

February 26, 2020

Condensé de la terminale Physique

Ewen Le Bihan
TS3

Notations non vues en cours

$:=$	Égal par définition
$\lceil x \rceil$	Arrondir x à l'entier supérieur. ($\lceil 5.1 \rceil = 6$)
1.5	Séparateur ,
$x \cdot y$	Multiplication \times
$a \propto b$	a proportionnel à b
$a \stackrel{10}{=} b$	a même ordre de grandeur que b

Notations inventées

Pyramides de formules

A

B

\angle

\times

\rhd

C

$\iff A = B \cdot C \quad B = A / C \quad C = A / B$

A

B

\angle

$+$

\rhd

C

$\iff A = B + C \quad B = A - C \quad C = A - B$

Contents

0 Outils	4
0.1 La fonction log	4
0.2 L'incertitude $a \pm b$	4
1 Ondes	5
1.1 Divers infos	5
1.2 Définitions	5
1.3 Les ondes sonores	5
1.3.1 Unité de mesure: Le décibel dB	5
1.4 Domaines d'ondes électromagnétique	5
1.5 Propagation des ondes mécaniques	5
1.6 Le retard τ	6
1.7 Le son	6
1.8 L'effet Doppler	6
1.9 Dualité onde-particule	6
2 Transferts d'énergie thermique & mécanique	7
2.1 Définitions	7
2.2 Flux thermique Φ	7
2.3 Résistance thermique R_{th}	7
2.4 Énergie interne U	7
2.5 Bilan énergétique	8
2.5.1 Méthode	8
2.5.2 Exemple	8
2.6 Différentes énergies	9
2.7 Lois des circuits en série & en dérivation	9
3 Transferts d'énergie quantique	10
3.1 Définitions	10
3.2 Propriétés d'un laser	10
3.3 Au niveau atomique	10
3.3.1 Diagramme d'énergie	10
3.3.2 Calcul de l'énergie d'un transfert	11
3.3.3 Absorption	11
3.3.4 Émission spontanée	11
3.3.5 Émission stimulée	11
3.4 Au niveau moléculaire	11
3.5 Domaines spectraux des transitions	11
4 Réaction acido-basiques	12
4.1 Définitions	12
4.2 Le potentiel hydrogène pH	12
4.2.1 Contrôle du pH	12
4.2.2 Papier pH	12
4.2.3 pH-mètre	12
4.2.4 Indicateur coloré	12
4.2.5 Calcul	12
4.3 Réactions acido-basique	13
4.4 Réactions base forte ou acide fort	13
4.5 Produit ionique de l'eau K_e	13
4.6 Constantes d'acidité pK_a et K_a	13
4.7 Preuve de $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]_{eq}}{[HA]_{eq}}$	13
4.8 Loi de Kohlrausch: la conductivité σ	14
4.8.1 Pour un ion	14
4.8.2 Pour une molécule	14

4.8.3	Example: conductivité de HO^-Na^+	14
5	Optique	15
5.1	Diffraction	15
5.2	Interférences	15
6	Signaux	16
6.1	Types de signaux	16
6.2	Numérisation $A \rightarrow D$	16
6.3	Transmission	16
6.3.1	Débit binaire D	16
6.3.2	Atténuation	16
6.3.3	Types de câbles	17
7	Stockage optique et d'images	17
7.1	Stockage d'une image	17
7.2	Stockage optique	17
7.2.1	Stockage	17
7.2.2	Lecture	18
8	Mécanique	19
8.1	Vecteurs du mouvement	19
8.2	Principe d'inertie	19
8.3	Isolation d'un système	19
8.4	Principe fondamental de la dynamique	19
8.5	Application	19

0 Outils

0.1 La fonction \log

$$\log(10^x) = x \quad (\text{réciproque de } \log)$$

$$\log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b)$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$$

$$\log(a^b) = b \cdot \log(a)$$

0.2 L'incertitude $a \pm b$

On prend la même unité de précision pour b que pour a :

$$\cancel{89,79 \pm 4,5 \mu\text{m}} \rightarrow 90 \pm 5 \mu\text{m}$$

1 Ondes

1.1 Divers infos

- Sur Terre, l'atmosphère *absorbe* certains rayons et il faut utiliser des satellites pour pouvoir les capter (qui sont en dehors de l'atmosphère)

