objet en rotation

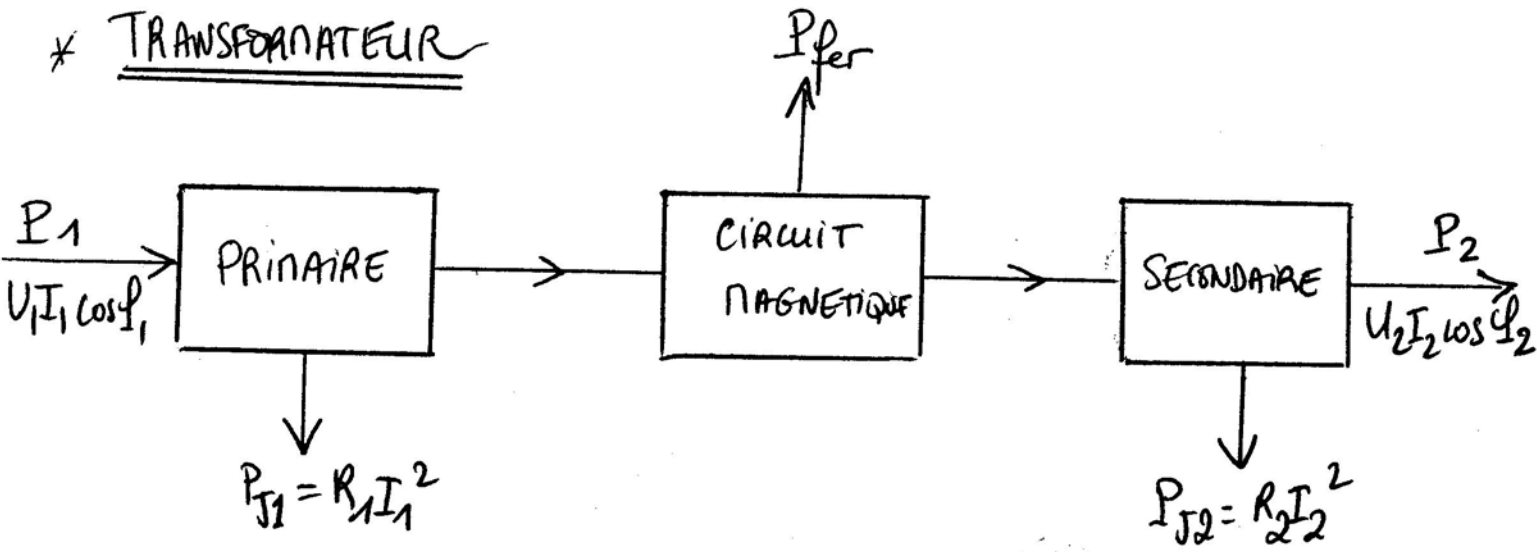
$$W \quad \left[P = \frac{W}{t} = \frac{T \alpha}{t} = T \Omega \right]$$

$\left\{ \begin{array}{l} T: \text{couple du moteur en newton mètre.} \\ \Omega: \text{vitesse de rotation du moteur en radians par seconde.} \end{array} \right.$

