

## Kit expériences 2022.

### Qu'y a-t-il dans le kit d'expériences?

Dans votre kit d'expériences, vous trouverez :

- 3 lasers (un rouge, un bleu et un vert).
- 6 LED (Rouge, jaune, vert, bleu, violet, Ultra-violet).
- Résistance de 100  $\Omega$ .
- Câbles électriques.
- Bread bord.
- Petit générateur haute tension (dit de Khall).

### Expériences avec les lasers



Danger de radiations laser. Ne regarde jamais directement un faisceau laser et ne le pointe jamais vers une personne ou un animal.

#### Exp 1. Démontrer la propagation rectiligne de la lumière.

- Utiliser un support en frigolite, des épingles et une latte.
- Avec le pointeur laser éclairer la frigolite en lumière rasante pour obtenir un « rayon ».
- Piquer sur le rayon les épingles dans la frigolite.
- Prouver avec la latte que les épingles forment bien une ligne droite.
- Refaites la même opération avec les 2 autres pointeurs lasers
- 

#### Exp 2. Composition de couleur.

- Utiliser les pointeurs laser et faire converger les rayons sur une feuille de papier blanc.
- En fonction des lasers utilisés on peut observer la combinaison de couleur.



### Exp 3. Mesurer l'épaisseur d'un cheveu par diffraction laser.

- Un cheveu.
- Un pointeur laser (rouge ou vert).
- Une feuille de papier
- Un morceau de carton fin
- Ciseaux
- Patafix
- Scotch
- Un élastique
- Une règle graduée
- Un mètre ruban

Le but est d'éclairer un cheveu avec un pointeur laser et d'observer la lumière qui émerge derrière le cheveu sur un écran (une feuille de papier).

Pour les mesures, il est plus simple d'utiliser la position sur l'écran des zones noires entre les taches, plutôt que les taches elles-mêmes. Ces "*zéros d'intensité*" correspondent à des positions où la lumière provenant de la droite et de la gauche du cheveu interfère de manière destructive. Le phénomène de diffraction est en effet dû au fait que la lumière est une onde, ce qui signifie notamment que pour les calculs, il faudra utiliser la valeur de la longueur d'onde indiquée sur le laser.

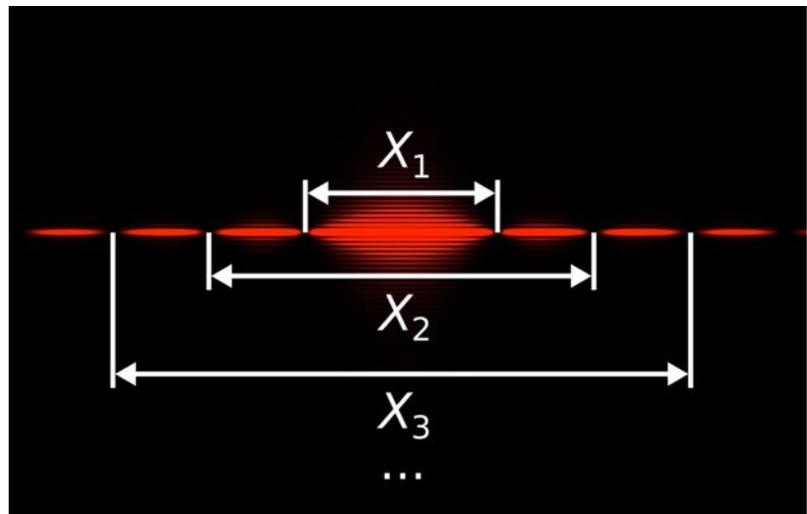
#### Méthode 1.

Mesure la distance  $X_n$  (avec  $n$  un nombre entier) la plus grande que tu puisses.

Le diamètre  $d$  du cheveu est alors donné par la formule:

$$d = \frac{2n \lambda L}{X_n}$$

avec  $\lambda$  la longueur d'onde du laser et  $L$  la distance entre le cheveu et l'écran, que tu peux mesurer avec le mètre ruban.



## Méthode 2.

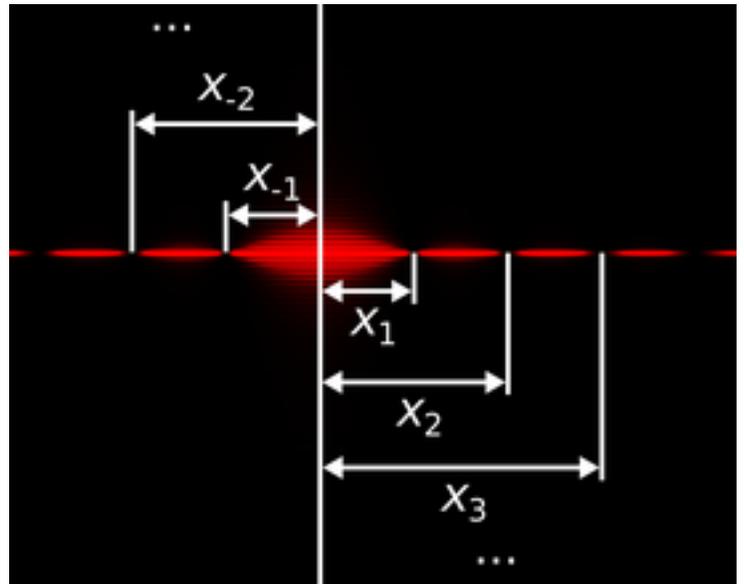
Plusieurs mesures vont être effectuées pour améliorer la précision sur le diamètre du cheveu. L'idée est de mesurer la position de tous les zéros d'intensité identifiables. Les distances sont ici mesurées par rapport au centre de la grosse tache.

Mesure avec la règle les distances et regroupe les données dans un tableau.

Pour les indices  $n$  négatifs, rentre les distances comme étant négatives également.

Trace sur un graphe  $x_n$  en fonction de  $n$ .

La relation entre  $x_n$  et  $n$  est alors



$$x_n = \frac{n \lambda L}{d}$$

Mesure la pente de la droite sur le graphe. En la notant  $\alpha$ , le diamètre du cheveu s'écrit:

$$d = \frac{\lambda L}{\alpha}$$

## Exp 4. Mettre en évidence l'énergie calorifique contenue dans la lumière.

- Un pointeur laser (rouge, bleu et vert).
- Un ballon de baudruche.
- Un feutre noir.

Le but est de faire éclater le ballon.

- Gonfler le ballon.
- A l'aide du feutre noir colorier une tache de  $1 \text{ cm}^2$ .
- Avec les lasers, éclairer la tache. Placer le laser à environ  $1 \text{ cm}$  du ballon.

### Exp 4 bis : variante

- Une boîte d'allumette
- Un feutre noir
- Un laser pointeur vert puissant (200 mW)

Le but est d'allumer l'allumette

Colorier le bout de l'allumette à l'aide du feutre noir.

Eclairer la partie colorée à l'aide du laser pointeur. Au bout d'un certain temps, l'allumette s'allume.

## Exp 5. Comprendre la couleur des corps.

- Un pointeur laser (rouge, bleu et vert).
- Feuille de papier épais ( $150 \text{ g/m}^2$ )<sup>e</sup> jaune, bleu, rouge, blanche, verte et noire.
- Un citron jaune ou vert.

On place sur un côté 6 feuilles de couleurs différentes ( feuille canson jaune, bleu, rouge, blanche, verte et noire ).

On éclaire les feuilles avec les lasers, et on observe.

Que voit-on ?

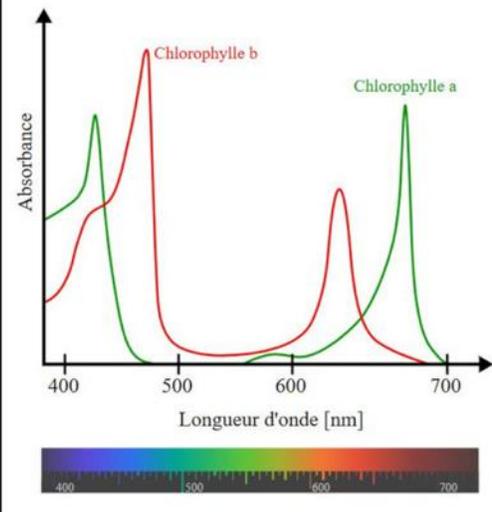
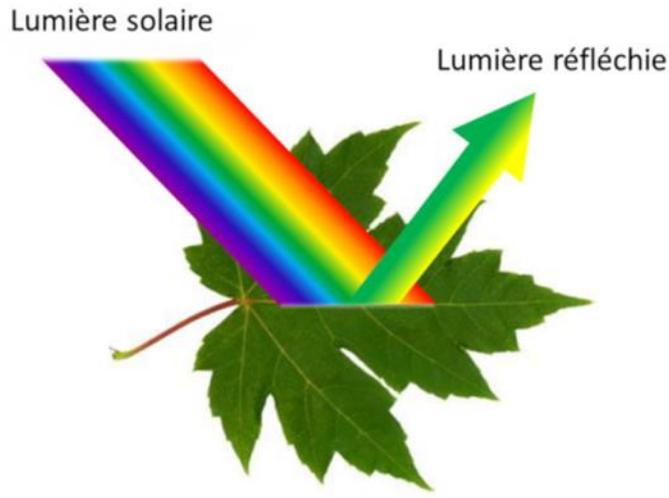
<i>Lumière envoyée</i>	<i>Couleur observée sur la feuille</i>					
<i>Lumière blanche</i>	jaune	bleu	rouge	blanche	vert	noire
<i>Lumière verte</i>	vert	noir	noir	vert	vert	noir
<i>Lumière bleue</i>	noir	bleu	noir	bleu	noir	noir
<i>Lumière rouge</i>	rouge	noir	rouge	rouge	noir	noir

On constate que:

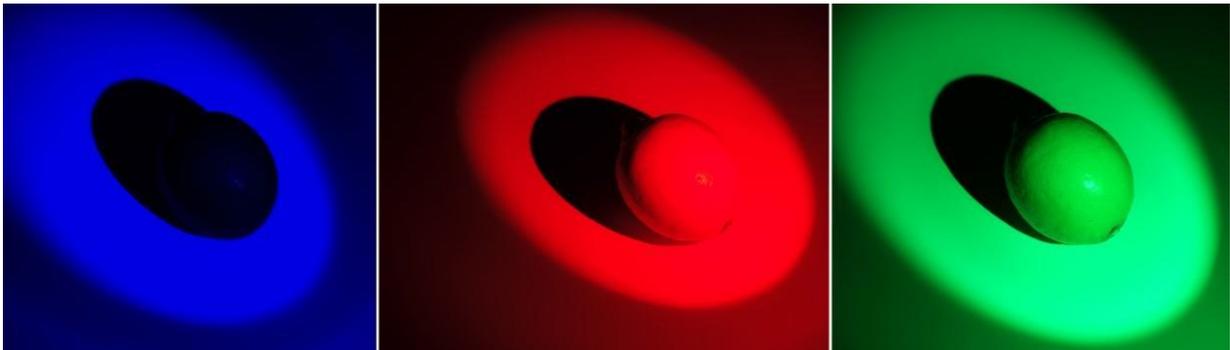
- La feuille blanche est toujours vue de la couleur qui l'éclaire. Elle renvoie toute la lumière qu'elle reçoit quelle qu'en soit la couleur.
- La feuille noire ne renvoie aucune couleur. Elle les absorbe toutes ( en optique, le noir correspond à une absence de lumière ).
- La feuille jaune renvoie les couleurs qui forment le jaune ( rouge et vert ) et absorbe les autres...sauf le jaune !
- Les couleurs primaires sont visibles uniquement lorsqu'on les éclaire par les couleurs qui les composent ( un écran rouge sera visible et rouge uniquement si on l'éclaire en lumière blanche, jaune, magenta ou rouge et ne le sera dans les autres cas ). Bien sûr, on ne considère ici que les cas simples des couleurs primaires et secondaires.