1.2 Définitions

Onde	Phénomène de propagation d'une perturbation sans transport de matière
Onde mécanique	Onde qui se propage dans un milieu physique
Onde électromagnétique	Onde du spectre électromagnétique pouvant se propager dans le vide
Spectre d'émission	Spectre représentant des ondes électromagnétiques émises
Spectre continu	Spectre composé de plages de fréquences
Spectre à raies	Spectre composé de une ou plusieurs fréquences discrètes
Onde transversale	Propagation \rightarrow & \perp déformation
Onde longitudinale	Propagation \rightarrow
Front d'onde	Point "devant" la déformation
Onde progressive	Onde qui avance

1.3 Les ondes sonores

Nature	mécanique
Propagation	horizontale

1.3.1 Unité de mesure: Le décibel dB

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$I = I_0 \cdot 10^{L/10}$$

$$2I = L + 3$$

I_0	$[1 \cdot 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}]$ Seuil d'audibilité moyen des humains à 1 kHz
L	[dB] Niveau d'intensité sonore
I	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$ Intensité sonore

1.4 Domaines d'ondes électromagnétique

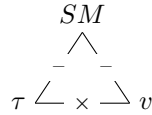
Domaine	γ	X	UV	Visible	IR	μ -ondes	Radio
$\lambda <$	10^{-11}	10^{-8}	$600 \cdot 10^{-6}$	$800 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}	10^{-1}	$+\infty$
Ex. émetteur		Radios médicales	Soleil		Télécommandes		

1.5 Propagation des ondes mécaniques

Trajectoire toutes les directions qui sont offertes

Vitesse de propagation \propto densité du milieu

1.6 Le retard τ



SM	m	Distance source (S)-point étudié (M)
v	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Célérité
τ	s	Retard de l'onde

1.7 Le son

Type d'onde Mécanique

Hauteur Dépend de la fréquence fondamentale. Caractère grave (f faible) / aigu (f élevé)

Timbre Dépend de la forme du signal (amplitude, nombre et positions des fréquences harmoniques)

Analyse de Fourier Représentation de l'amplitude de chaque fréquence du signal

Domaine audible 20 – 20 000 Hz

1.8 L'effet Doppler

$$f_r = f_e \frac{v_r}{v_r \pm v_e}$$

f_r	Hz	Fréquence à la réception
f_e	Hz	Fréquence à l'émission
v_e	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Vitesse de l'émetteur par rapport au récepteur
v_r	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Vitesse de l'onde dans le milieu
\pm	<i>opérateur</i>	+ quand l'émetteur s'éloigne, – quand il se rapproche

1.9 Dualité onde-particule

Chaque objet dans l'univers est à la fois corpusculaire (particule) et une longueur d'onde.

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

λ	m	Longueur d'onde
h	$6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$	Constance de Planck
p	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Quantité de mouvement
m	kg	Masse
v	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Vitesse

2 Transferts d'énergie thermique & mécanique

Fil 1 › Séq 3 › Part. A

2.1 Définitions

Convection	Transfert thermique entre fluides
Conduction	Transfert thermique par contact physique
Rayonnement	Transfert thermique par émission d'ondes électromagnétiques
Conducteur	Matériau favorisant les transferts par conduction
Isolant	Matériau limitant les transferts par conduction

2.2 Flux thermique Φ

$$\begin{array}{c} Q \\ \wedge \\ \text{---} \quad \text{---} \\ \swarrow \times \searrow \\ \Phi \quad t \end{array}$$

Φ	W	Flux
Q	J	Transfert thermique
t	s	Durée du transfert

2.3 Résistance thermique R_{th}

$$\begin{array}{c} \Delta T \\ \wedge \\ \text{---} \quad \text{---} \\ \swarrow \times \searrow \\ R_{th} \quad \Phi \end{array} \quad \begin{array}{c} e \\ \wedge \\ \text{---} \quad \text{---} \\ \swarrow \times \searrow \\ R_{th} \quad \lambda s \end{array}$$

R_{th}	$K \cdot W^{-1}$	Résistance thermique
ΔT	K ou °C	Écart de temp. entre les deux matériaux
Φ	W	Flux thermique
e	m	Épaisseur
s	m ²	Surface
λ	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Conductivité thermique