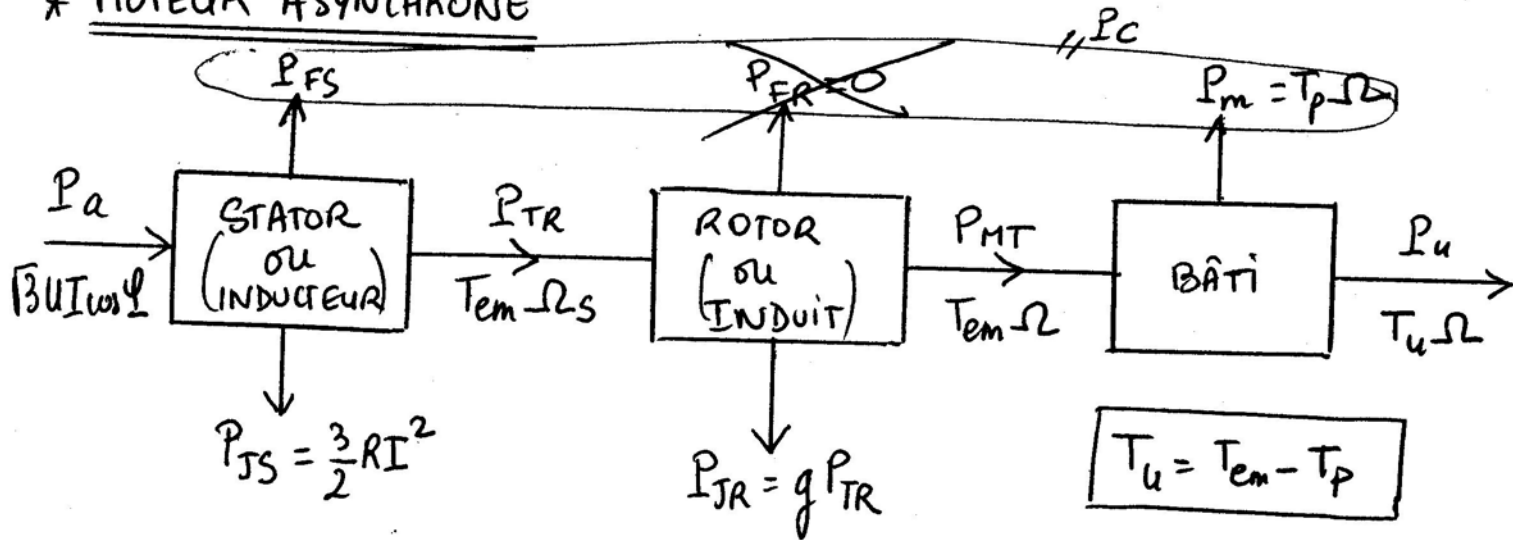


DIAGRAMMES DE PUISSANCE

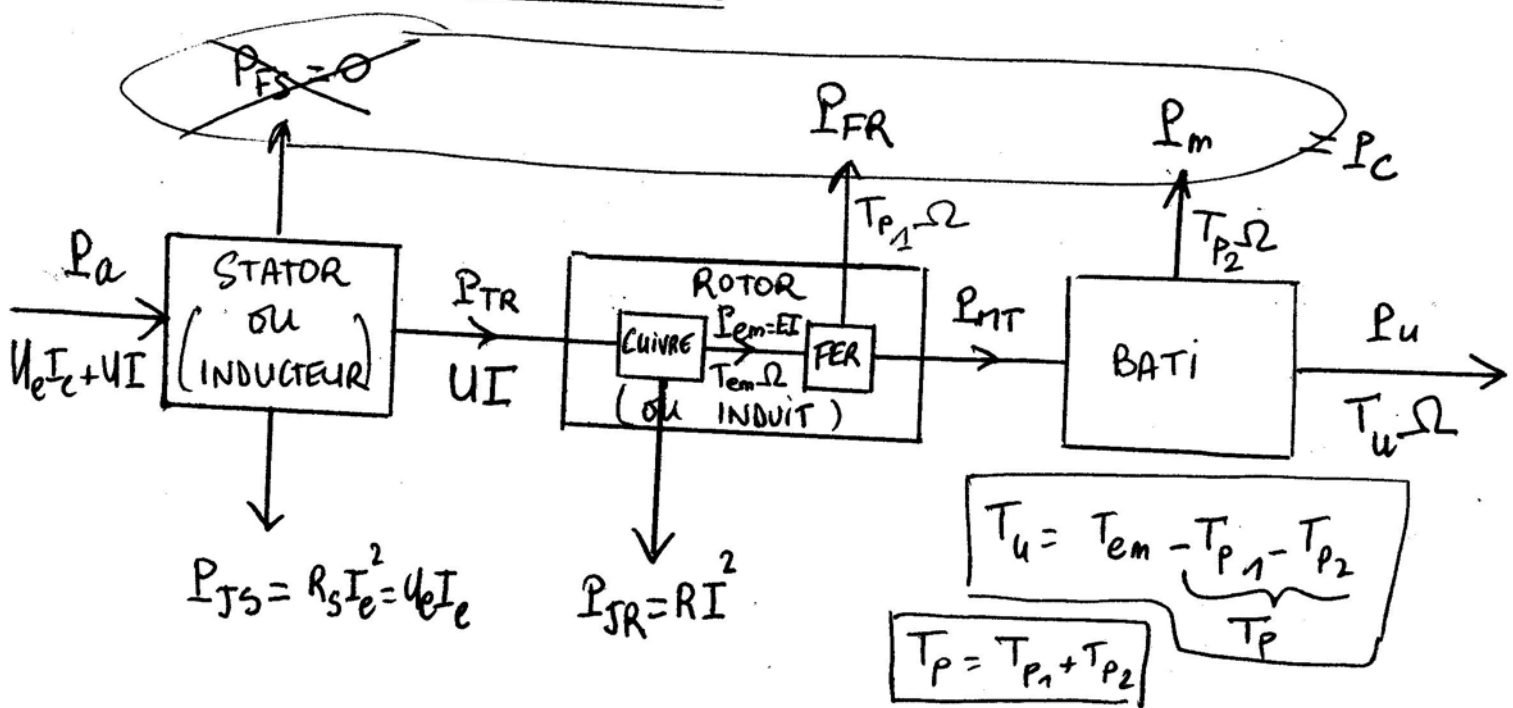
* TRANSFORMATEUR



* MOTEUR ASYNCHRONE

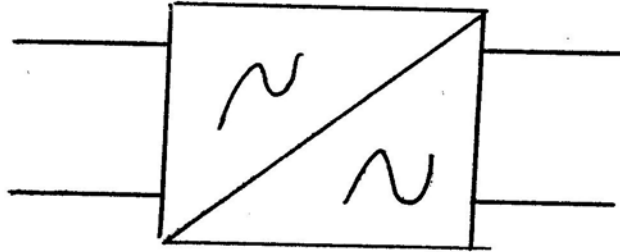


* MOTEUR A COURANT CONTINU



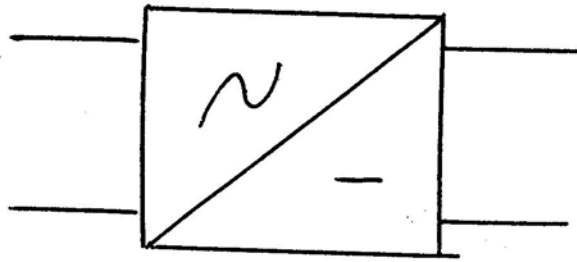
CONVERTISSEURS STATIQUES DE PUISSANCE

Convertisseur
alternatif/alternatif
= TRANSFORMATEUR



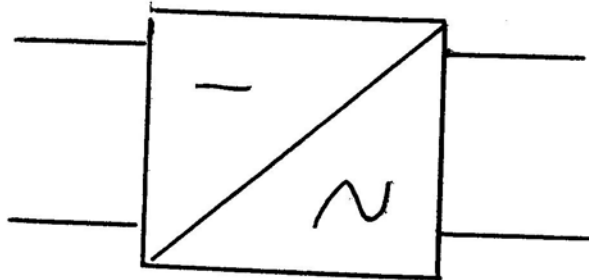
Utilisé pour le transport de l'énergie électrique sur les lignes haute tension afin d'éviter les pertes en ligne

Convertisseur
alternatif/continu
= REDRESSEUR



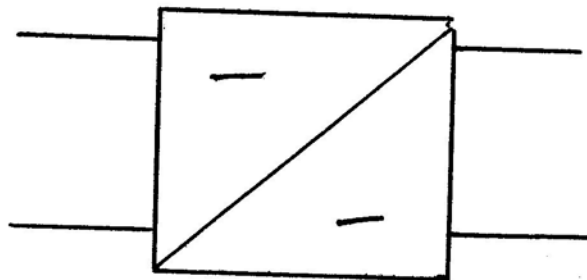
Utilisé dans les alimentations d'ordinateurs ou pour charger les batteries des téléphones portables avec un adaptateur secteur

Convertisseur
continu/alternatif
= ONDULEUR



Utilisé pour faire varier la vitesse des moteurs asynchrones en faisant varier la fréquence du courant alternatif alimentant le M.A.S