2

Remarque: La chlorophylle des végétaux verts absorbe le bleu et le rouge et renvoie le vert, d'où sa couleur.



**Un corps éclairé qui n'est ni noir ni blanc absorbe une partie de la lumière (et donc une partie des couleurs qui composent cette lumière) et diffuse l'autre partie: c'est cette seconde partie qui lui donne sa couleur !**



Un citron jaune absorbe le bleu quand il est éclairé en bleu, réfléchi le vert quand il est éclairé en vert et réfléchi le rouge quand il est éclairé en rouge.

### Exp 6. : Quel ballon éclate ?

- Les ballons de baudruche rouge, magenta, vert, bleu, blanc, etc...
- Les lasers pointeur rouge, vert et bleu.

Gonfler les ballons de baudruche.

Eclairer à distance un point fixe d'un ballon au moyen d'un laser pointeur et observer quel ballon éclate en fonction de la couleur du laser.

Le ballon rouge et le magenta éclatent lorsqu'on les éclaire avec le laser vert.

Les ballons colorés absorbent les couleurs complémentaires et renvoient sa propre couleur .

La couleur complémentaire du rouge est le vert.

En éclairant le ballon rouge au moyen du laser vert, l'énergie des photons de lumière verte est

absorbée par les molécules du ballon rouge et transformée en chaleur, altérant l'élasticité des molécules du ballon. Il est fragilisé à cet endroit et éclate.

### Exp 7. Quantique, dualité onde-particule.

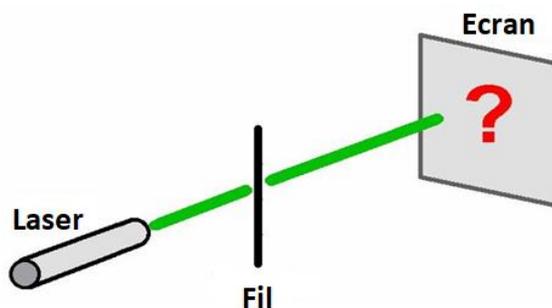
La lumière peut être détectée comme une particule et en même temps avoir des propriétés ondulatoires.

La dualité onde-particule stipule que les propriétés des ondes classiques et celles des particules classiques doivent être attribuées de manière égale aux objets de la physique quantique. La forme sous laquelle ces objets apparaissent ensuite dépend, entre autres, de l'expérience elle-même ou du processus de mesure.

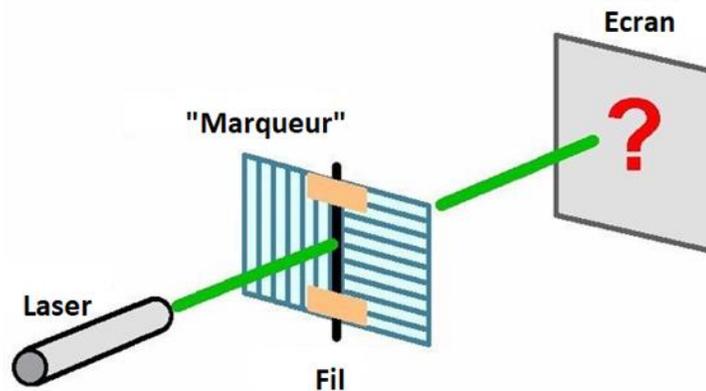
Afin de générer un faisceau laser le plus fin possible, il peut être nécessaire de recouvrir la tête laser d'une feuille d'aluminium, dans laquelle une petite ouverture a été percée avec une aiguille.

- Un fin fil.
- Un pointeur laser.
- Une feuille de papier alu.
- 3 Filtres polarisants : 2 marqueurs et un analyseur.

*Uniquement fil sans marqueur et sans analyseur.*



Le faisceau laser est dirigé vers le fil fin. Un motif de diffraction composé de maxima et de minima devrait maintenant être visible sur l'écran derrière le fil. Dans ce cas, la lumière se comporte comme une onde classique.

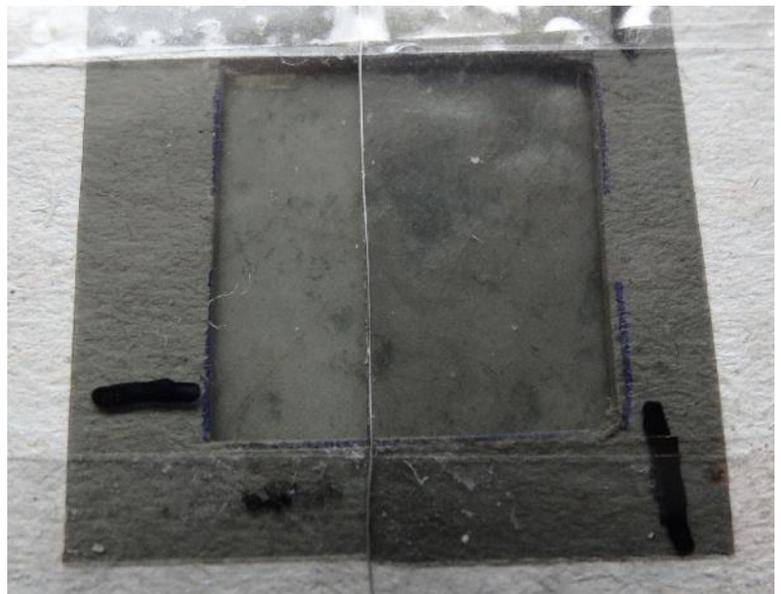


Le marqueur est constitué de 2 petits morceaux de film polarisant dont les directions de polarisation forment un angle de  $90^\circ$  entre elles. Le fil fin est placé là où ces deux pièces se touchent. Par exemple, le filtre de gauche polarise la lumière verticalement, tandis que le filtre de droite polarise la lumière horizontalement.

Si vous dirigez maintenant le laser sur le fil, vous ne verrez plus de motif d'interférence derrière lui sur l'écran.

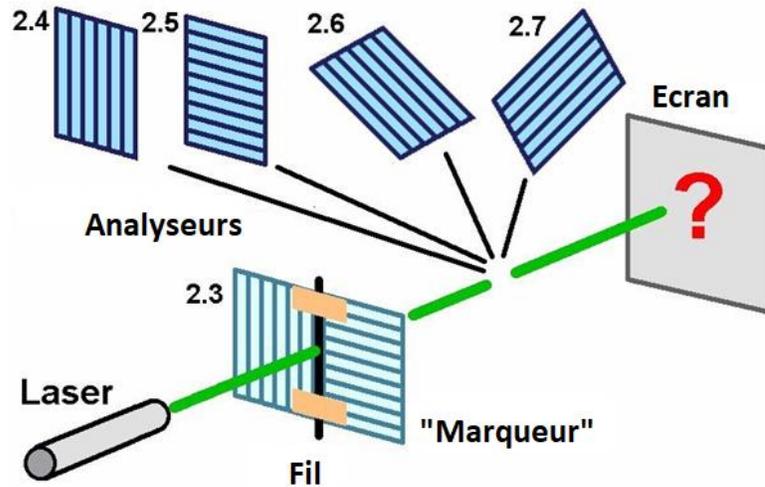
### **Pourquoi ?**

Grâce au marqueur (filtres polarisant), il nous est/serait possible de déterminer le chemin parcouru par la lumière. La lumière qui passe à gauche du fil est polarisée verticalement, celle à droite est polarisée horizontalement. Par cette détermination possible ou réelle du chemin parcouru par les photons, le caractère particulaire apparaît et la figure d'interférence typique d'une onde disparaît.



### ***Fil avec marqueur et avec analyseur.***

Un autre film de polarisation (= analyseur) est maintenant maintenu dans différentes orientations entre le marqueur et l'écran.



Si l'analyseur a une direction de polarisation verticale, il ne laisse passer que la lumière qui a traversé le fil vers la gauche.

Le motif à l'écran est tronqué de la partie droite.

Si l'analyseur a une direction de polarisation horizontale, il ne laisse passer que la lumière qui a traversé le fil vers la droite. Le motif à l'écran est tronqué de la partie gauche.

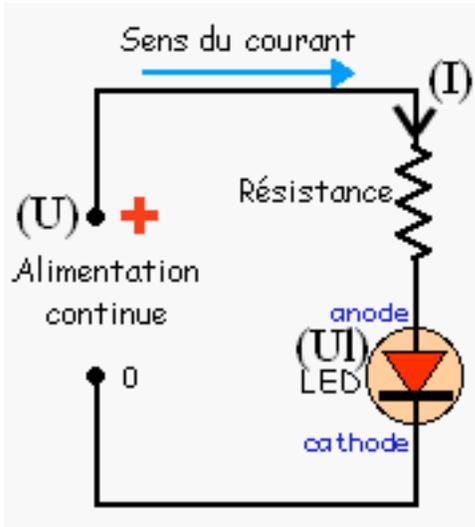
Mais maintenant, quelque chose d'excitant se produit: si vous orientez l'analyseur à un angle (direction de polarisation =  $45^\circ$ ), un modèle d'interférence avec des maxima et des minima apparaît à nouveau sur l'écran.

**On peut aussi utiliser les lasers comme pointeur et pour les expériences d'optique .....**

## Expériences avec les LED's

### Exp 8. Calculer la résistance série pour une LED.

Pour ne jamais risquer de griller une LED, l'intensité du courant ne doit pas dépasser le courant maximal admissible dans la LED (souvent 20 mA). On peut souvent se contenter d'un courant réduit de moitié.



$$R = \frac{(U - U_l)}{I}$$

(R): Résistance (Ohm)

(U): Tension de l'alimentation (transformateur en V)

(U<sub>l</sub>): Tension de la led (V)

(I): Intensité du courant traversant la led (A)

		LED Chip Code	Peak Wave length (nm)	Dominant Wave length (nm)	Color Name	Nominal Fwd Voltage (V <sub>f</sub> @20ma)	Intensity (mcd) 5mm LEDs (For Reference)	Radiant Power mW/sr	LED Die Material
851	IR	IR851	843	N/A	Infrared	1.7	N/A	86mW@50mA	GaAlAs/GaAs
0UR		R3KF/R6	654	641	Ultra Red	1.9	1000mcd@20mA	13mW@20mA	GaAlAs/GaAlAs
00R		R3/R4/R5	640	625	HE Red	2.0	220mcd@20mA	1.8mW@20mA	GaAsP/GaP
0ER		E3K	634	624	Super E.Red	2.2	8000mcd@20mA	45mW@20mA	InGaAIP
0UO		O3KF	616	610	Super Orange	2.0	2000mcd@20mA	7mW@20mA	InGaAIP
00O		O4/O5	609	604	Orange	2.0	220mcd@20mA	0.7mW@20mA	GaAsP/GaP
0UY		Y3KF	598	593	Super Yellow	2.0	5000mcd@20mA	10mW@20mA	InGaAIP
0PY		Y3KH	592	589	Super P.Yellow	2.3	4000mcd@20mA	8mW@20mA	InGaAIP
00Y		Y3/Y4/Y5	582	584	Yellow	2.1	170mcd@20mA	0.3mW@20mA	GaAsP/GaP
0IW			3000K	N/A	Warm White	3.3	5500mcd@20mA	17mW@20mA	InGaN
XPW			6000K	N/A	Pale White	3.3	5500mcd@20mA	17mW@20mA	InGaN
0WW			8000K	N/A	Cool White	3.3	5800mcd@20mA	23mW@20mA	InGaN
0UG		G1K	575	573	Super L.Green	2.0	1800mcd@20mA	3mW@20mA	InGaAIP
00G		G3/G4/G5	563	569	HE Green	2.3	210mcd@20mA	0.03mW@20mA	GaP/GaP
UPG		PG350	563	564	Super P.Green	2.1	400mcd@20mA	0.6mW@20mA	InGaAIP
0PG		PG5	557	560	Pure Green	2.2	140mcd@20mA	0.2mW@20mA	GaP/GaP
0AG		AG10K	522	528	Aqua Green	3.4	15,000mcd@20mA	30mW@20mA	InGaN
0BG		BG7K	501	502	Blue Green	3.4	4300mcd@20mA	16mW@20mA	InGaN
0PB		PB4KB	455	460	Super Blue	3.2	3000mcd@20mA	61mW@20mA	InGaN
00B		UB500	425	447	Ultra Blue	4.0	250mcd@20mA	5mW@20mA	SiC/GaN
405	UV	UV405	402	420	Ultra Violet	3.8	39mcd@20mA	53mW@20mA	SiC/GaN

