



Exercices de la séquence 11

Ondes électromagnétiques

EXERCICE 1 : reconnaître une onde électromagnétique



On considère les situations suivantes :

	Ondes mécaniques	Ondes électromagnétiques
1. Un faisceau laser est émis en direction du mur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Une corde est disposée horizontalement sur le sol. On agite son extrémité libre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Un long ressort est suspendu. On agite de bas en haut une de ses extrémités.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Une radiographie est effectuée sur une jambe susceptible d'être fracturée.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. À Lyon, on reçoit la télévision grâce aux signaux émis par l'antenne de Fourvière.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Un four à micro-onde est utilisé pour réchauffer un plat de spaghettis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Le son de la trompette de mon voisin est entendu de l'autre côté de la rue.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. L'été, il faut se protéger du soleil sinon gare aux brûlures !	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Les militaires utilisent des lunettes spéciales pour voir la nuit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. Identifier, parmi ces situations, celles qui peuvent être modélisées comme des ondes mécaniques ou des ondes électromagnétiques.
2. Pour chaque onde électromagnétique identifiées, donner le nom du domaine auxquelles elles appartiennent.
3. Quelle situation montre que les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide ?

EXERCICE 2 : le domaine visible des serpents



le serpent des blés et ses deux paires d'yeux

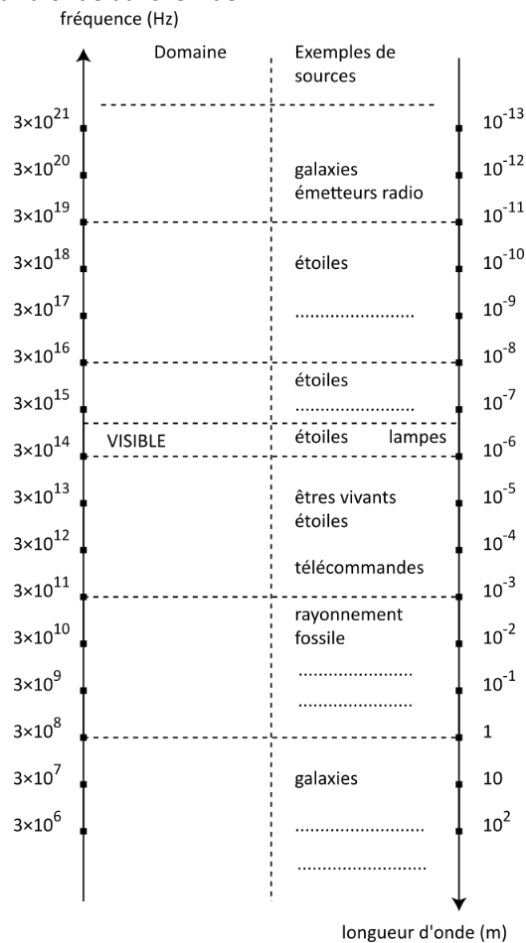
La plupart des serpents possèdent deux paires d'yeux, l'une d'elles est située sous leurs narines et permet d'étendre leur domaine visible.

On estime que le serpent des blés (photo ci-contre) peut percevoir des ondes électromagnétiques de fréquences comprises entre $6,00 \times 10^{13}$ Hz et $7,50 \times 10^{14}$ Hz.

1. Rappeler l'expression littérale de la longueur d'onde d'une onde électromagnétique dans le vide en fonction de sa fréquence. On donnera la signification et la valeur de l'autre grandeur citée dans cette relation. Préciser toutes les unités.
2. Calculer les limites, en longueurs d'onde, du domaine visible de ce serpent.
3. Quel domaine d'ondes électromagnétiques, invisible par l'œil humain, est perceptible par les serpents ?

**EXERCICE 3 : domaine d'utilisation des ondes électromagnétiques**

On dresse ci-dessous un inventaire non exhaustif des principaux domaines d'ondes électromagnétiques, classés selon leur fréquence et selon leur longueur d'onde dans le vide :



1. D'après vos connaissances, parmi les rayonnements infrarouges et ultraviolets, lesquels sont réputés dangereux pour l'Homme ?
2. Plus la fréquence de l'onde électromagnétique est grande, plus le rayonnement est dangereux pour l'homme. Placer sur le schéma ci-dessus le domaine des ultraviolets et celui des infrarouges.