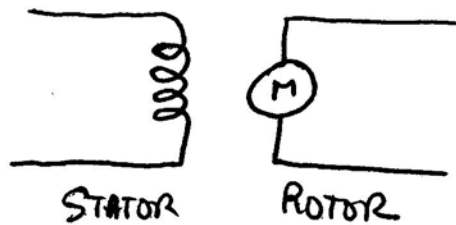
Convertisseur
continu/continu
= HACHEUR



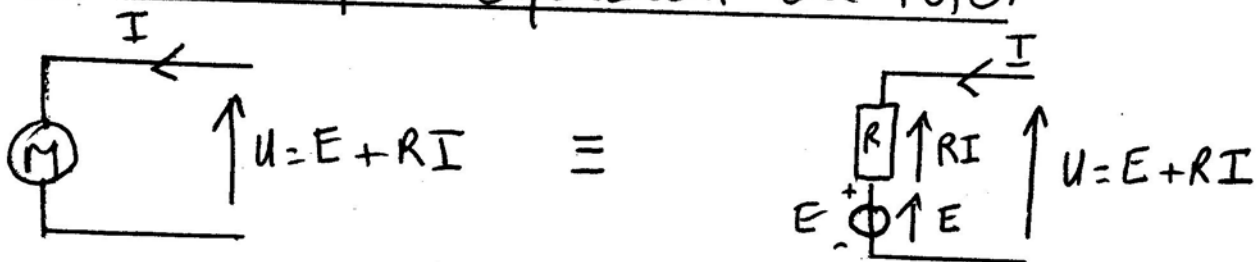
Utilisé pour faire varier la vitesse des moteurs à courant continu pour faire varier la valeur moyenne de la tension du M.C.C.

MOTEUR A COURANT CONTINU

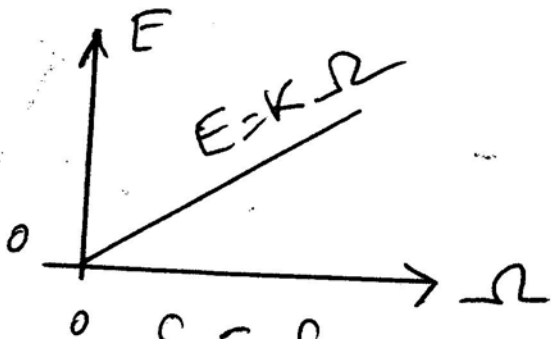
Symbole électrique du M.C.C.



Modèle électrique équivalent du rotor



Relation entre E et Ω



$$E = K\Omega$$

Units: E in Volts (V), K in $V \cdot rad^{-1} \cdot s$, and Ω in $rad \cdot s^{-1}$.

E : f.e.m en volts
 Ω : vitesse angulaire en radians par seconde

Relation entre T_u et Ω

$$P_{em} = EI = T_{em}\Omega$$

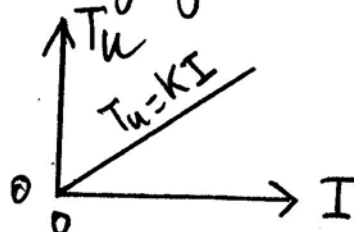
$$T_{em} = \frac{EI}{\Omega} = \frac{K\Omega I}{\Omega} = KI$$

or $T_u = T_{em} - T_p$

Si le couple de pertes est négligeable devant le couple utile on a

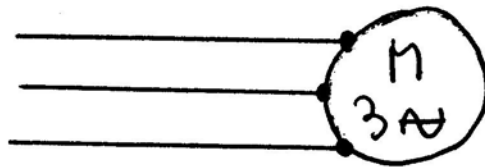
$$T_u \approx KI$$

Units: T_u in N.m, K in A, and I in A.



MOTEUR ASYNCHRON

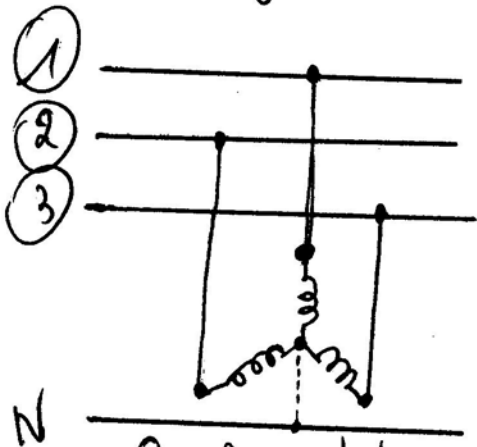
Symbole électrique du moteur asynchrone (MAS)



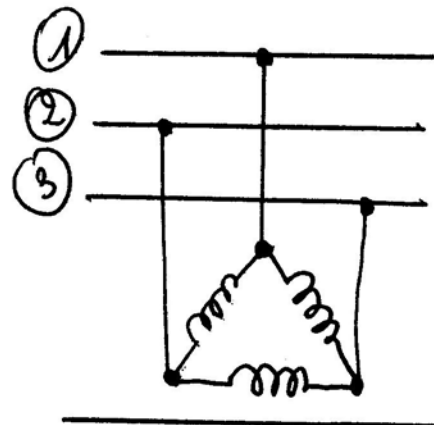
Stator : composé de 3 bobines identiques



Couplages du moteur asynchrone au réseau triphase



Couplage étoile Y



Couplage triangle Δ

Pour savoir comment coupler un MAS au réseau, il faut regarder la plus petite des deux valeurs de tensions indiquées sur la plaque moteur. C'est la tension que l'on doit avoir aux bornes de chaque enroulement.

Exemple plaque 230V/400V signifie que chaque enroulement doit être soumis à 230V.

Si on a un réseau 230V/400V, 230V correspond à la tension simple et chaque enroulement sera branché entre phase et neutre, ce qui correspond au couplage étoile.