***Dissipation dans la résistance série avec la LED.***

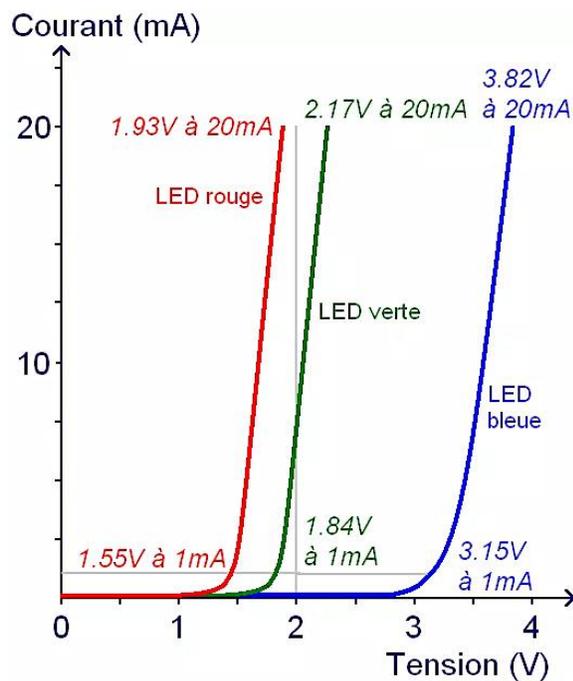
La dissipation de chaleur est à considérer pour des tensions d'alimentations élevées comme 24 V ou dans le cas des LED de puissance (fort courant).

La puissance dissipée vaut:

$$P = \frac{(U_{Atim} - U_{Led})^2}{R}$$

Il faut choisir un modèle de résistance au moins capable de supporter la puissance à dissiper, ou mettre en série ou parallèle plusieurs résistances pour répartir la dissipation.

***On peut aussi calculer pour des montages d LEDs en série et/ou en parallèle.***



## Exp 9. Constante de Planck... Comment la mesurer facilement à l'aide de LEDs ?

Elle a été introduite en 1900 par le physicien allemand Max Planck lorsqu'il a formulé sa théorie pour expliquer les résultats expérimentaux du rayonnement du corps noir (pour résoudre la "catastrophe ultraviolette" bien connue par l'écart entre les résultats expérimentaux et ceux prédits par la physique classique), dans lequel il propose l'hypothèse suivante:

« L'énergie du rayonnement émis ou absorbé par les charges oscillantes ne se fait pas de façon continue mais en paquets discrets multiples entiers de  $h\nu$ , appelés quantum de rayonnement ».

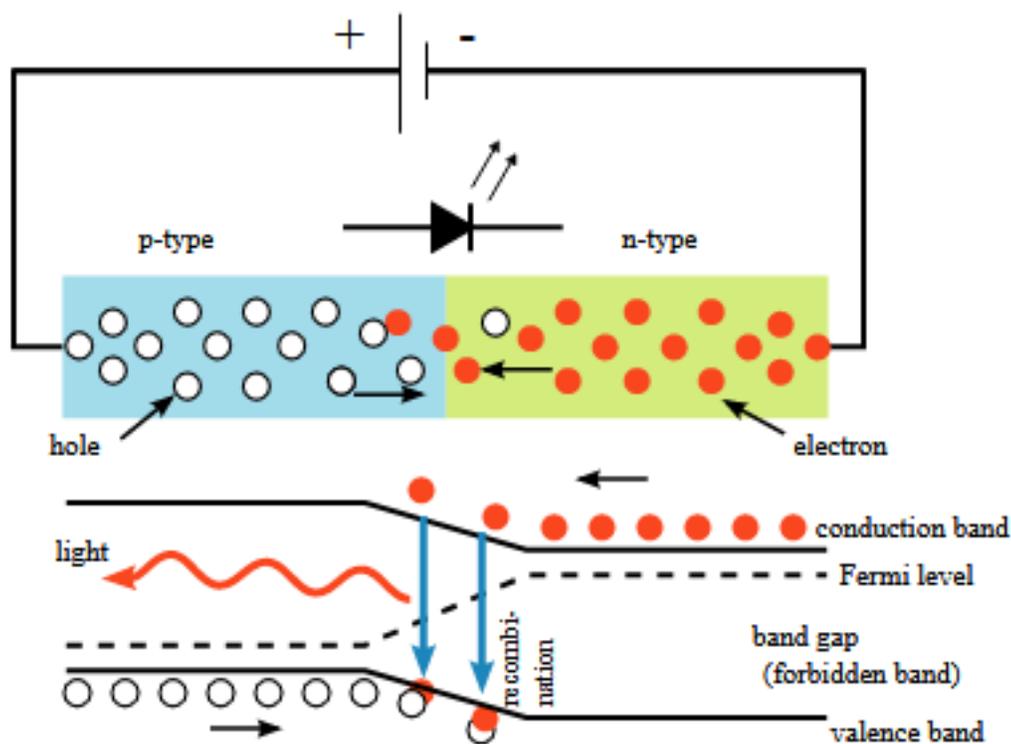
Mathématiquement, l'énergie du "quantum" minimum de rayonnement s'exprime comme suit :

$$E = h \nu$$

où:

$h$  c'est une constante universelle (appelée constante de Planck).  
 $\nu$  est la fréquence du rayonnement ou de l'onde électromagnétique.

Depuis 2010, la valeur recommandée pour la constante de Planck par CODATA (Committee on Data for Science and Technology) est  $h = 6\,626\,069\,57(29) \cdot 10^{-34}$  Js (Joule seconde) =  $4\,135\,667\,51(40) \cdot 10^{-15}$  eV.s (électron-volt seconde).



### Fonctionnement d'une LED

Lorsqu'une diode est connectée à une source d'alimentation (V), les électrons de la bande de valence sont excités, et lorsqu'un seuil ou une tension critique est atteint ( $V_0$ ), il y aura conduction ou courant d'électrons. Mais tous les électrons ne resteront pas dans la bande de conduction, certains descendront dans la bande de valence en émettant des photons de lumière monochromatique avec une énergie:

$$E_g = h \nu$$

où:

$E_g$  est l'énergie de la bande interdite.  
 $h$  est la constante de Planck.  
 $\nu$  est la fréquence de la lumière émise.

Comme la lumière est émise, la tension  $V_0$  est également appelée tension d'amorçage de la diode LED. La tension  $V_0$  nécessaire pour détacher l'électron de la bande de valence correspond à l'énergie d'excitation de la bande interdite de la diode, obtenant la relation:

$$E_g = e V_0$$

où:

$e$  est la charge de l'électron ( $1,602 \cdot 10^{-19}$  C).

Le graphique du courant qui traverse la LED en fonction de la tension qui lui est fournie, c'est-à-dire la courbe  $I = I(V)$ , est appelé courbe caractéristique de la LED. Au point d'inflexion de celui-ci se trouve la tension critique ou d'allumage de la LED ; celle-ci varie d'une LED à l'autre. Pour des tensions inférieures à la tension de seuil, le courant est très faible et il n'y a pas d'émission de photons statistiquement significative, alors que pour des tensions correspondant au début du point d'inflexion de la courbe caractéristique, l'émission lumineuse commence. On identifie la valeur de la tension critique au début du point d'inflexion. Cette valeur est la valeur clé pour la mesure de la constante de Planck.

## Objectifs.

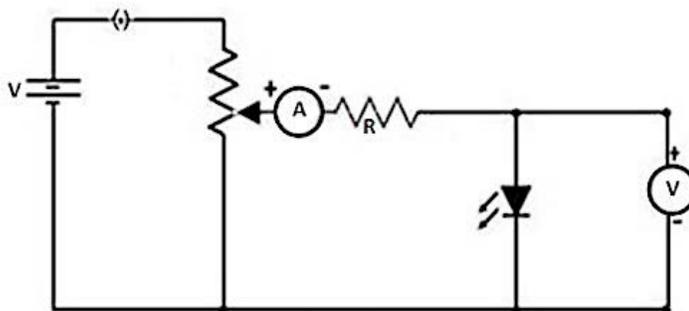
Mesurer la constante de Planck à partir du processus d'émission de lumière par une LED.

## Matériel et instruments.

Pour atteindre les objectifs proposés, le matériel et instruments suivants ont été utilisés:

- LED (rouge, jaune, vert, bleu et violet).
- Résistance ( $10 \Omega$ ).
- Câbles.
- Source d'alimentation CC à tension variable.
- Ampèremètre.

## Méthode.



Réaliser un circuit électrique composé d'une LED, d'une résistance et d'une source d'alimentation CC à tension variable comme indiqué sur le schéma ci-dessus, avec un voltmètre pour mesurer la tension de la source et un ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant traversant la LED. Utiliser successivement les 5 LED mentionnées.

Augmenter progressivement la tension jusqu'à ce que la LED du circuit commence à émettre de la lumière ; mesurer au fur et à mesure, les tensions fournies et les intensités de courant. Réaliser graphiquement les courbes caractéristiques pour chaque LED.

Sur chacune des courbes caractéristiques, déterminer pour chaque LED, la tension ou seuil d'amorçage. Calculer les énergies des photons émis à l'aide de l'équation

$$E_g = e V_0$$

où  $V_0$  est la tension seuil d'amorçage.

Tracer le graphique de l'énergie du photon, en fonction de la fréquence de la lumière émise par chaque LED.