DOCUMENT : ondes électromagnétiques et domaines d'application

À l'hôpital, les manipulateurs radio se protègent à l'aide de tablier lorsqu'ils effectuent une radiographie à l'aide de rayon X sur un patient. À forte dose, ce rayonnement peut provoquer des cancers.

Le domaine des microondes est utilisé dans les fours mais aussi dans les téléphones portables, wifi... Pour téléphoner, il est recommandé d'utiliser le plus souvent un kit main libres et de privilégier les appels au sein des zones où la qualité de la réception est bonne.

Les rayons γ émis par les galaxies lors de la désintégration de noyaux radioactifs sont les plus dangereux car extrêmement énergétiques.

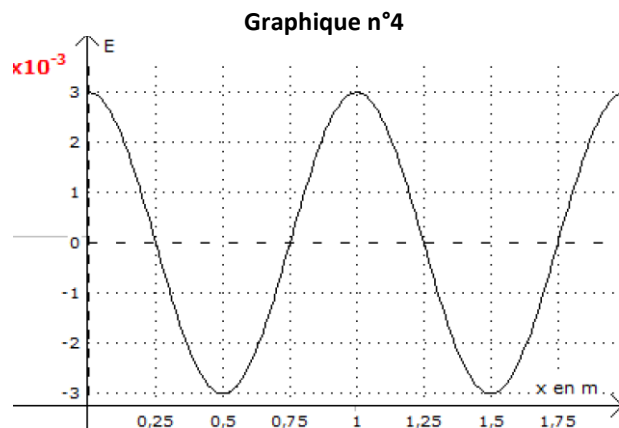
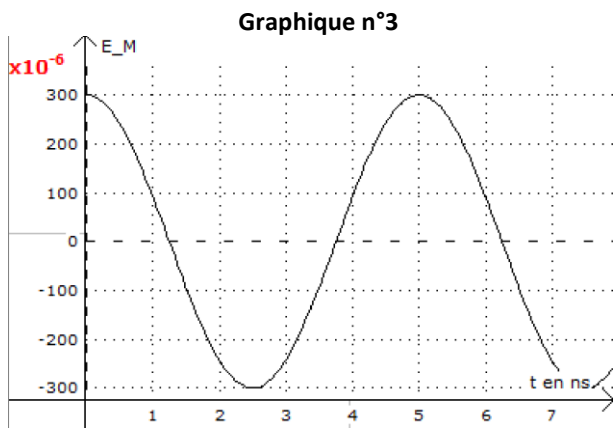
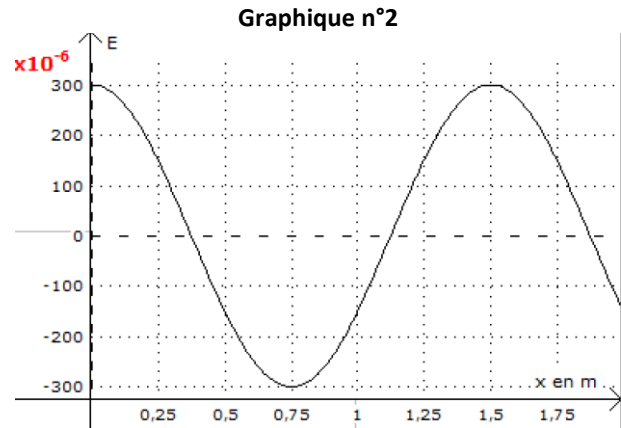
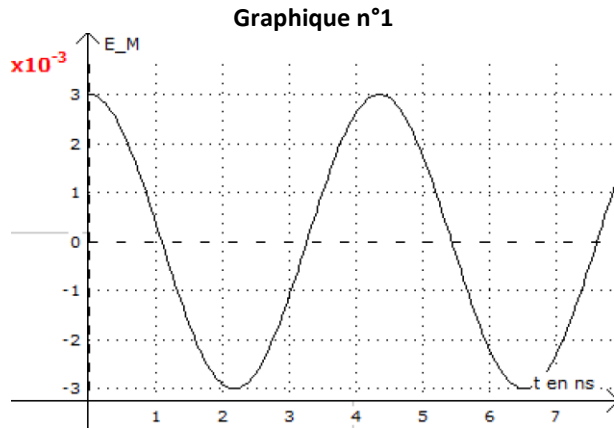
Les ondes radio sont des ondes de plus grandes longueurs d'ondes, du mètre à plusieurs milliers de km. Elles sont faiblement énergétiques et non dangereuses pour l'Homme.