Principe de fonctionnement

Le stator génère un champ magnétique tournant à la vitesse de rotation

p : nombre de paire de pôles
 f : fréquence du courant alternatif

$$n_s = \frac{60}{p} \cdot f \quad \text{Hz}$$

sans dimension
 n_s : vitesse de synchronisme

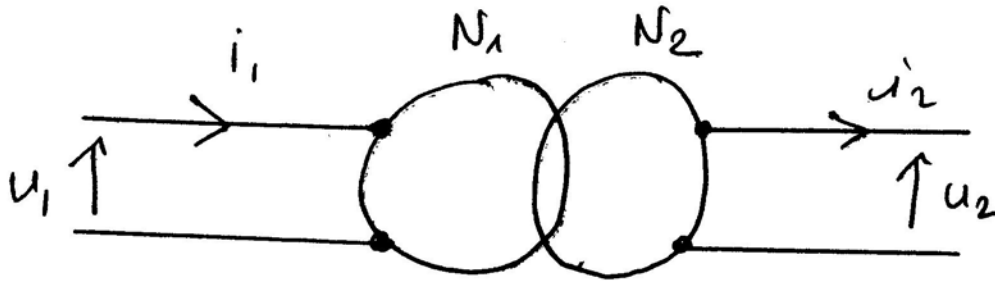
Glissement
 g : glissement

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s}$$

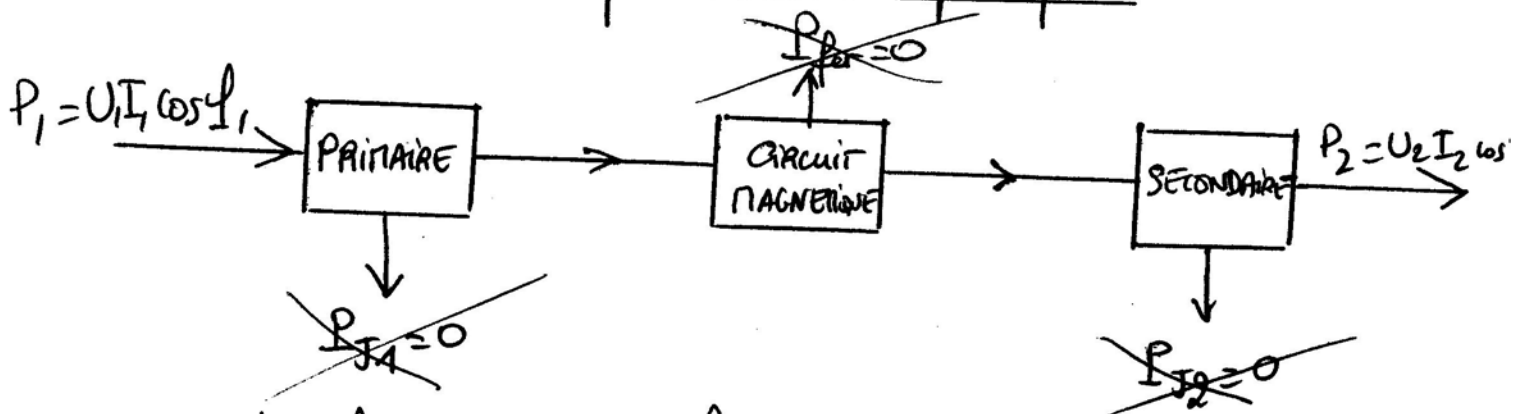
le rotor se met à tourner à une vitesse $n < n_s$.

TRANSFORMATEUR PARFAIT

Symbole électrique du transformateur parfait



Formules du transformateur parfait



Un transformateur parfait n'a aucune perte donc

$P_1 = P_2$	(1)
$Q_1 = Q_2$	(2)
$S_1 = S_2$	(3)
$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = m = \frac{N_2}{N_1}$	(4)
$\varphi_1 = \varphi_2$	(5)

• $m = \frac{N_2}{N_1}$: rapport de transformation du transformateur

• $m > 1$: Eleveur de tension.

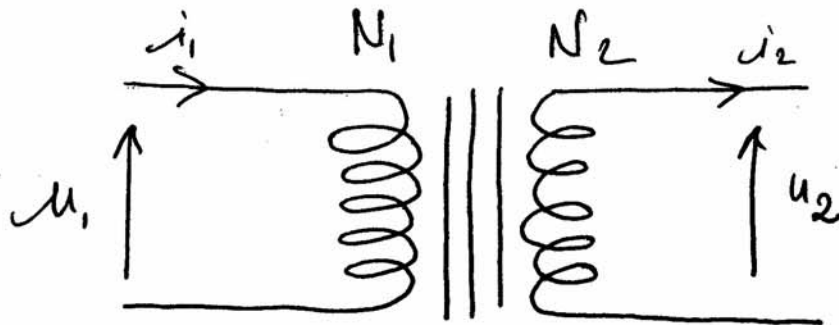
• $m < 1$: Abaisseur de tension

Rôle du transformateur

Un transformateur transforme une tension alternative sinusoïdale en une autre tension alternative sinusoïdale de même période, même fréquence, mais d'amplitude différente.

TRANSFORMATEUR REEL

Symbole électrique du transformateur réel

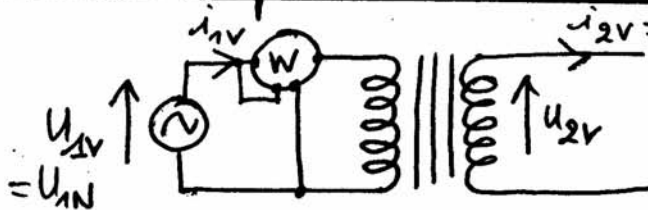


Rendement d'un transformateur réel

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\text{fer}} + P_{\text{cuivre}}} = \frac{U_2 I_2 \cos \varphi_2}{U_2 I_2 \cos \varphi_2 + R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + P_{\text{fer}}}$$

$$\begin{cases} P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1 \\ P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 \\ P_{\text{cuivre}} = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 \\ P_{\text{fer}} = ? \rightarrow \text{A mesurer, pas de formule pour le calculer} \end{cases}$$

Mesure des pertes dans le fer



$$P_{1v} \approx P_{\text{fer}}$$

$P_{2v} = 0$ car $I_{2v} = 0$
donc P_{1v} mesure les pertes.
Comme I_{1v} très faible et $I_{2v} = 0$
les pertes cuivre sont négligeables devant
les pertes fer.

Remarque: on prend $U_{1v} = U_{1N}$: tension d'entrée
au régime nominal.