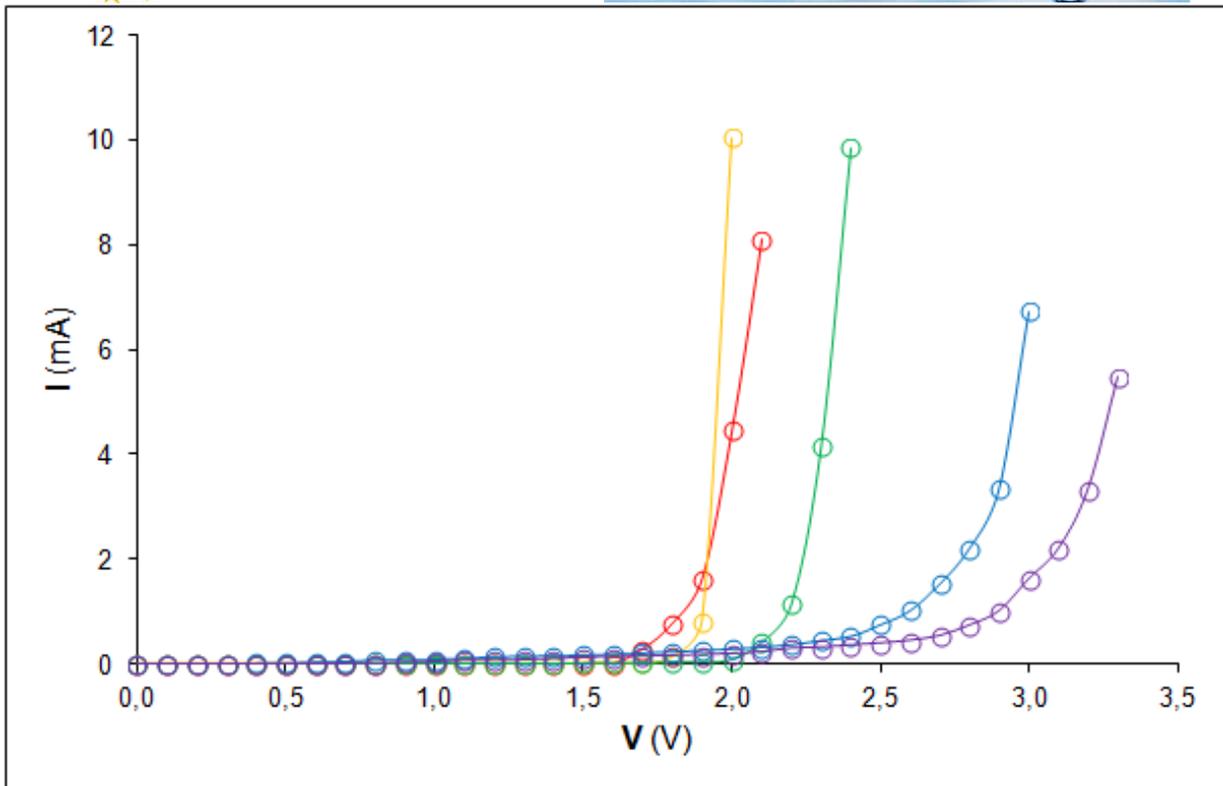
$$E_g = f(\nu)$$

La pente du graphique obtenu donne la valeur de la constante de Planck.

$$E_g = h \nu$$

## Analyse des résultats.

Ci-dessous sont représentés les graphiques des tensions appliquées aux LED en fonction des intensités de courant qui les traversent:



Courbes caractéristiques des diodes utilisées (la couleur de chaque courbe représente le type de diode correspondant).

Dans le graphique précédent, les points correspondant au début des points d'inflexion des courbes caractéristiques sont mis en évidence, à partir desquels les tensions d'allumage des LED peuvent être lues directement. Elles sont indiquées dans le tableau suivant, à côté des fréquences d'émission des LED:

*Valeurs des fréquences d'émission (Hz) et des tensions critiques (V) des diodes utilisées.*

LED	$\nu$ ( $\times 10^{14}$ ) Hz	$V_0$ (V) $\pm 10^{-3}$ V
Rouge	4,7	1,7
Jaune	4,96	1,8
Vert	5,75	2,1
Bleu	6,41	2,5
Violet	7,44	2,8

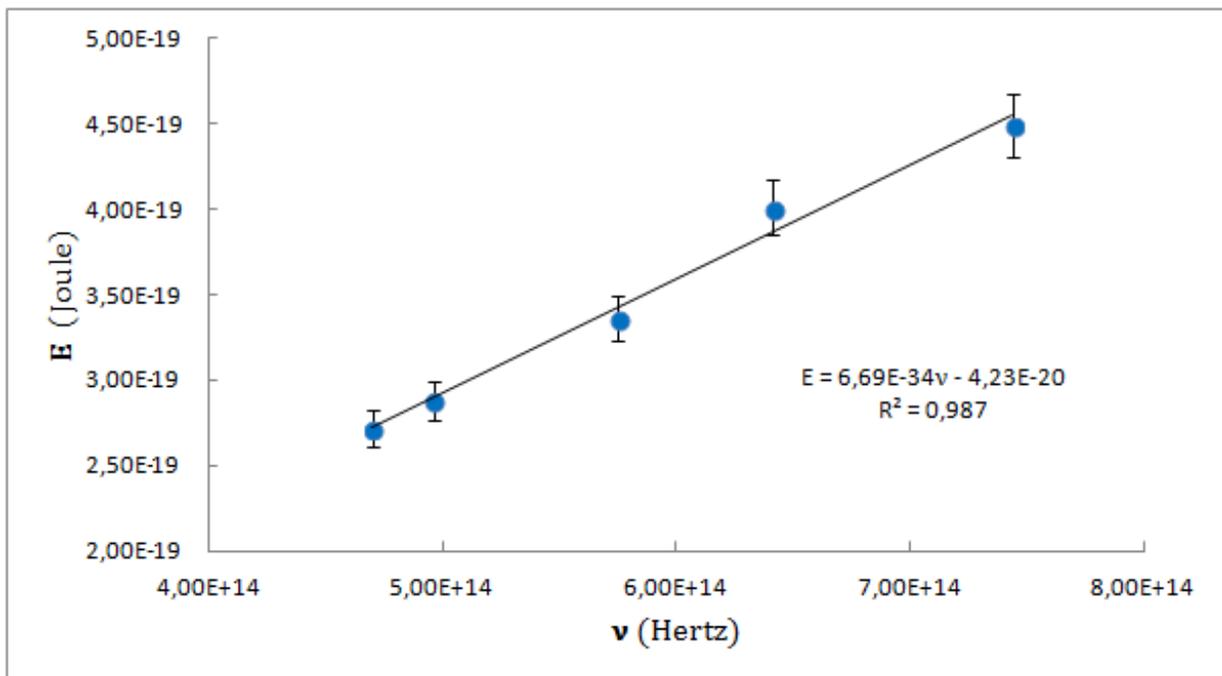
Remarque: Les fréquences de la lumière émise par les diodes sont tirées de la référence. Il est pertinent de préciser que ces fréquences sont généralement les mêmes pour des diodes de même couleur, variant très peu d'un fabricant à l'autre.

Maintenant, en utilisant la valeur de la charge de l'électron, on obtient les énergies des photons émis, indiquées dans le tableau suivant:

*Valeurs de fréquence d'émission (Hz), tensions critiques (V) des diodes utilisées et énergie des photons (J).*

LED	$\nu$ ( $\times 10^{14}$ ) Hz	$V_0$ (V) $\pm 10^{-3}$ V	$E=eV_0$ ( $\times 10^{-19}$ ) J
Rouge	4,7	1,7	2,72
Jaune	4,96	1,8	2,88
Vert	5,75	2,1	3,36
Bleu	6,41	2,5	4,01
Violet	7,44	2,8	4,49

La valeur de la constante de Planck est ensuite obtenue en traçant l'énergie en fonction de la fréquence de la lumière émise, comme indiqué:



*Courbe énergie en fonction de la fréquence des photons émis par les LED.*

En vertu de l'équation, la pente de la droite ajustée aux points du graphique correspond à la constante de Planck, soit la valeur obtenue:

$$h = 6,69.10^{-34} \text{ Js}$$

Le pourcentage d'erreur par rapport à la valeur officielle dans les tables est de 0,96 %, ce qui montre que malgré la simplicité de la méthode, la valeur obtenue est une estimation acceptable pour la constante de Planck.

## Conclusion.

Pour obtenir la valeur de la constante de Planck, les tensions d'amorçage ou critiques des diodes utilisées à partir des courbes caractéristiques respectives ont été préalablement déterminées. Cependant, malgré la simplicité de la procédure utilisée, la valeur obtenue pour la constante de Planck est considérée comme assez précise, car elle diffère de moins de 1 % de la valeur que l'on trouve dans les tables.

Colour	Wavelength [nm]	Voltage drop [ $\Delta V$ ]	Semiconductor material
<b>Infrared</b>	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1.63$	Gallium arsenide (GaAs) Aluminium gallium arsenide (AlGaAs)
<b>Red</b>	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$	Aluminium gallium arsenide (AlGaAs) Gallium arsenide phosphide (GaAsP)
<b>Orange</b>	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta V < 2.10$	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Gallium(III) phosphide (GaP)
<b>Yellow</b>	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta V < 2.18$	Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP)
<b>Green</b>	$500 < \lambda < 570$	$1.9 < \Delta V < 4.0$	<b>Traditional green:</b> Gallium(III) phosphide (GaP) <b>Pure green:</b> Indium gallium nitride (InGaN)
<b>Blue</b>	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta V < 3.7$	Zinc selenide (ZnSe)

## Exp 10. Composition de couleur.

On peut effectuer la même manipulation qu'avec les lasers.  
Attention chaque LED doit avoir sa propre résistance.

## Exp 11. Influence de la couleur de la lumière sur la croissance des plantes.

A utiliser du kit:

- Leds.
- Breadboard.
- Fils de connection.

**A utiliser du labo:**

- Tubes à essai.
- Support de plantation (terreau, ouate, ...)
- Graines de cressons.
- Papier aluminium pour entourer le tube.

**Mode opératoire:**

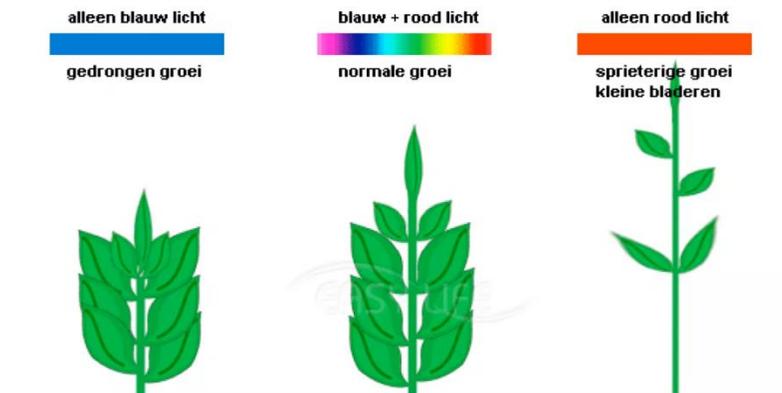
- Mettre un support de culture dans le tube.
- Y placer quelques graines de cresson.
- Arroser.
- Placer une led au sommet du tube.
- Boucher le tube avec un peu d'ouate.
- Entourer le tube avec du papier d'aluminium.
- Alimenter la led et attendre.



**Observation:**

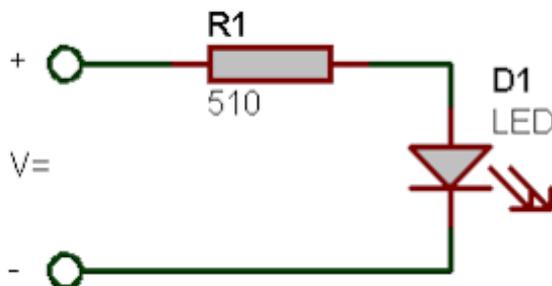
Observer régulièrement.

- La couleur de la lumière influence-t-elle la germination?
- La couleur de la lumière influence-t-elle la croissance ?