3. À l'aide des informations données dans le document, remplir les cases vides des différents domaines des ondes électromagnétiques ainsi que les exemples de sources manquantes.



EXERCICE 4 : propagation d'ondes dans deux milieux différents

On étudie dans cet exercice deux ondes électromagnétiques différentes se propageant chacune dans deux milieux différents. Chacun des graphiques ci-dessous concerne l'une de ces deux ondes dans un des deux milieux considérés. La grandeur vibratoire est le champ électrique E exprimée en V/m.



Légende des graphiques :

- E_M : valeur du champ électrique en un point M du milieu en V/m
- E : valeur du champ électrique à un instant donné en V/m
- t : temps en ns
- x : distance en m

1. Parmi les 4 graphiques, quels sont les ceux montrant une évolution temporelle de l'onde et ceux montrant une évolution spatiale de l'onde ? Pour chaque cas, deux justifications sont attendues.
2. Sur chaque graphique, représenter l'amplitude de l'onde et la période spatiale ou temporelle le cas échéant.
3. Le graphique 1 concerne l'onde A et le graphique 2, l'onde B. Associer les deux autres graphiques aux ondes A et B. Justifier votre réponse.
4. Montrer par le calcul que les deux ondes A et B ne se propagent pas dans le même milieu. Faire une hypothèse sur la nature de l'un des deux milieux.



EXERCICE 5 : le laser

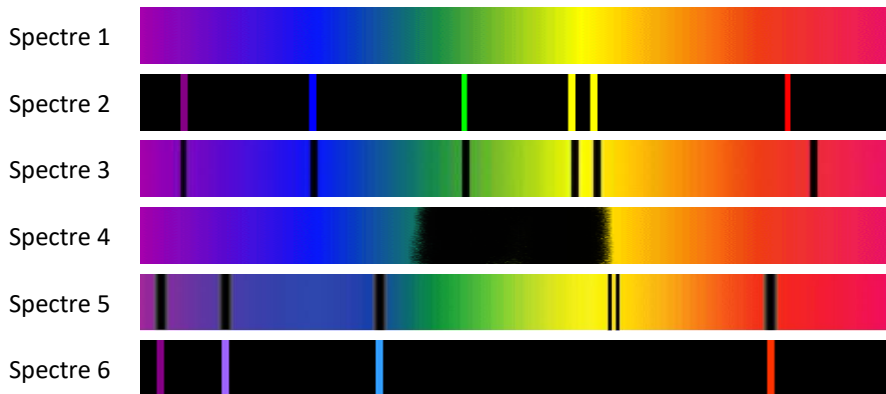
La notice d'un laser indique « longueur d'onde 670 nm »

1. La lumière émise par le laser est-elle monochromatique ou polychromatique ?
2. Convertir cette longueur d'onde en unité du système international. Écrire ce résultat en notation scientifique.
3. Quelle est la couleur de la lumière émise ?
4. Calculer la fréquence de la lumière émise.



EXERCICE 6 : QCM sur les spectres

On considère les six spectres suivants :



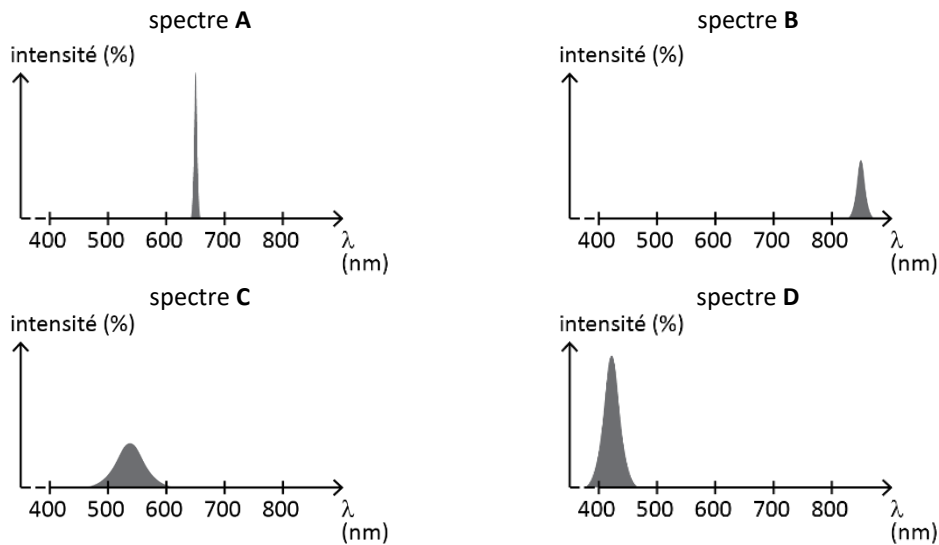
Le symbole « » indique que plusieurs réponses sont possibles, le symbole « » indique qu'il n'y en a qu'une.