Formules à utiliser pour le transformateur réel

A VIDE

EN COURT-CIRCUIT

AU RÉGIME NOMINAL
(η maximal > 90%)

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = m \text{ (uniquement)}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{m} \text{ (uniquement)}$$

$$\frac{U_2}{U_1} \approx \frac{I_1}{I_2} \approx \frac{N_2}{N_1} \quad \begin{matrix} P_1 \approx P_2 \\ Q_1 \approx Q_2 \\ S_1 \approx S_2 \end{matrix} \quad U_1 \approx U_2$$

(formule transformateur)

REDRESSEMENT

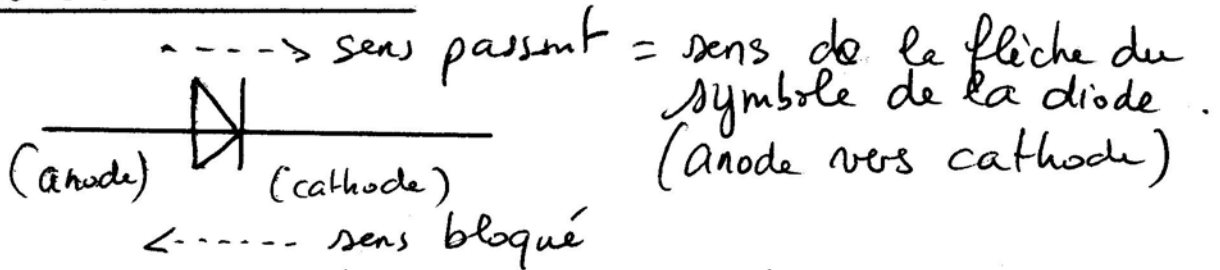
Définition

Redresser le courant, c'est l'obliger à circuler toujours dans le même sens.

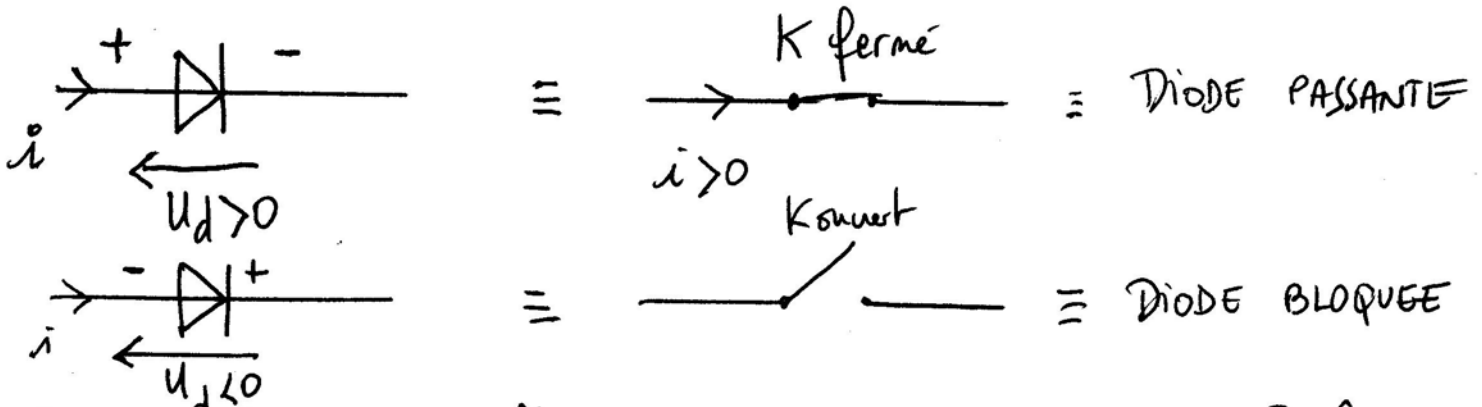
La diode

La diode permet de redresser le courant car elle ne le laisse passer que dans un seul sens, appelé sens passant de la diode.

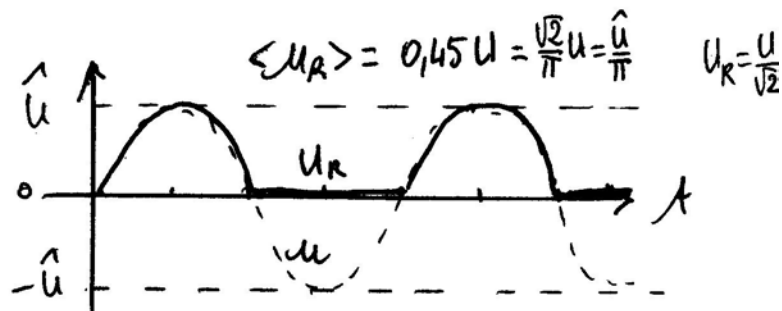
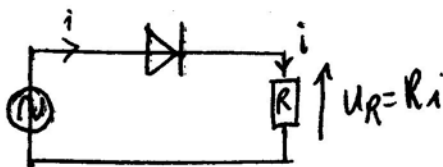
Symbole d'une diode



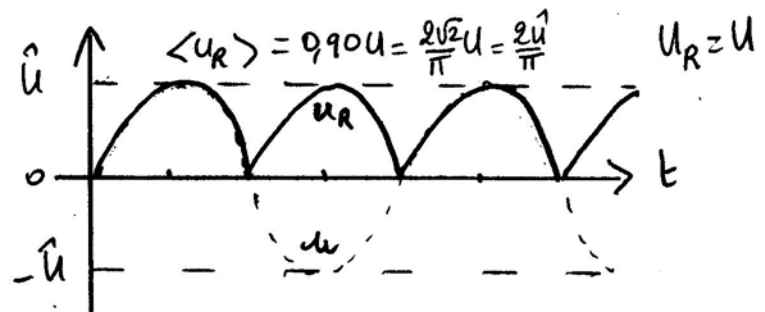
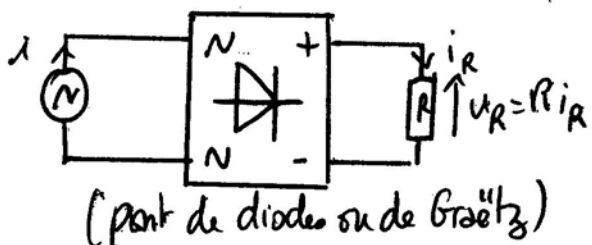
Schémas équivalents d'une diode parfaite