2.4 Énergie interne U

Somme des énergies microscopiques de toutes les particules

$$\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T$$

ΔU	J	Variation d'énergie interne
m	kg	Masse
c	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	Capacité thermique massique du solide
ΔT	K ou °C	Écart de temp. entre les deux matériaux

2.5 Bilan énergétique

2.5.1 Méthode

1. *Définir le système macroscopique étudié*
Des fois mis entre {} dans l'énoncé
2. *Repérer les modes de transfert*

Thermique chaleur Q

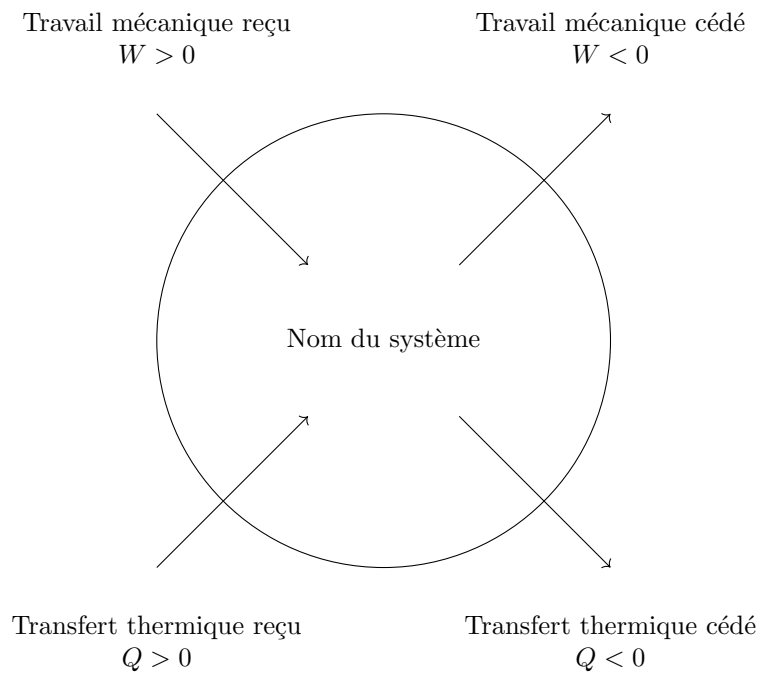
Mécanique travail W

3. *Affecter un signe aux transferts*

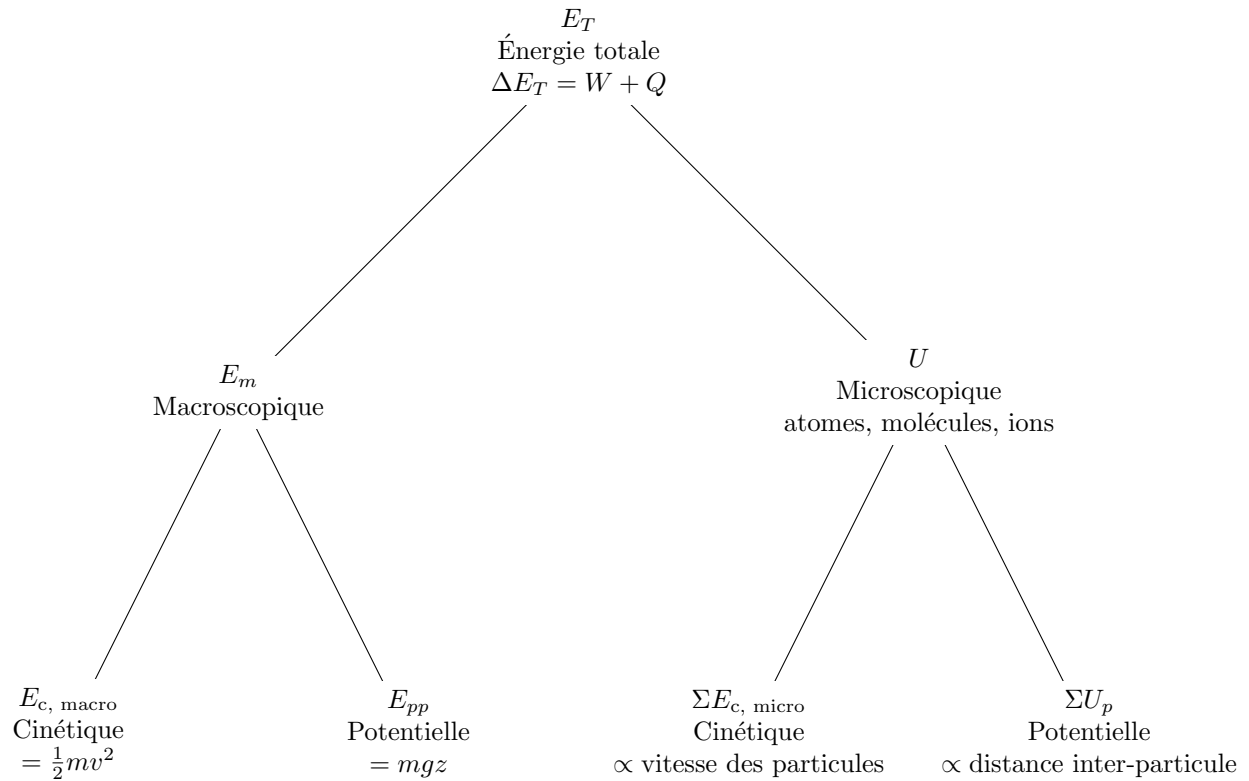
E reçue +

E cédée -

2.5.2 Exemple



2.6 Différentes énergies



2.7 Lois des circuits en série & en dérivation

3 Transferts d'énergie quantique

Fil 1 › Séq 3 › Part. B