1. Le spectre 1 est :
 - un spectre continu ;
 - un spectre de raies ;
 - un spectre d'absorption ;
 - un spectre d'émission.
2. Le spectre 2 est :
 - un spectre continu ;
 - un spectre de raies ;
 - un spectre d'absorption ;
 - un spectre d'émission.
3. Le spectre 3 est :
 - un spectre continu ;
 - un spectre de raies ;
 - un spectre d'absorption ;
 - un spectre d'émission.
4. Le spectre 4 a été obtenu en étudiant le spectre d'absorption d'une solution de couleur :
 - verte ;
 - bleue ;
 - rouge ;
 - magenta (rose).
5. Le spectre 5 correspond au spectre d'un gaz inconnu. Par ailleurs le spectre 6 correspond au spectre de l'hydrogène. On en déduit par conséquent que le gaz inconnu :
 - ne contient pas d'hydrogène ;
 - contient entre autres de l'hydrogène ;
 - contient uniquement de l'hydrogène.



EXERCICE 7 : spectres de quelques DEL

À l'aide d'un spectroscope, on a enregistré le profil spectral de quelques diodes électroluminescentes disponible au laboratoire.



1. L'une de ces DEL émet-elle une lumière rigoureusement monochromatique ? Justifier à l'aide des spectres ci-dessus.
2. La lumière laser est celle qui se rapproche le plus de la lumière monochromatique idéale. Identifier, parmi les spectres donnés, celui de la lumière émise par une diode laser.
3. Estimer la longueur d'onde du maximum d'émission de chacune de ces DEL.
4. Une des diodes étudiées est l'élément principal d'une télécommande infrarouge. Identifier son spectre, parmi ceux donnés ci-dessus.

EXERCICE 8 : quel spectre pour quelle solution ?