Redressement simple alternance

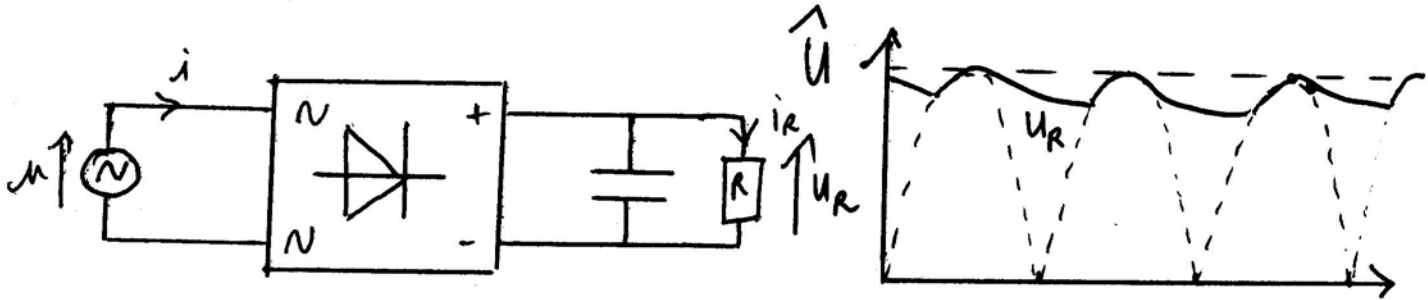


Redressement double alternance

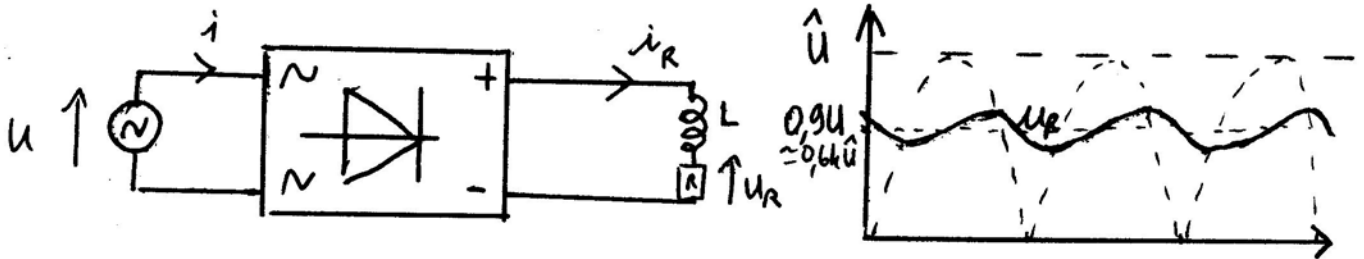


LISSAGE

Lissage de tension par condensateur



Lissage de courant par bobine



Critère de choix du lissage

	Courant fort $I > 5A$	Courant faible $I < 5A$
Lissage de courant par bobine	BON	MAUVAIS
Lissage de tension par condensateur	MAUVAIS	BON

Conclusion $\rightarrow$ Courant fort (moteur à courant continu) $\rightarrow$ BOBINE
 Courant faible (alimentations) $\rightarrow$ CONDENSATEUR

UTILISATION D'UN MULTIMETRE NORMAL OU RMS EN MODE DC OU EN MODE AC

Mode DC (Direct Current ou courant continu)

Le mode DC permet d'obtenir la valeur moyenne d'une tension ou d'un courant continu ou périodique.

Remarques :

- ① En mode DC sur un signal alternatif sinusoïdal, on obtient 0V puisque celui-ci passe autant de temps dans les valeurs positives que dans les valeurs négatives.
- ② On utilise souvent le mode DC dans le cas d.

Multimètre normal en mode AC (Alternative Current ou courant alternatif)

Le voltmètre normal en mode AC permet de mesurer la valeur efficace d'un courant ou d'une tension alternative sinusoïdale uniquement.

Remarque :

- En mode AC sur un signal alternatif, on ne trouve plus 0 mais une valeur positive qui permet de comparer le générateur à un générateur continu qui délivrerait la même puissance.

Multimètre RMS en mode AC (RMS = Root Mean Square = Racine de la moyenne du carré)

Le voltmètre RMS en mode AC permet de mesurer la valeur efficace d'un courant ou d'une tension continue ou périodique quelconque (pas uniquement alternative sinusoïdale). Un tel appareil calcule la racine carrée de la moyenne du carré du signal permettant ainsi de comparer à un générateur continu fournissant la même puissance.

PRESSION

Relation force / pression

$$Pa \rightarrow P = \frac{F}{S} \left. \begin{array}{l} N \\ m^2 \end{array} \right\}$$

P: pression en pascals (Pa)

F: force en newton (N)

S: surface de contact en mètres carrés (m^2)

$P \nearrow$ si $F \nearrow$ et si $S \searrow$. Si $S \nearrow$, $P \searrow$

La pression est proportionnelle à la force et inversement proportionnelle à la surface de contact.

Pression dans un gaz ou un liquide (fluide)

Explication microscopique de la pression



Dans un gaz ou un liquide, les particules peuvent se déplacer librement. Elles vont se cogner les uns contre

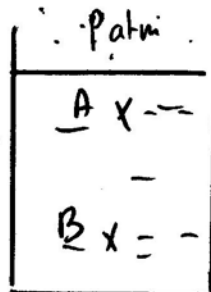
les autres mais aussi contre les parois du récipient qui les contient. Elles vont donc exercer une force de poussée sur les parois - Vu le grand nombre de molécules donc le grand nombre de chocs par seconde, cette poussée sera constante. Répartie sur la surface S de contact avec le récipient, on obtient $P = \frac{F}{S}$, la pression sur les parois.

Relation fondamentale de l'hydrostatique

$$P_{atm} = 101500 Pa$$

$$P_{atm} = 1015 hPa$$

$$P_{atm} \approx 1 bar$$



$$P_B - P_A = \rho g h$$

$h = z_A - z_B$
différence d'alt.