3.1 Définitions

Quantifié ne peut prendre que des valeurs discrètes déterminées

État fondamental Niveau d'énergie le plus bas (E_0)

Atome excité dans un niveau d'énergie autre que l'état fondamental

Atome stable dans l'état fondamental

Transition quantique Passage d'un état à un autre

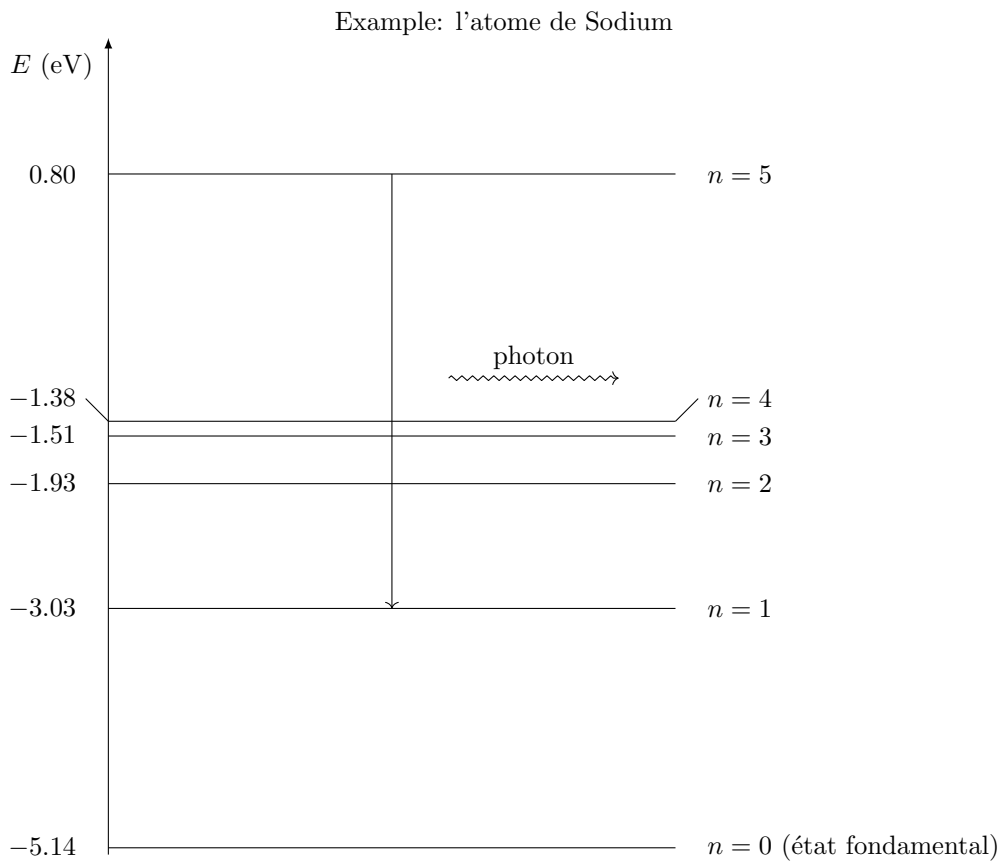
3.2 Propriétés d'un laser

Monochromatique Une seule couleur

Faisceau lumineux directif Faisceau dans une seule direction

3.3 Au niveau atomique

3.3.1 Diagramme d'énergie



3.3.2 Calcul de l'énergie d'un transfert

$$h \angle \times \searrow \nu = \frac{E}{\lambda}$$

h	$[\approx 6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}]$ Constante de planck
c	$[\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}]$ Célérité de la lumière dans le vide
λ	[m] Longueur d'onde