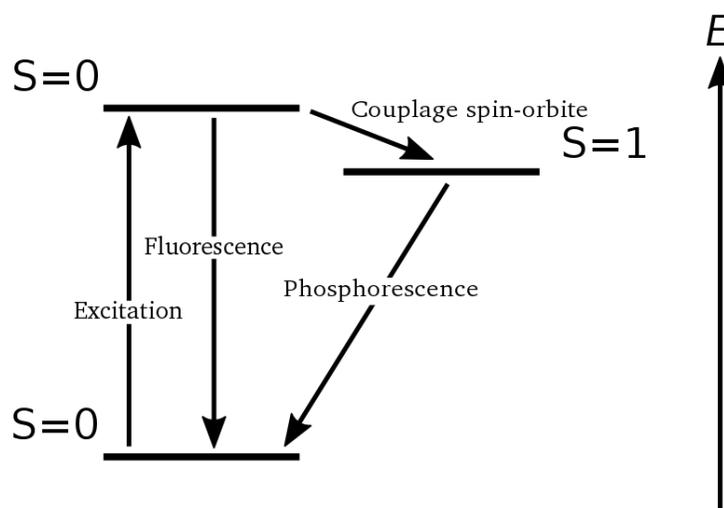
**Exp 12. Fluorescence.**

- LED UV.
- Résistance (10  $\Omega$ ).
- Câbles. Source d'alimentation CC à tension variable.



- Réaliser le montage avec la LED UV.
- On peut observer la fluorescence de plusieurs objet.

La fluorescence<sup>1</sup> est une émission lumineuse provoquée par l'excitation des électrons d'une molécule (ou atome), généralement par absorption d'un photon immédiatement suivie d'une émission spontanée. Fluorescence et phosphorescence sont deux formes différentes de luminescence qui diffèrent notamment par la durée de l'émission après excitation: la fluorescence cesse très rapidement tandis que la phosphorescence perdure plus longtemps. La fluorescence peut entre autre servir à caractériser un matériau.



Exemples:

### Ouraline.

L'ouraline est un verre dans lequel a été incorporé de l'uranium, la plupart du temps sous forme de diuranate. La proportion d'uranium varie généralement de 0,1 à 2 % du poids total de l'objet, mais certaines pièces datant du XIX<sup>e</sup> siècle en contiennent jusqu'à 25 %. L'ouraline a longtemps servi à la fabrication de vaisselle et de bibelots,



<sup>1</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fluorescence#/media/Fichier:Fluorescence\\_-\\_phosphorescence,\\_diagram.svg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fluorescence#/media/Fichier:Fluorescence_-_phosphorescence,_diagram.svg)

mais son utilisation s'est faite plus rare lorsque la disponibilité de l'uranium pour l'industrie a diminué à cause de la Guerre froide. La plupart des objets en ouraline sont maintenant considérés comme des antiquités et ne sont plus recherchés que par les collectionneurs. La production actuelle d'objets en ouraline se cantonne à des objets communs comme des perles ou des billes. (Wikipedia)

Malgré l'uranium présent dans l'ouraline, selon la Nuclear Regulatory Commission, les taux de radiation sont systématiquement inférieurs à la radioactivité naturelle. (il y a des azurants optiques <https://www.mv-bracelet.com>)

### Les boissons à base de quinine.



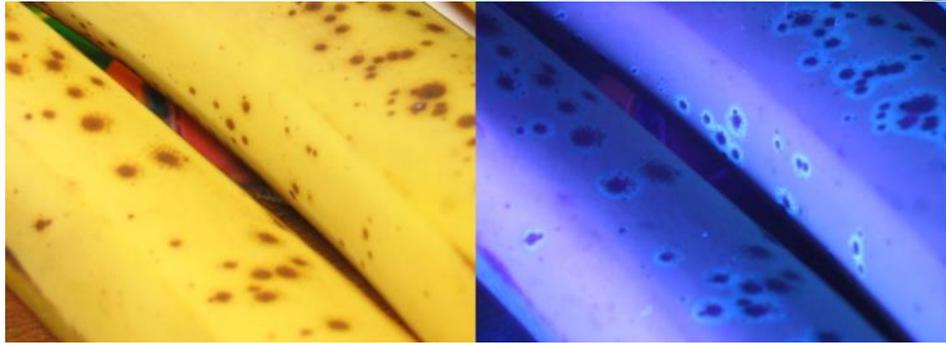
La quinine contenue dans certaines boissons gazeuses leur donne une fluorescence visible sous UV.

### Les azurants optiques :

Dans certains produits lessiviels, les azurants optiques absorbent la lumière visible sur le linge blanc et sec. Le linge réémet en lumière bleue, donnant au linge blanc un aspect plus éclatant.

### Fluorescence de la banane

due à la chlorophylle.



Une solution de chlorophylle que l'on éclaire avec un rayonnement ultra-violet, semble devenir rouge: les molécules de chlorophylle sont excitées par les rayons ultra-violets et, en revenant à leur état basal, elles émettent de la lumière rouge.

La raison profonde en est que la chlorophylle (tout comme les autres pigments assimilateurs des végétaux, et notamment les carotènes) a pour fonction d'absorber la lumière pour permettre la photosynthèse. La fonction de ces molécules est d'absorber de l'énergie lumineuse, pour ensuite la transférer aux protéines de la chaîne photosynthétique; grâce à cette énergie, la machinerie photosynthétique va pouvoir fabriquer des sucres et de l'oxygène à partir de dioxyde de carbone et d'eau.

Quand on l'éclaire avec des ultra-violets, les molécules de chlorophylle absorbent la lumière et accumulent de l'énergie. Mais, comme les autres protéines de la chaîne photosynthétique ne sont pas présentes, le moyen par lequel la chlorophylle va évacuer l'énergie accumulée est en émettant de la lumière. On peut aussi observer cette fluorescence si on éclaire une feuille avec un rayonnement ultra-violet suffisamment puissant:



l'explication en est alors que la chlorophylle peut transférer une partie de l'énergie à la machine photosynthétique, mais elle accumule un surplus d'énergie qu'elle évacue alors par fluorescence.

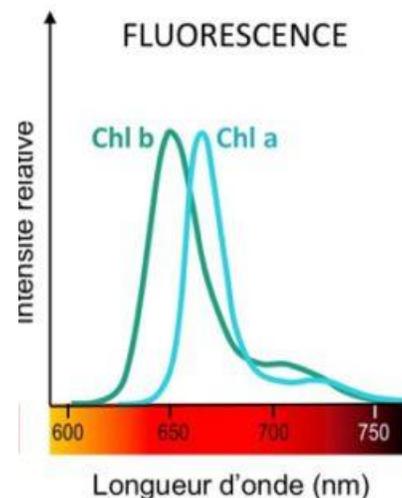
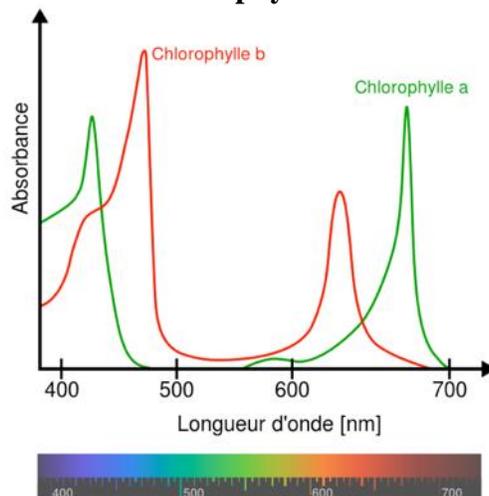
Une huile d'olive vierge extra (issue d'une première pression à froid) est, à la lumière du jour, d'une couleur essentiellement jaune. Prenez la LED UV (ou le laser bleu) et éclairez une bouteille d'huile d'olive vierge extra: de façon surprenante, elle vous apparaîtra rouge !

Elle contient des molécules de

chlorophylles qui sont fluorescentes.

Vous pouvez aussi faire la distinction entre l'huile de noix, de tournesol, d'arachide, ...

Spectres d'absorption des chlorophylles b et a.



## Expériences avec le générateur à haute tension de Khall

Exp 13 à 17 : vues à Prague au stand de Pilath Karoly

*Source: Piláth Károly Professeur de chimie-physique-informatique, administrateur système. Membre de la délégation hongroise au festival Science on Stage (Debrecen en 2017, Prague en 2022).*

### Description du générateur HT et avertissements

#### Caractéristiques:



Le module peut produire un courant d'impulsion haute tension.

Il est de petite taille et a un rendement élevé.

Ce module est le module de transformateur fini pour la petite production scientifique.

La tension d'entrée est comprise entre 6 V et 12 V et produira une tension haute de 1000 kV.

Il peut être utilisé comme un générateur d'ions négatifs, un instrument électronique ou pour réaliser une expérience scientifique.

Le circuit périphérique est simple, connectez simplement le transformateur à la batterie ou à l'alimentation, et l'intensité de décharge est excellente.

#### Caractéristiques:

Tension d'entrée: 6 V ~ 12 V DC.

Courant d'entrée: 2 A ~ 5 A (lié à la tension).

Tension de sortie: environ 500 kV ~ 1000 kV.

Longueur du câble d'entrée: environ 100 mm (le rouge est positif).

Longueur du câble de sortie: environ 100 mm.

Distance de décharge d'arc: 10 mm ~ 20 mm.

### Remarque:

1. Les extrémités de sortie du câble doivent être correctement ajustées avant la mise sous tension, et la distance de l'arc dépend de la tension et de la capacité de l'alimentation.
2. La distance d'arc peut être ajustée (courte ou longue), mais ne pas produire d'arc long au début ; le module pourrait être facilement endommagé.
3. Le module a une puissance élevée et la chaleur interne ne se dissipe pas facilement, il ne peut donc pas fonctionner en continu pendant une longue période (< 60 secondes à chaque fois).
4. Pour déterminer si la capacité d'une batterie est suffisante pour produire une puissance maximale, il faut mesurer la tension de la batterie lors de la production d'un arc. Si la tension mesurée est d'environ 6 V, elle peut alors produire une puissance maximale. La capacité recommandée de la batterie est supérieure à 2000 mAh ou supérieure à 4000 mAh si possible.
5. Ne pas court-circuiter la sortie sous peine de voir le module se détruire.
6. Ne pas faire fonctionner dans des conditions de haute tension à vide.

### Câblage:

- Ligne rouge: "+".
- Ligne verte "-".
- Sortie: l'autre côté, même couleur de câble.

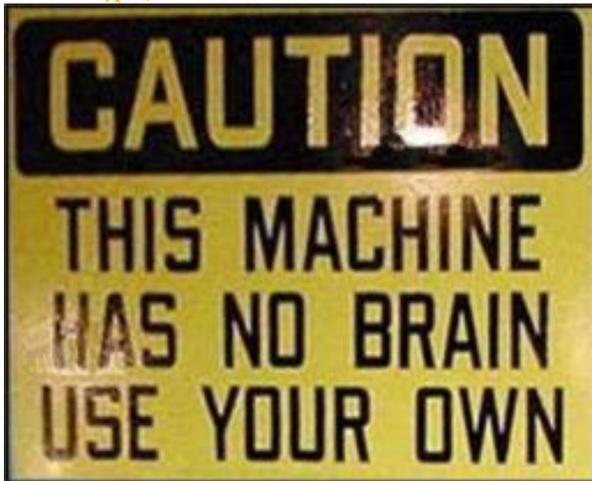
### Mise en garde.

Précisons que ces manipulations ne doivent pas être effectués par des personnes sans connaissances et formation pour la manipulation des hautes tensions, cela peut être **mortel**, ici la chose n'est plus anodine, un oubli et peut être catastrophique. En revanche, il est important pour ceux qui vont les réaliser, de ne pas travailler seuls, toujours au moins deux personnes. Gardez à l'esprit que même lorsqu'elles sont déconnectées du réseau, ces sources sont dangereuses car il reste suffisamment de condensateurs chargés pour provoquer un arrêt cardiaque.