P_B : pression en B (Pa)

P_A : pression en A (Pa)

ρ : masse volumique du fluide (kg/m^3)
 g : intensité de la pesanteur $g \approx 10 N/kg$

Loi DES GAZ PARFAITS

Le zéro absolu et l'échelle Kelvin des température

Le zéro absolu correspond à $-273,15^{\circ}\text{C}$

On note $0\text{K} = -273,15^{\circ}\text{C}$

zéro Kelvin = $-273,15$ degrés Celsius

la glace fond à 0°C

$0^{\circ}\text{C} = +273,15\text{K}$

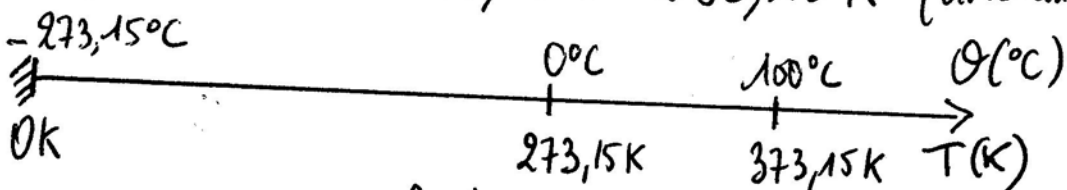
zéro degrés Celsius = $273,15$ Kelvin

On en déduit

$$\theta(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$$

$$\text{ou } T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

Exemples - $\begin{cases} 77\text{K} = 77 - 273,15 = -196,15^{\circ}\text{C} \text{ (Azote liquide)} \\ 20^{\circ}\text{C} = 20 + 273,15 = 293,15\text{K} \text{ (ambiante)} \end{cases}$



La loi des gaz parfaits

$$pV = nRT$$

p : Pa
 V : m^3
 n : mol
 R : J/(mol·K)

$R = 8,31\text{ S.I.}$ Constante des gaz parfaits
 n : nombre de moles de gaz
 T : température du gaz en Kelvin
 p : pression en Pascals
 V : volume en m^3

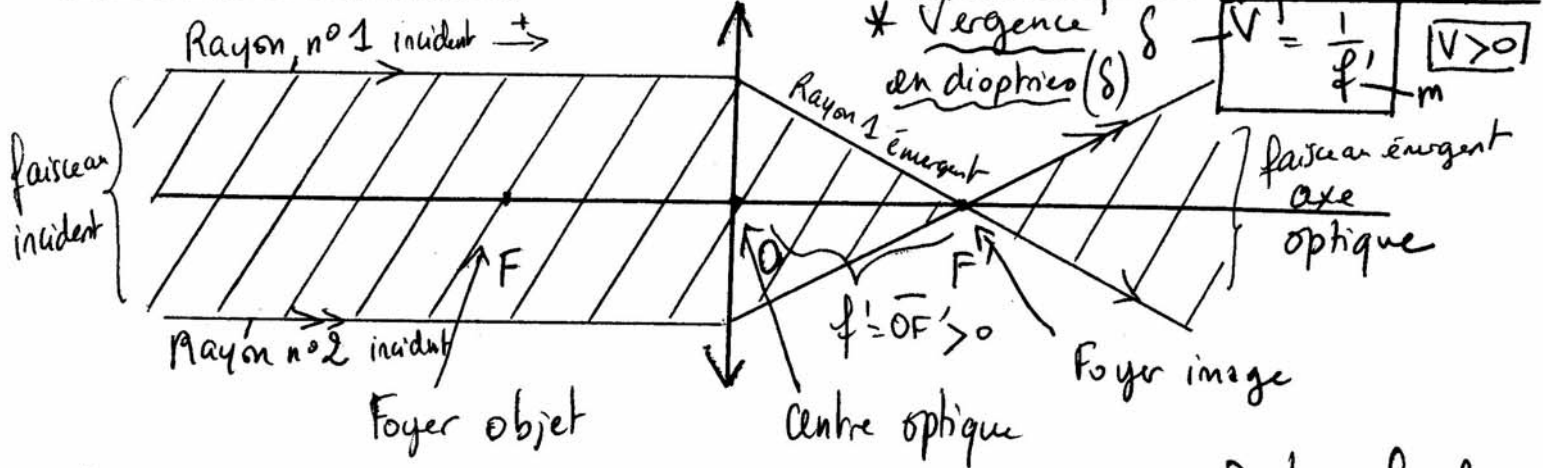
$$p = \frac{nRT}{V}$$

La pression est proportionnelle au nombre de mole et à la température en Kelvin et est inversement proportionnelle au volume en mètres cubes.