3.3.3 Absorption

Devient	excité
Photon	1 (avant) \longrightarrow 0 (après)
Moment	quand le photon touche l'atome

3.3.4 Émission spontanée

Devient	stable
Photon	0 \longrightarrow 1
Moment	aléatoire
Trajectoire	aléatoire

3.3.5 Émission stimulée

Devient	stable
Photon	1 \longrightarrow 2
Moment	<ul style="list-style-type: none">• L'atome est déjà stimulé avant la collision• Un photon touche l'atome
Trajectoire	celle du photon incident

3.4 Au niveau moléculaire

Au niveau moléculaire il y a des **sous-niveaux vibratoires**, car les atomes vibrent les uns par rapport aux autres.

3.5 Domaines spectraux des transitions

Nature de l'énergie	Énergie absorbée [eV]	Domaine spectral associé
Électronique	$\in [1.5; 10]$	Visible, ultraviolet
Vibratoire	$\in [0.003; 1.5]$	Infrarouge

4 Réaction acido-basiques

4.1 Définitions

Acide Espèce chimique capable de **céder** au moins un proton H^+ au cours d'une réaction.

Base Espèce chimique capable de **capter** au moins un proton H^+ au cours d'une réaction.

Acide ou base fort(e) Acide/base qui réagit totalement avec l'eau

Solution tampon Solution qui compense les changements de pH, son pH ne peut varier que très peu.

Exothermique Qui dégage de la chaleur

Endothermique Qui absorbe de la chaleur (Endotre thermes (haha), qui "dégage du froid")

4.2 Le potentiel hydrogène pH

4.2.1 Contrôle du pH

Important pour le sang

4.2.2 Papier pH

Déposer une goutte du produit sur la papier pH (ne pas tremper le papier dans la solution)

Précision ± 1

4.2.3 pH-mètre

Étalonner avec des solutions tampons

Précision $\pm 0,1$

4.2.4 Indicateur coloré

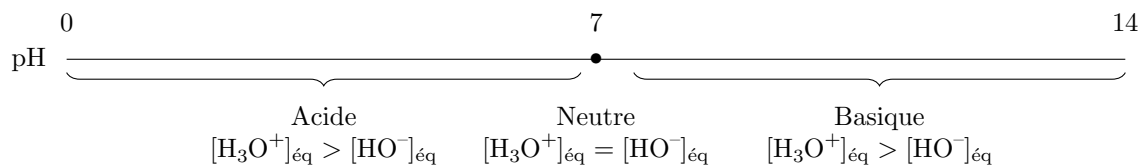
Solutions avec zones de pH associées à couleurs. Ne marche que si la solution à mesurer est incolore ou blanche

1. Verser indicateur dans solution
2. Couleur de solution inconnue \implies encadrement de la valeur

Précision Dépend de la solution. Pas de valeurs exactes.

4.2.5 Calcul

Quand on fait un calcul avec cette grandeur, la précision maximale est de **un seul chiffre après la virgule**

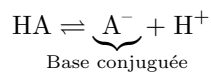


$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log[H_3O^+] \\ &= -\log C && \text{(pour les acides forts)} \\ &= 14 + \log C && \text{(pour les bases fortes)} \\ &= pK_a + \log \frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[HA]_{\text{éq}}} && \text{(preuve: voir 4.6)} \end{aligned}$$

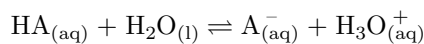
$[X]$ désigne la concentration molaire de l'ion X en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

4.3 Réactions acido-basique

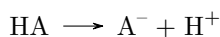
Sauf en présence d'acide/base fort(e)s, la réaction n'est pas totale, c'est un équilibre.
Soit HA un acide quelconque.