Il est recommandé de garder les élèves éloignés de la haute tension.

D'autre part, ne pas regarder les arcs lumineux trop longtemps (UV)

**Soyez très prudent avec ces manipulations.**



- Le générateur haute tension peut générer un arc à haute température et haute fréquence et enflammer facilement un combustible.

### Exp 13. Effet Corona comme une photo Kirlian..

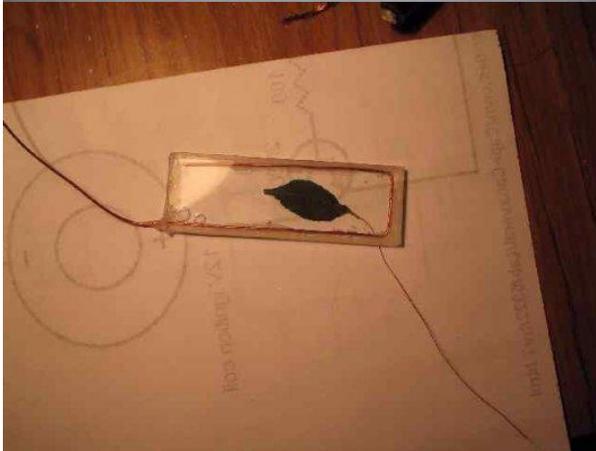
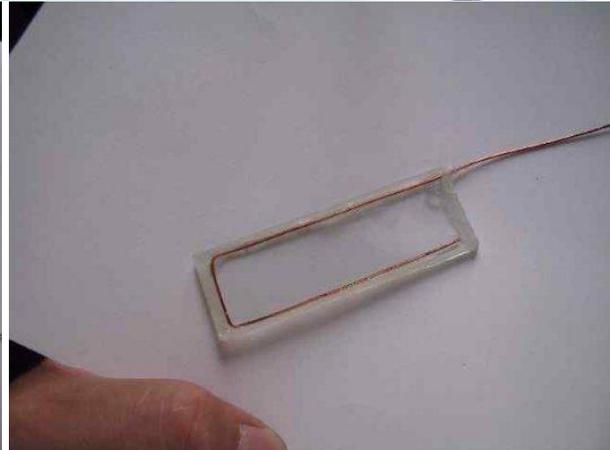
Pour cette expérience, nous construisons un dispositif constitué de deux lames de verres d'environ 10 cm x 15 cm, on réalise un cadre avec un fil de cuivre fixé entre les deux lames avec du silicone (à défaut, on peut utiliser de l'adhésif). Remplissons ce dispositif, d'eau salée.

Le fil de cuivre est connecté à une des électrodes de la source HT. Approchons divers objets, tels que des feuilles, des pièces de monnaie, des insectes, etc... reliés à la terre du générateur via un autre fil. Un bel effet corona est vu, similaire à une photo Kirlian .

Entre le fil de cuivre et l'objet, on crée un champ électrique intense ionisant l'azote de l'air ou le sodium de l'eau salée. Des effets lumineux apparaissent autour des pointes et des aspérités des objets.

Dans un conducteur, l'arrangement des charges à sa surface est tel que le champ électrique à l'intérieur de celui-ci est nul. Lorsqu'un conducteur est chargé, la densité de charge est plus grande sur les surfaces à faible rayon de courbure et par conséquent le champ environnant est plus intense à ces endroits.

Comme on peut le voir sur les photos, le support Kirlian est composé de deux lames de microscope, il ne permet donc de travailler qu'avec des petites feuilles et objets.



### Exp 14. Tension de claquage de l'air.

La tension de claquage (ou « tension disruptive ») d'un isolant électrique est la tension électrique minimale qui rend conductrice une portion d'un isolant. Ce terme est particulièrement utilisé pour les condensateurs, dont le fonctionnement repose sur l'isolant séparant ses deux bornes: si la tension de claquage est dépassée, un arc électrique se forme entre les deux bornes,

ce qui détruit le condensateur par altération du matériau isolant, sauf si ce matériau est dit auto-régénérateur, comme l'air.

On éloigne progressivement les électrodes et on mesure la distance dès que l'arc s'interrompt.

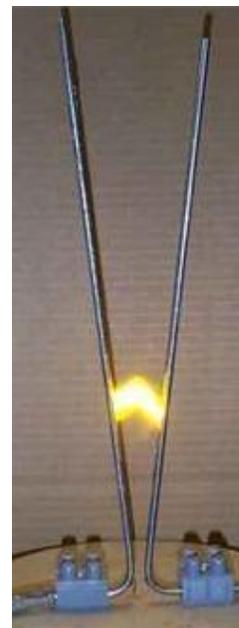
Le champ électrique nécessaire à la création de l'arc est appelé tension de claquage. Pour l'air à pression atmosphérique, la tension de claquage est évaluée à **3600 kV/m**.



### Exp 15. L'échelle de Jacob.

C'est une expérience facile et intéressante, avec deux conducteurs qui s'ouvrent en V. Elles sont reliées à chacune des bornes de la source HT, on verra que l'arc se forme initialement dans les parties les plus proches puis commence à monter jusqu'aux pointes donnant un très bel effet.

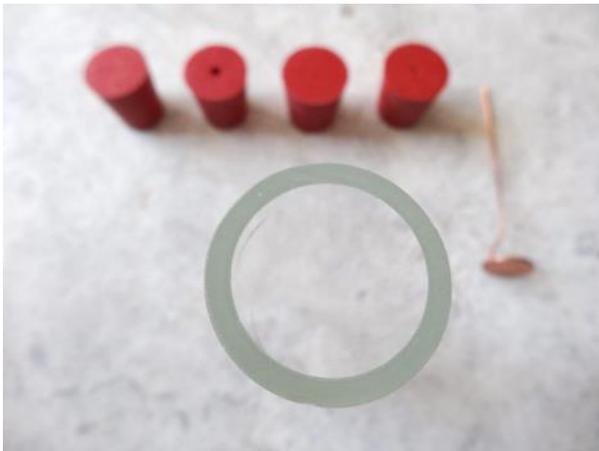
L'explication est l'augmentation de la conductivité de l'air au fur et à mesure qu'il s'ionise et permet la formation d'arcs de plus en plus longs. Il est commode de faire ce test avec du courant alternatif.



### Exp 16. Tube à décharge fait maison.

Vous pouvez également fabriquer vous-même des tubes à décharge de gaz, bien que ceux fonctionnant avec de l'air normal soient bien sûr les plus faciles à mettre en œuvre. Pour cela, vous n'avez besoin que:

- Une pompe à vide.
- Une source haute tension (maximum 10 kV à cause du risque de rayons X).
- Un tube de verre (ou plexyglass) à paroi épaisse.
- Bouchons de caoutchouc.



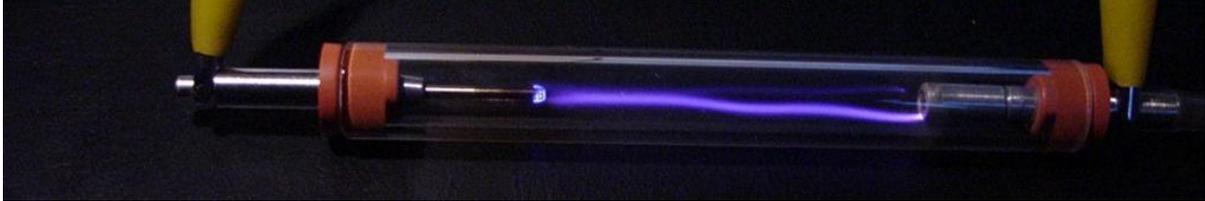
- En guise d'électrode, utiliser simplement une rondelle, à visser au fil de cuivre à l'aide d'une boucle:



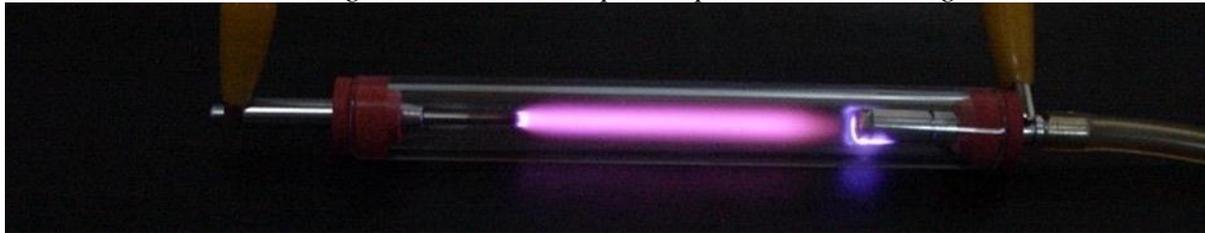
Expérimentons...



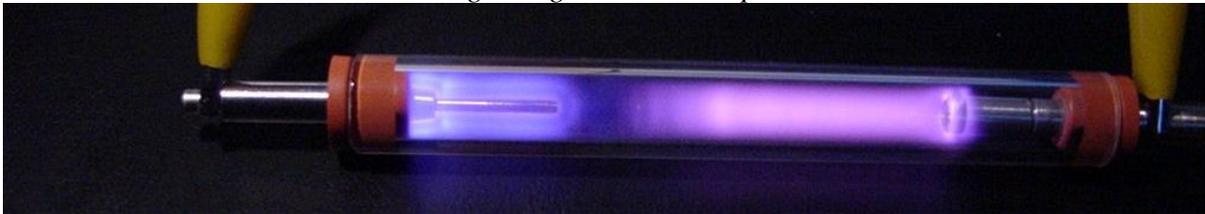
Il ne reste plus qu'à faire le vide et à alimenter en haute tension.



*Décharge immédiatement après le processus d'allumage.*



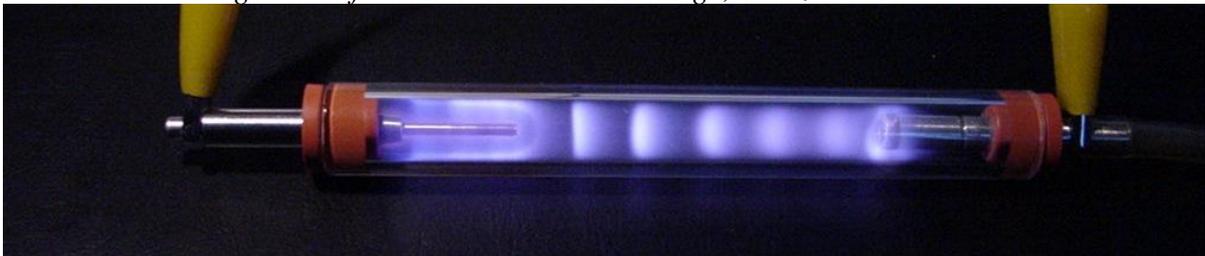
*Décharge rougeâtre à haute pression.*

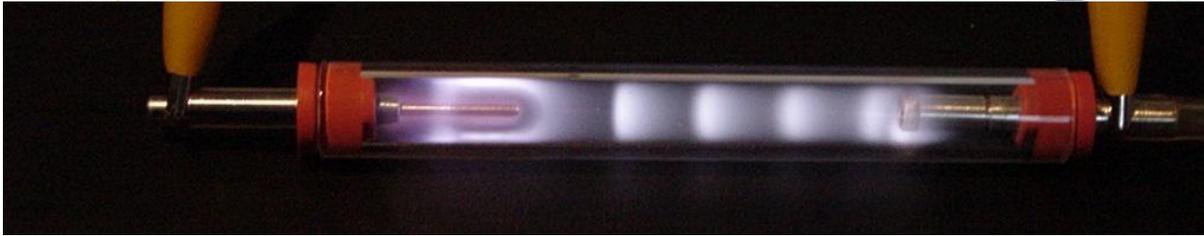


*Décharge légèrement plus forte avec l'apparition de décharges stratifiées, mais toujours très diffuses.*