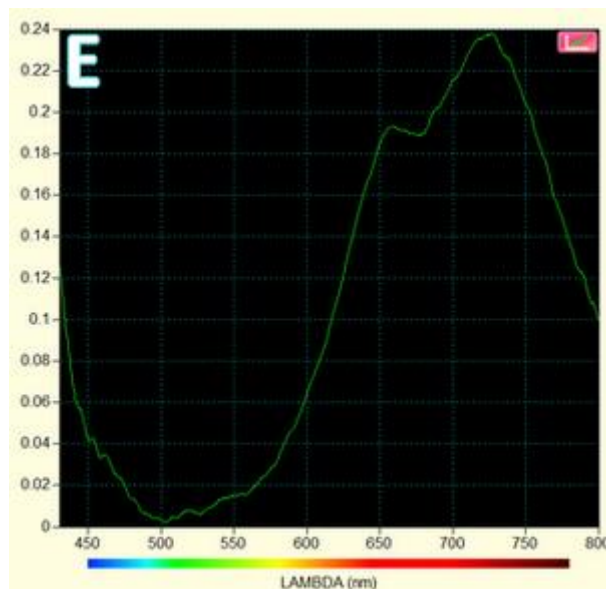
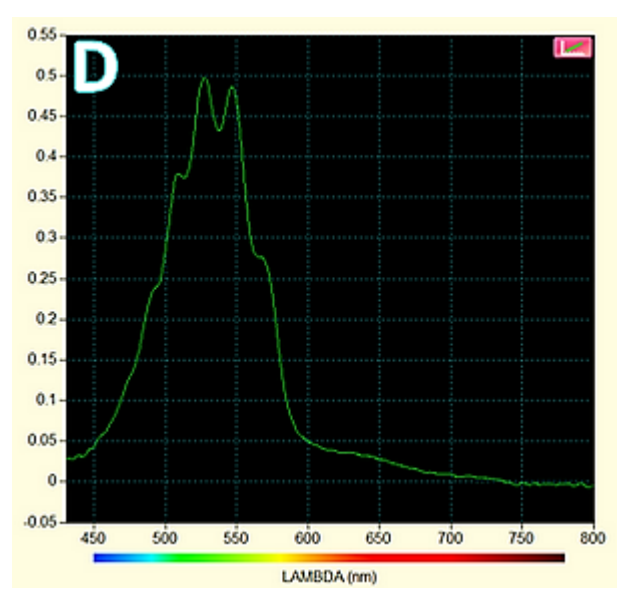
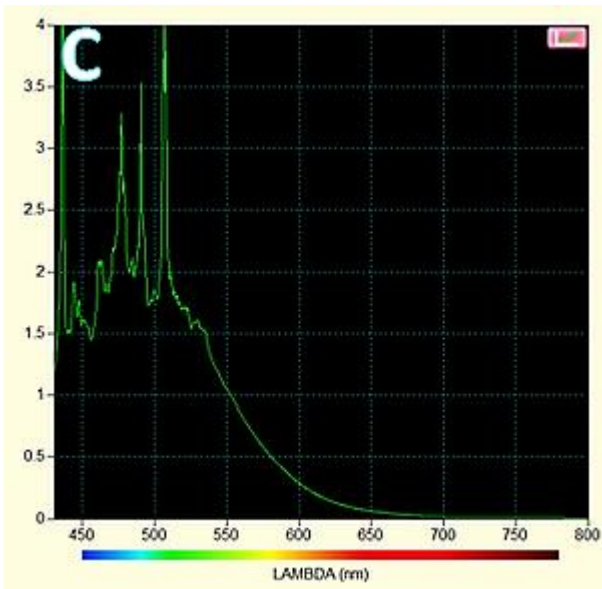
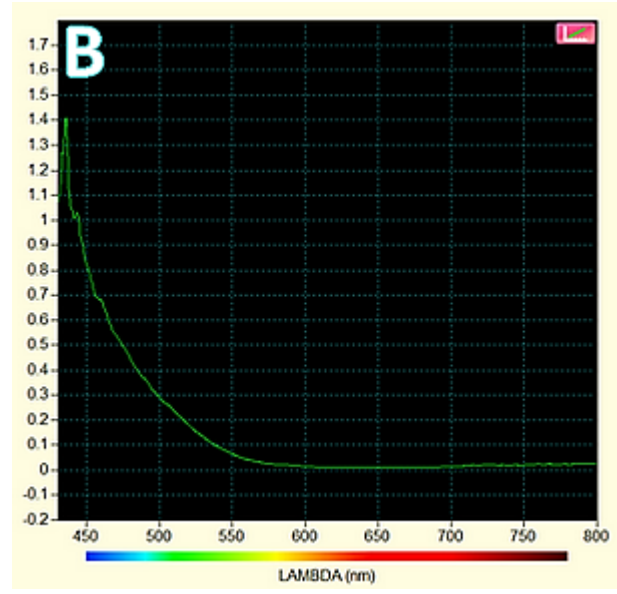
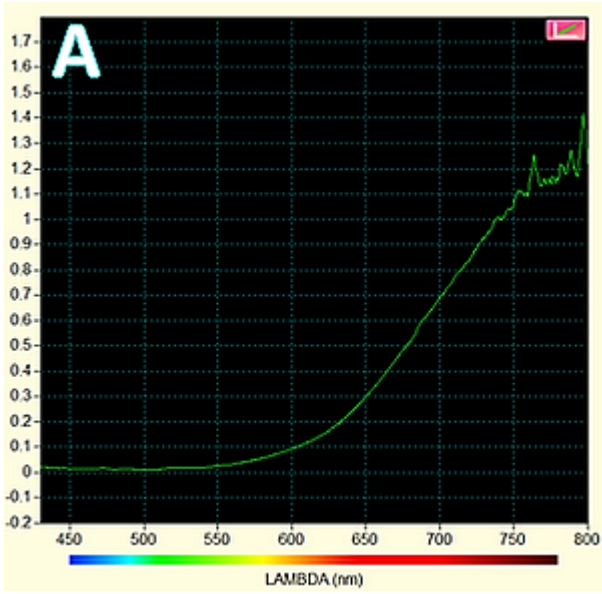


On dispose de 5 solutions :

- Solution 1 : solution de permanganate de potassium,
- Solution 2 : solution de chlorure de fer III,
- Solution 3 : solution de sulfate de cuivre,
- Solution 4 : solution de chlorure de fer III + thiocyanate,
- Solution 5 : solution de sulfate de nickel.