Mélange avec de l'eau:



Avec un acide fort, la réaction est complète:



4.4 Réactions base forte ou acide fort

- Besoin de hotte aspirante
- Exothermique

4.5 Produit ionique de l'eau K_e

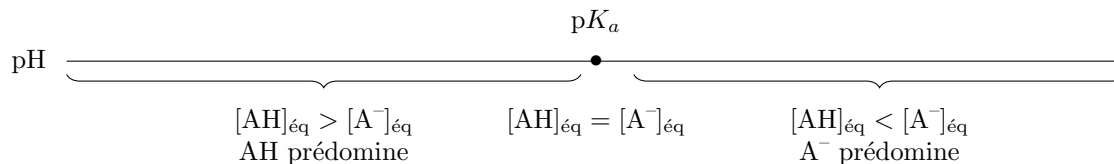
Pour toutes les solutions:

$$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^-]_{\text{éq}} = 10^{-14} \quad (\text{à } 25^\circ\text{C})$$

4.6 Constantes d'acidité pK_a et K_a

$$K_a = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}}}$$
$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_a \in [0; 14] \quad \text{pour les couples acide faible/base faible}$$



4.7 Preuve de $\text{pH} = pK_a + \log \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}}$

$$-\log pK_a = -\log \left(\frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}} \right)$$
$$\log \left(\frac{a}{b} \right) = \log(a) - \log(b)$$
$$pK_a = -\log \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}} - \log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$$
$$= -\log \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}} + \text{pH}$$
$$\text{pH} = pK_a + \log \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}}$$

4.8 Loi de Kohlrausch: la conductivité σ

4.8.1 Pour un ion

$$\begin{array}{c} \sigma \\ \wedge \\ - \quad - \\ \swarrow \quad \searrow \\ c \quad \times \quad \lambda \end{array}$$

σ	$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$	Conductivité
c	$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$	Concentration molaire
λ	$\text{S} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$	Conductivité électrique molaire

4.8.2 Pour une molécule

Calcul pour une molécule composés des ions X

$$\sigma_{X_1 X_2 X_3 \dots X_j} = \sum_{i=1}^j [X_i] \lambda_{X_i}$$

4.8.3 Example: conductivité de $\text{HO}^- \text{Na}^+$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{HO}^- \text{Na}^+} &= [\text{HO}^-] \lambda_{\text{HO}^-} + [\text{Na}^+] \lambda_{\text{Na}^+} \\ &= 2 \cdot 19.8 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 5.0 \cdot 10^{-3} \\ &= 5.0 \cdot 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \end{aligned}$$

5 Optique

5.1 Diffraction

TODO: Schéma w/ TikZ

$$\begin{array}{c} \text{Si } \lambda \stackrel{10}{=} a \\ \lambda \\ \wedge \\ \theta \swarrow \times \searrow a \end{array}$$

λ	m	Longueur d'onde
θ	rad	Demi-angle de diffraction
a	m	Largeur de la fente

5.2 Interférences

TODO: Schéma w/ TikZ

$$\begin{array}{c} \lambda D \\ \wedge \\ i \swarrow \times \searrow l \end{array}$$

λ	m	Longueur d'onde
D	m	Distance fente-écran
i	m	Distance interfrange
l	m	Distance inter-fentes

$$\delta = d_1 - d_2$$

δ	m	Différence de marche
d_1	m	Distance parcourue par le rayon 1
d_2	m	Distance parcourue par le rayon 2

Constructive $\exists k \in \mathbb{Z} \quad \delta = k\lambda$

Destructives $\exists k \in \mathbb{Z} \quad \delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda$

6 Signaux

6.1 Types de signaux

Analogique	Précision infinie. Issues de mesures de phénomènes
Numérique	Précision limitée par le nombre de bits utilisés pour coder l'information.