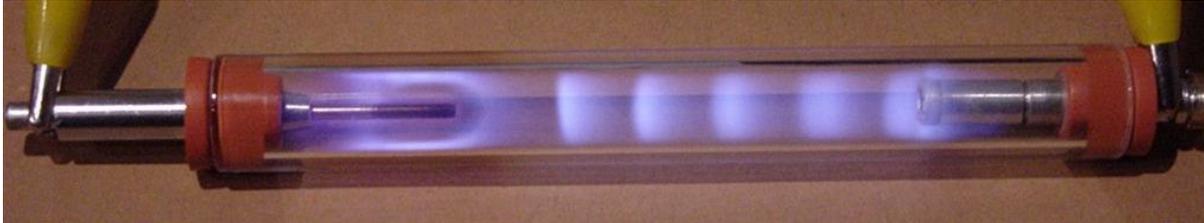


*Décharges stratifiées dans le tube à décharge; assez clairement visible ici.*





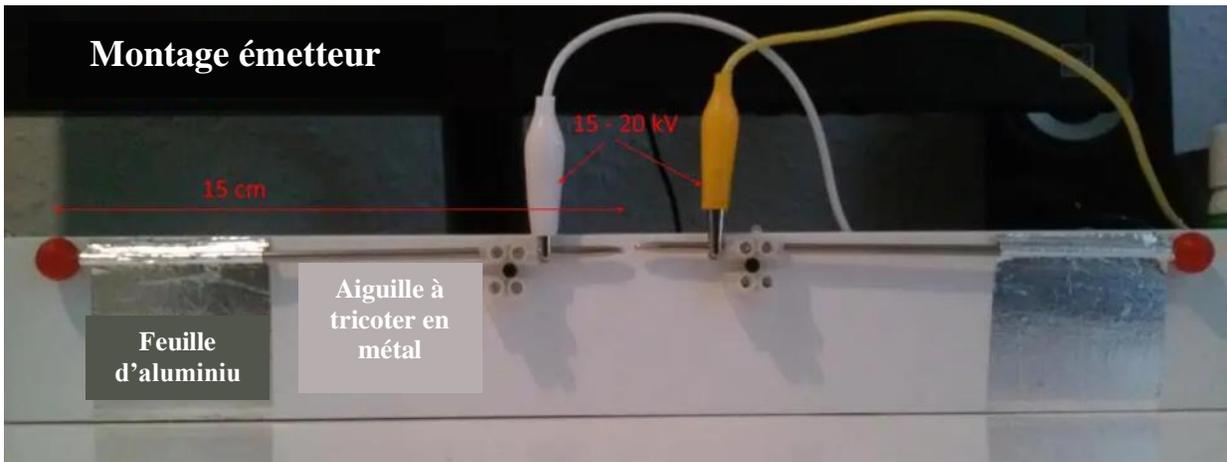
*Changer les couleurs de la décharge. Décharge presque grise, basse pression.*



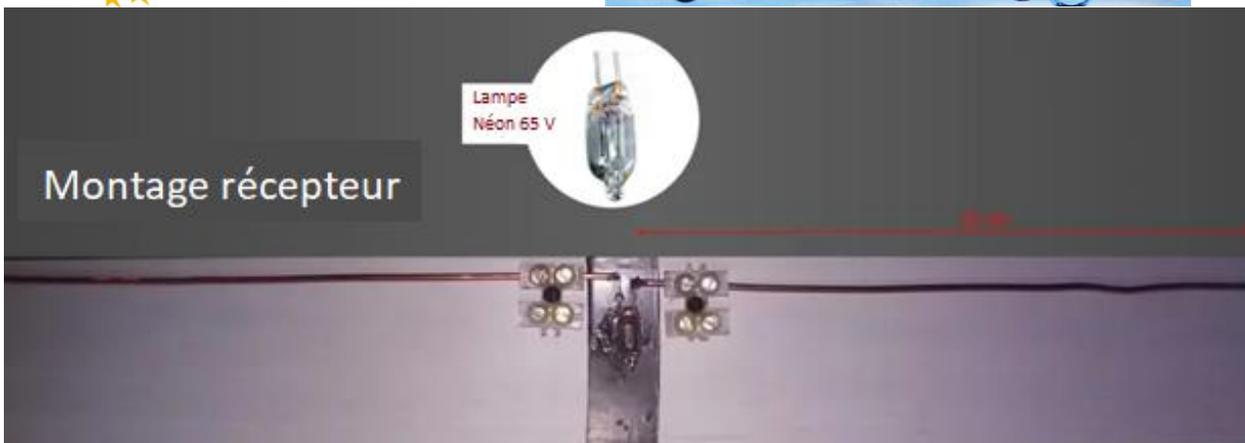
*Tube à vide assez puissant fonctionnant à la lumière du jour.*

### Exp 17. Expérience de Heinrich Hertz.

Le dipôle (émetteur) se compose de deux aiguilles à tricoter de 15 cm de long. Le dipôle est complété par deux condensateurs en feuille d'aluminium autocollante. La résistance mécanique du système est assurée par une pièce guide-câble en PVC. Nous nous occupons de la production d'étincelles qui fournissent des décharges oscillantes avec un générateur à haute tension bon marché. Ces décharges produites entre les électrodes génèrent des ondes qui sont



détectées avec une antenne dipôle accordée sur la même fréquence. Hertz a mis en évidence la présence d'ondes électromagnétiques grâce aux étincelles qui apparaissent dans l'écart prévu au milieu du résonateur et peuvent être observés avec une loupe. Au lieu d'étincelles qui peuvent être observées avec une loupe, nous utilisons une petite lampe au néon connectée aux bornes du récepteur (par exemple retirée d'un tournevis testeur de phase). Son scintillement peut être observé assez bien même sans loupe.



### Exp 18. L'ozone, un oxydant puissant !

D'après une idée de Josep Corominas

#### But de la manipulation:

- Démontrer le pouvoir oxydant de l'ozone.

#### A utiliser du kit:

- Générateur THT de Kall. Capsule en plastique

#### A utiliser du labo:

- Boîte de Pétry.
- 2 épingles en acier.
- Fils de raccordement.
- Solution de KI (concentration 1 mol/L)

#### A utiliser de la maison ou du labo:

- Morceau de tissu en coton blanc ou filtre blanc du laboratoire.
- Moyen isolant pour tenir l'électrode (comme de la plasticine).

#### Mode opératoire:

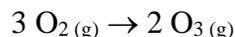
1. Percer le couvercle de la boîte de Pétry avec les deux épingles. (Chauffer et fondre le couvercle). La distance entre les deux aiguilles doit permettre la formation d'un arc électrique.
2. Détremper le morceau de tissu ou le filtre avec la solution de KI (incolore) et le mettre dans la capsule.
3. Connecter les électrodes au générateur
4. Poser une des pointes de l'électrode sur le tissu imbibé de KI.
5. Tenir l'autre électrode avec un moyen isolant juste au-dessus du tissu.



6. Déclencher plusieurs 2 ou 3 séries de décharges de 10 secondes avec 30 secondes de repos entre chaque série, observer le cercle foncé qui apparaît sur le tissu.

### Explication.

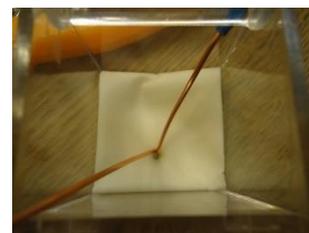
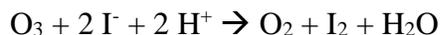
A l'échelle industrielle, l'ozone est produit par des décharges électriques dans des générateurs tubulaires. Une partie de l'oxygène se transforme en ozone.



L'ozone est un oxydant très puissant, plus puissant que le dioxygène ou le di-chlore.

Pour étudier les propriétés oxydantes de l'ozone, il faut un moyen pour produire des décharges électriques. Le générateur de Kall est un moyen facile d'avoir une source de haute tension (10000 V min) pour obtenir de l'ozone en micro échelle.

La réaction de l'ozone en milieu acide s'écrit:



Le cercle foncé est le témoin de la présence du diiode ( $\text{I}_2$ ).

## Expériences avec le lévitateur acoustique

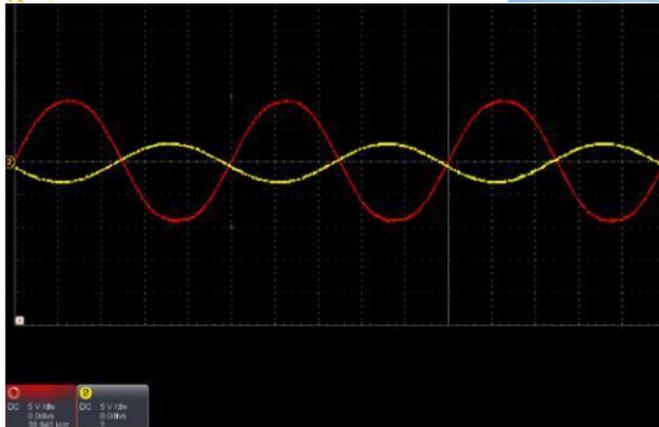
### Exp 19. Lévitateur acoustique.

Expériences vue à Prague

Source : Tomáš Kopřiva      Gymnázium Matyáše Lercha

Le réglage de la lévitation des ondes stationnaires est illustré sur la figure. Pour qu'une onde stationnaire se produise, la distance entre l'émetteur et le réflecteur doit être un multiple de la longueur d'onde. En raison de multiples réflexions entre l'émetteur ultrasonique et le réflecteur fixe, plat ou concave ils créent une onde stationnaire avec des nœuds équidistants et des oscillations de pression et de vitesse acoustiques.

Les échantillons solides ou liquides dont le diamètre est inférieur à la longueur d'onde peuvent léviter sous les nœuds de pression.



Sur l'oscilloscope.

On peut également réaliser des ondes stationnaires en utilisant deux émetteurs l'un contre l'autre.

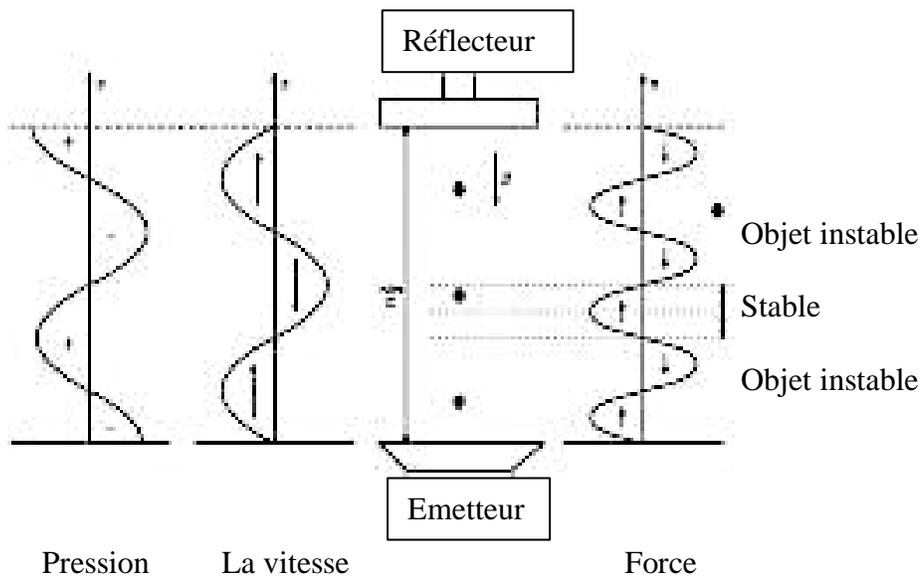


Fig. 1. Répartition de la pression acoustique, de la vitesse des particules d'air et de la force de lévitation en position debout ondes du système de lévitation<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Vandaele V, Lambert P, Delchambre A (2005) Manipulation sans contact en microassemblage : Lévitation acoustique. Ingénierie de précision 29 : 491–505

### Possibilités d'utilisation à l'école.

La lévitation acoustique peut être utilisée dans les cours de physique.