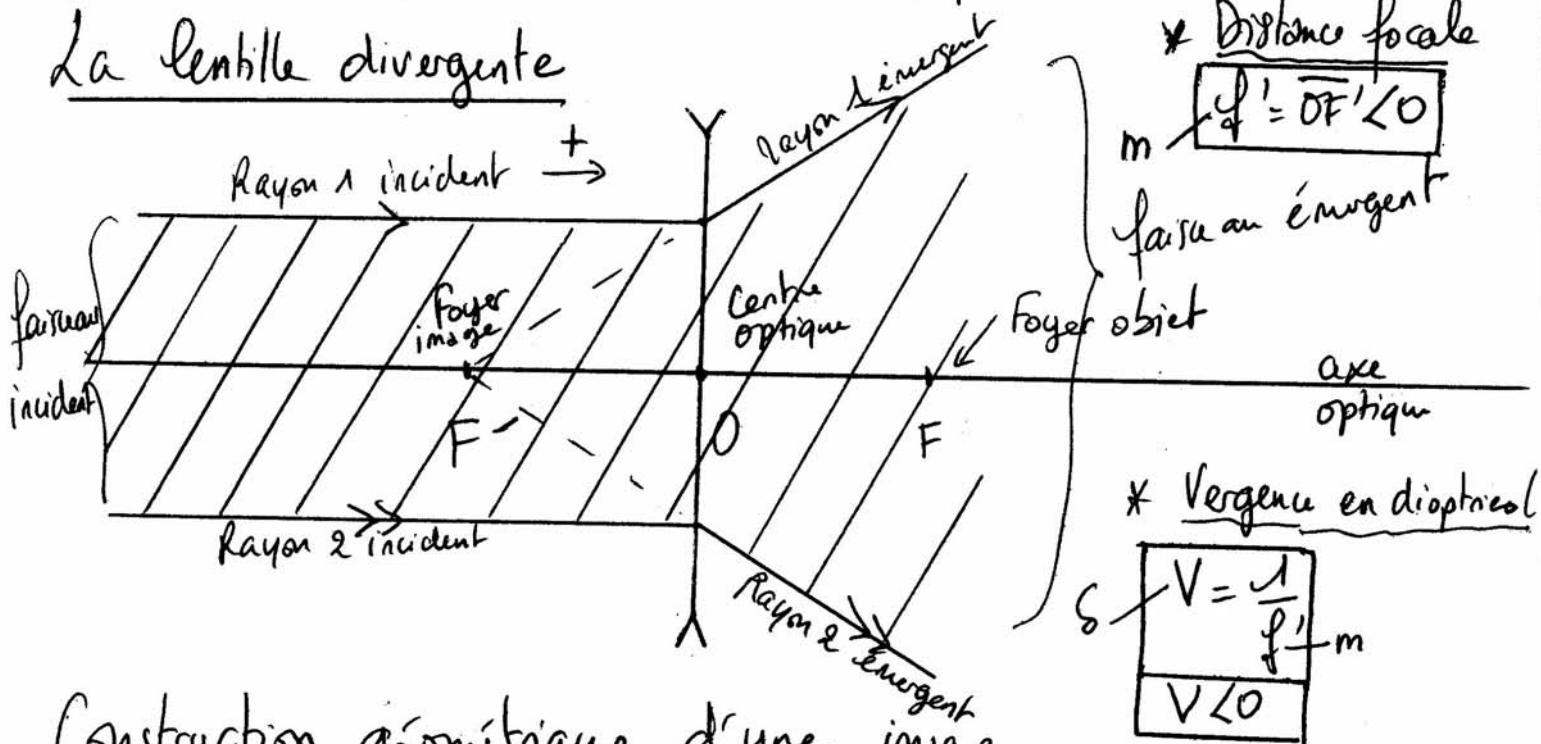
Au zéro absolu, $T=0$ donc $p=0 \rightarrow$ plus de chocs donc plus de mouvements!...

OPTIQUE

La lentille convergente



La lentille divergente



Construction géométrique d'une image

- Rayon 1 // axe optique, sort par F'
- Rayon 2, passe par F, ressort // à l'axe optique
- Rayon 3, passe par le centre optique donc n'est pas dévié

$\left\{ \begin{array}{l} A'B' \text{ est une image réelle de AB} \\ A'B' \text{ est agrandie et renversée. } \gamma = -2 \end{array} \right.$

Formule de conjugaison et du grandissement

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

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

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{-4,5} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{3} - \frac{1}{4,5} = 0,111$$

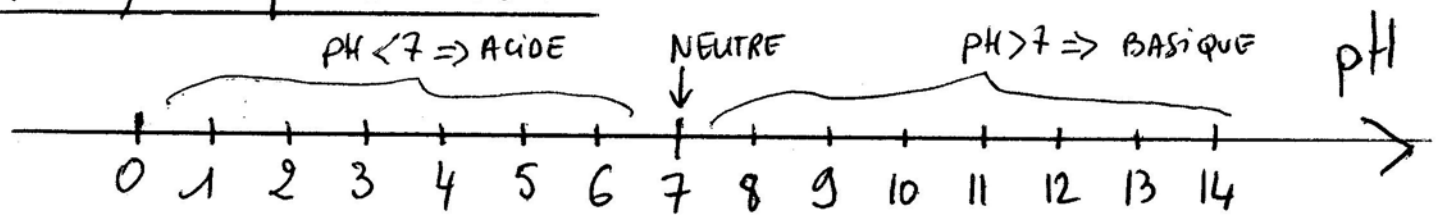
$$\Rightarrow x = \frac{1}{0,111}$$

$$x = 9 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{9}{-4,5} = -2$$

CHIMIE : LE pH

Acide, Basique ou Neutre



Concentration molaire en ions hydronium H_3O^+

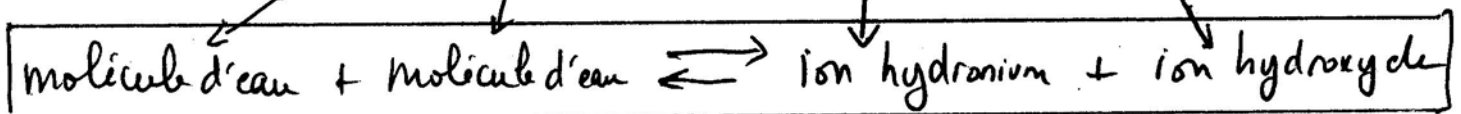
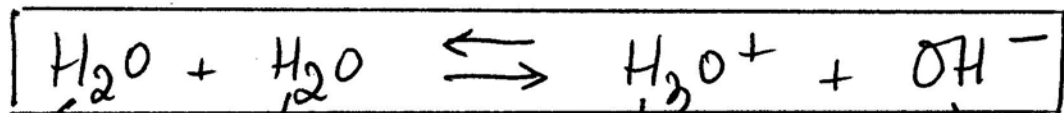
$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

mol.L⁻¹

Exemples

- si pH=1, $[H_3O^+] = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- si pH=2, $[H_3O^+] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- si pH=3, $[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

Produit ionique de l'eau - Dissociation de l'eau



Comme cette réaction se fait dans les deux sens, on appelle cela un équilibre chimique (équilibre de dissociation de l'eau).

Tout équilibre chimique possède une constante d'équilibre - Cette constante est ici appelée : constante de dissociation de l'eau, notée K_e

$$K_e = [H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

mol.L⁻¹ mol.L⁻¹

Concentration molaire en ions hydroxyde OH^-

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$$

mol.L⁻¹ mol.L⁻¹ mol.L⁻¹

Exemples

- si pH=1, $[H_3O^+] = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
et $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ mol.L}^{-1}$
- si pH=7, $[H_3O^+] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$
 $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$
- si pH=10, $[H_3O^+] = 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$
 $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

Conclusion

- * Solution acide, pH < 7, $[H_3O^+] > [OH^-]$
- * Solution basique, pH > 7, $[H_3O^+] < [OH^-]$
- * Solution neutre, pH = 7, $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$