6.2 Numérisation $A \rightarrow D$

Échantillonnage	Prélèvement de valeurs à intervalles de temps régulières.
Quantification	Approximation de chaque valeur à sa valeur binaire la plus proche.

f_e	Hz	Fréquence d'échantillonnage
T_e	s	Période d'échantillonnage
N		Nombre de mesures
T	s	Période du signal
n	bit	Bits de quantification
q		Plus petite valeur échantillonnable

6.3 Transmission

6.3.1 Débit binaire D

$$D = \frac{1}{T_B} = Nk f_e$$

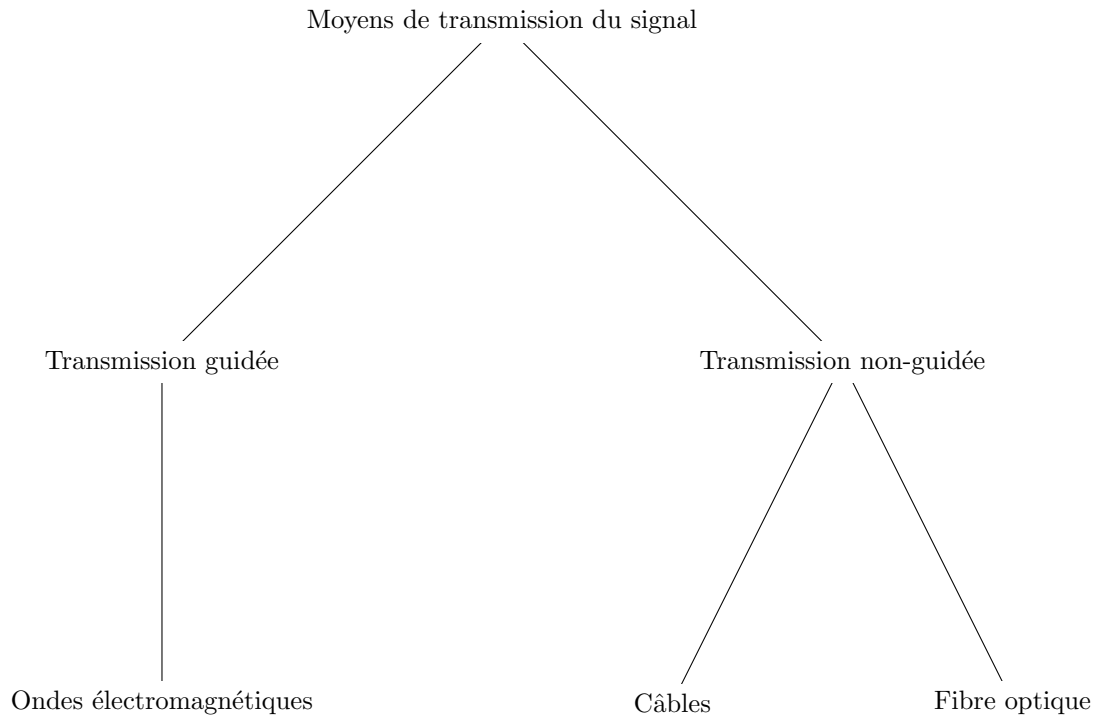
N		Nombre de signaux
k		Nombre de bits utilisés
D	bit/s	Débit binaire
T_B	s	Durée d'un bit

6.3.2 Atténuation

$$\begin{aligned} P_{\text{reçu}} &= P_{\text{émis}} \cdot e^{-\alpha d} \\ A_{\text{dB}} &= -10 \log \frac{P_{\text{reçu}}}{P_{\text{émis}}} \\ &= \alpha_{\text{dB}} d \\ &> 0 \end{aligned}$$

α		Coefficient d'atténuation
d	m	Distance
$P_{\text{reçu}}$	W	Puissance reçue
$P_{\text{émis}}$	W	Puissance émise
A_{dB}	dB	Coefficient d'atténuation
α_{dB}	dB	Atténuation

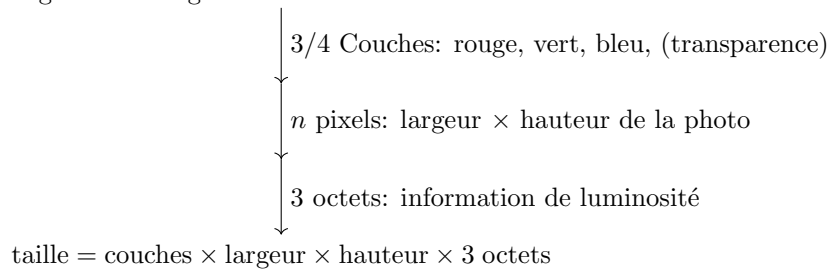
6.3.3 Types de câbles



7 Stockage optique et d'images

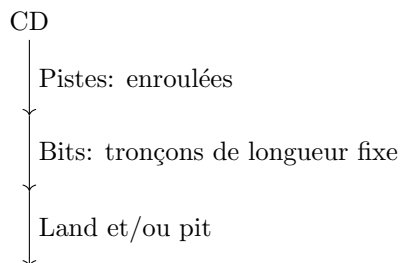
7.1 Stockage d'une image

Stockage d'une image en couleur:



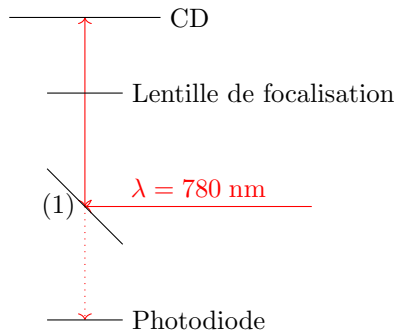
7.2 Stockage optique

7.2.1 Stockage



largeur de piste \propto nombre de pistes que l'on peut mettre
 \propto capacité de stockage
 $\propto \lambda$ du laser lecteur
 $\propto NA$ du laser lecteur

7.2.2 Lecture



(1) Mirror semi-transparent

Pour un bit 1

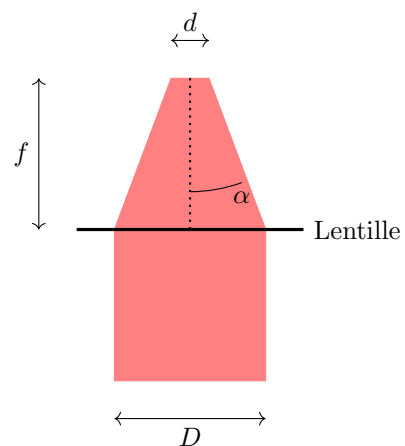
1. Profondeur d'un pit: $\frac{\lambda}{4}$
2. Décalage land/pit: $\frac{\lambda}{2}$ (aller+retour)
3. $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$ Interférence destructive
4. Pour la photodiode: Signal ≈ 0
5. Transition land/pit $\Rightarrow 1$

Pour un bit 0

1. Signaux initial/après rebond indentiques \Rightarrow Interférence constructive
2. Pour la photodiode: Signal fort
3. Pas de transition $\Rightarrow 0$

Ouverture numérique NA .

$$\begin{aligned}
 NA &= \sin \alpha \\
 &= \frac{0.5D}{\sqrt{(0.5D)^2 + f^2}} \\
 d &= 1.22 \frac{\lambda}{NA}
 \end{aligned}$$



8 Mécanique

8.1 Vecteurs du mouvement

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\frac{d\vec{OM}}{dt}}{dt}$$

8.2 Principe d'inertie

$$\vec{v} = \overrightarrow{\text{cte}} \iff \Sigma \overrightarrow{F_{\text{ext}}} = \vec{0}$$

8.3 Isolation d'un système

Isolé $\vec{p} = m\vec{v}$

Pseudo-isolé Les forces se compensent

8.4 Principe fondamental de la dynamique

$$\begin{aligned}\Sigma \overrightarrow{F_{\text{ext}}} &= \frac{d\vec{p}}{dt} \\ &= m\vec{a} \quad (\text{si la masse est constante})\end{aligned}$$

8.5 Application

On utilise les conditions initiales: On nous donne α l'angle de lancement initial. Pour avoir v_{0x} et v_{0y} on calcule les sinus et cosinus de α .

Quand la seule force s'appliquant à l'objet en chute est le poids \vec{P} , on a:

$$\begin{aligned}\Sigma \overrightarrow{F_{\text{ext}}} &= m\vec{a} \\ \iff \vec{P} &= m\vec{a} \\ \iff m\vec{g} &= m\vec{a} \\ \iff \vec{g} &= \vec{a}\end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$$

On primitive pour trouver la vitesse puis la position:

$$\vec{v} = \begin{cases} v_x &= C_1 \\ v_y &= -gt + C_2 \end{cases}$$

On détermine C_1 et C_2 avec les conditions initiales:
à $t = 0$:

$$\begin{cases} v_x = C_1 &= v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + C_2 &= 0 + v_{0y} = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

Donc:

$$\vec{v} = \begin{cases} v_x &= v_0 \cos \alpha \\ v_y &= -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

et:

$$||\vec{v}|| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$