- L'échographie n'est pas audible, (ultrasons) nous pouvons donc la représenter de cette façon.
- Les ondes stationnaires sont démontrées à l'école à l'aide d'un caoutchouc ou d'un ressort. Cette méthode représente une autre option de représentation.
- Utilisation pratique de la formule physique

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

- Travailler avec un oscilloscope.

### Réglage des distances.

La distance entre les émetteurs doit être réglée avec précision pour créer une onde stationnaire avec des zones suffisamment fortes de haute et basse pression atmosphérique. Nous utilisons un oscilloscope pour ce réglage.

Si nous n'avons pas d'oscilloscope ou si nous voulons aborder la tâche différemment, nous pouvons d'abord estimer la distance à l'aide d'une formule basée sur la vitesse du son et de la fréquence. Par exemple, à température ambiante 21°C la vitesse du son est de 343 m/s.

Les capteurs à ultrasons utilisés ici fonctionnent mieux à la fréquence 40 kHz.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343 \cdot 10^3 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}}{40 \cdot 10^3 \text{ Hz}} = 8,575 \text{ mm}$$

Sur la base du calcul, on s'attendrait donc à une onde stationnaire de longueur d'onde = 8,575 millimètres ou un multiple de cette valeur. Cependant, le bord de l'émetteur ne correspond pas au début de l'onde sonore, de sorte que le réglage ne sera pas complètement correct. Le réglage manuel ultérieur doit être pris en compte.

### Mesurer la vitesse du son.

La lévitation acoustique peut également être incluse à la fin d'un exercice pratique dans lequel les élèves mesurent la vitesse du son.

Prévoir cette tâche en début d'année ; Discuter de l'acoustique et démarrer l'électricité.

La mesure de la vitesse du son à l'aide d'un oscilloscope pourrait être un moyen idéal de relier ces deux domaines.

Après avoir initié les étudiants à l'oscilloscope. Comment l'utiliser et comment en lire les valeurs. Connecter un capteur à ultrasons à un générateur de tension, sur lequel nous fixons une tension sinusoïdale avec une fréquence de 40 kHz et une amplitude de 10 V (un exemple d'un tel générateur sur la Fig. 2).

Afficher cette tension à l'entrée CH1 de l'oscilloscope et utiliser le deuxième capteur comme récepteur à ultrasons (à connecter à l'entrée CH2 de l'oscilloscope). Placer le récepteur devant la source à une distance de la source telle que les courbes soit en phase, voir Fig. 2.

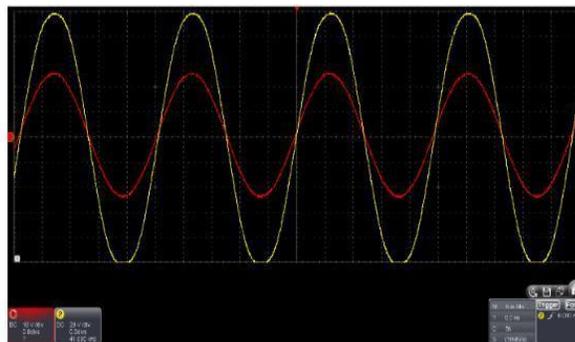
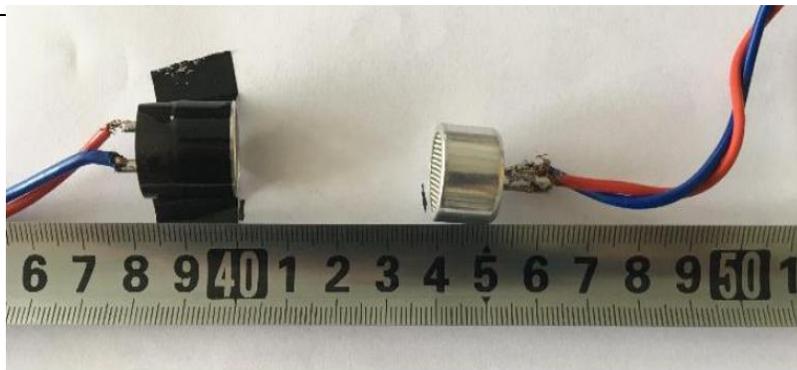
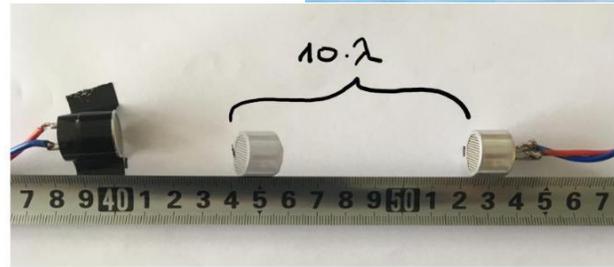


Fig. 2. Émetteur et récepteur à distance lorsqu'ils sont en phase.

Il ne se déplacera pas avec la source, seul le récepteur se déplacera à une distance telle que les courbes soient à nouveau en phase. Répéter cette procédure jusqu'à ce que les courbes soient pour la dixième fois en phase. Nous marquons à nouveau la position du récepteur. La distance entre les deux positions des récepteurs correspond  $10\lambda$ . La situation est illustrée.



Récepteur décalé de dix longueurs d'onde à 41 kHz.

En utilisant la relation entre la vitesse de propagation des ondes, longueur d'onde et fréquence on calcule la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Dans notre cas  $10 \lambda = 8,3 \text{ cm} = 8,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ .

$$v = \lambda * f = 8,3 \cdot 10^{-3} * 4,1 \cdot 10^4 = 340 \text{ ms}^{-1}$$

Nous pouvons comparer le résultat avec les tableaux. À température ambiante 21°C la vitesse du son selon les tables 343 m/s.

La vitesse du son peut également être vérifiée par lévitation acoustique. Cependant, la mesure n'est pas précise car une seule longueur d'onde est mesurée. Nous devons également tenir compte du fait que les objets en lévitation ont des différences et des dimensions non nulles. On voit cependant que la longueur d'onde correspond à environ 1 cm, ce qui permet au moins d'estimer la vitesse du son.

*Mesure de la longueur d'onde par lévitation acoustique.*

Source : Tomáš Kopřiva      Gymnázium Matyáše Lercha



## Expériences avec l'aéroglesseur

### Exp 20. L'aéroglesseur.

Idée d'expériences - Matériel non fourni mais facilement réalisable.

Avec un CD usagé, un ballon de baudruche et un peu de matière pour adapter l'un sur l'autre (inutile de faire exactement comme nous, vous trouverez sans doute plus simple), on arrive à illustrer le fonctionnement des aéroglesseurs qui font qu'il n'y a pas si longtemps la traversée de la Manche.

- Un CD ou d'un DVD.
- Une tétine de bouteille d'eau.
- Un ballon de baudruche

Nous avons collé, au centre d'un CD ou d'un DVD, une tétine de bouteille d'eau.

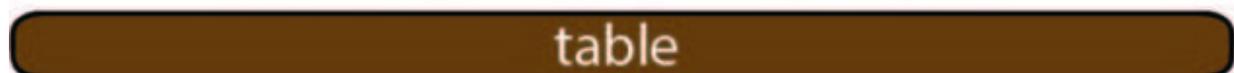
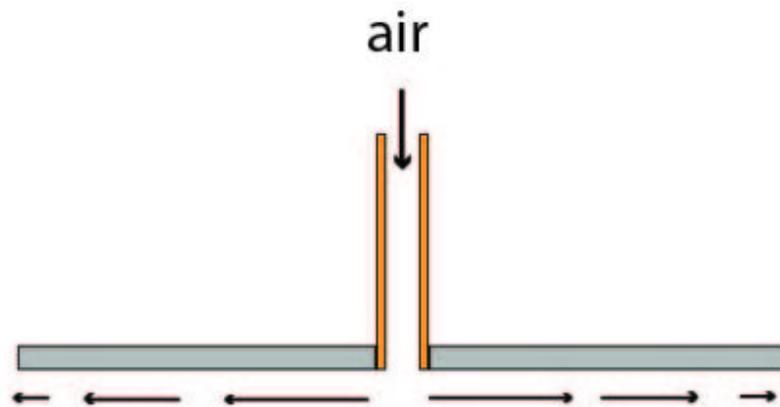
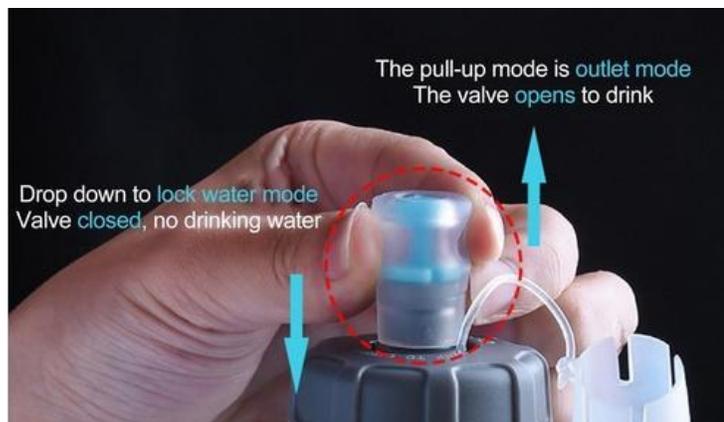
Nous l'avons recouverte d'un ballon de baudruche.

Le ballon est gonflé puis le bouchon fermé.

Il reste alors en équilibre au-dessus du CD qui repose sur une table horizontale.

Ouvrons le bouchon pour que l'air contenu dans le ballon puisse s'échapper.

Donnons une impulsion au dispositif: celui-ci se déplace librement sur la surface de la table grâce au coussin d'air qui a été créé sous le CD par l'échappement de l'air contenu dans le ballon.



La première explication que l'on pourrait donner est que la section par où l'air s'échappe étant très faible, la vitesse de l'air y est très élevée et la pression inférieure à la pression atmosphérique. Le CD est alors poussé vers le haut par la pression atmosphérique qui s'exerce sur sa face inférieure.

Il est cependant montré, dans un article du Bulletin de l'Union des Physiciens, que le phénomène dominant dans la sustentation d'un mobile sur un plan horizontal est dû à la viscosité de l'air et non à des effets de poussée du jet d'air éjecté par la soufflerie du ballon de baudruche.

Cela paraît inattendu car l'air n'est pas très visqueux.

C'est le nombre de Reynolds qui permet d'évaluer l'importance des effets de viscosité qui est ici très inférieur à 1 dû à la très faible épaisseur du film d'air sous le CDROM.



Source: « Sustentation d'un mobile autoporteur sur une table à coussin d'air ou heureusement que l'air est visqueux » Luc Petit, Laboratoire d'Hydrodynamique de Mécanique physique. Bulletin de l'Union des Physiciens N°685 juin 1986.