On réalise les spectres d'absorption de ces 5 solutions et on obtient les courbes A, B, C, D et E ci-dessus.

Associer chaque spectre à sa solution en justifiant votre réponse.





EXERCICE 9 : utiliser la loi de Planck-Einstein

Dans la version de cet exercice interactive et traitable en ligne proposée sur le site des collections numériques, les valeurs numériques sont changées à chaque tentative.

Compléter les cases vides du tableau suivant :

énergie du photon (eV)	énergie du photon (J)	fréquence (Hz)	longueur d'onde (nm)
	$7,72 \times 10^{-19}$		
4,91			
		$4,00 \times 10^{14}$	
			632

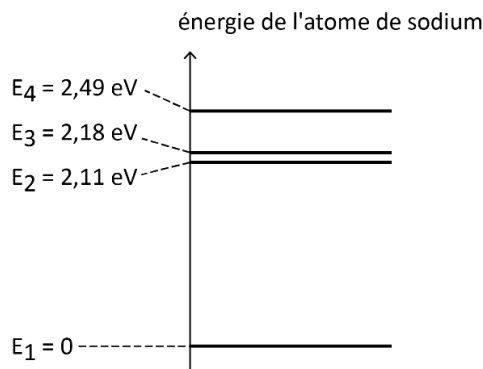
Données :

- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$
- électron-volt : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

EXERCICE 10 : interaction entre un atome de sodium et un photon



Voici les premiers niveaux d'énergie de l'atome de sodium :



- Lorsque l'atome de sodium passe du niveau 1 au niveau 2 :
 - un photon de fréquence $5,09 \times 10^{14} \text{ Hz}$ est émis ;
 - un photon de fréquence $4,09 \times 10^{14} \text{ Hz}$ est émis ;
 - un photon de fréquence $5,09 \times 10^{14} \text{ Hz}$ est absorbé ;
 - un photon de fréquence $4,09 \times 10^{14} \text{ Hz}$ est absorbé.
- Lorsque l'atome de sodium passe du niveau 4 au niveau 2
 - un photon de fréquence $6,1 \times 10^{13} \text{ Hz}$ est émis ;
 - un photon de fréquence $9,2 \times 10^{13} \text{ Hz}$ est émis ;
 - un photon de fréquence $6,1 \times 10^{13} \text{ Hz}$ est absorbé ;
 - un photon de fréquence $9,2 \times 10^{13} \text{ Hz}$ est absorbé.
- Si un photon incident de fréquence $2,89 \times 10^{14} \text{ Hz}$ atteint l'atome, celui-ci étant dans son état fondamental :
 - le photon ne peut pas être absorbé ;
 - le photon peut être absorbé et provoquer la transition du niveau 1 vers le niveau 2 ;
 - le photon peut être absorbé et provoquer la transition du niveau 1 vers le niveau 3 ;
 - le photon peut être absorbé et provoquer la transition du niveau 1 vers le niveau 4.
- Si un photon incident de longueur d'onde 499 nm atteint cet atome, celui-ci étant dans son état fondamental :
 - il ne peut pas être absorbé ;
 - il peut être absorbé et provoquer la transition du niveau 1 vers le niveau 2 ;
 - il peut être absorbé et provoquer la transition du niveau 1 vers le niveau 3 ;
 - il peut être absorbé et provoquer la transition du niveau 1 vers le niveau 4.



EXERCICE 11 : lampes à vapeurs atomiques

Les limites des longueurs d'ondes (en nm) des couleurs du spectre d'une lumière blanche sont les suivantes :

Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
400-424	424-491	491-575	575-585	585-647	647-700

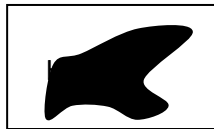
Longueurs d'ondes (en nm) de quelques raies émises par différents éléments chimiques à l'état gazeux :

Nom	Symbole	Longueurs d'ondes
Hydrogène	H	397 ; 410 ; 434 ; 486 ; 656 ;
Hélium	He	447 ; 471 ; 492 ; 501 ; 587 ; 668
Mercure	Hg	432 ; 547 ; 575 ; 580 ; 670 ; 690
Néon	Ne	439 ; 443 ; 585 ; 597 ; 618 ; 640

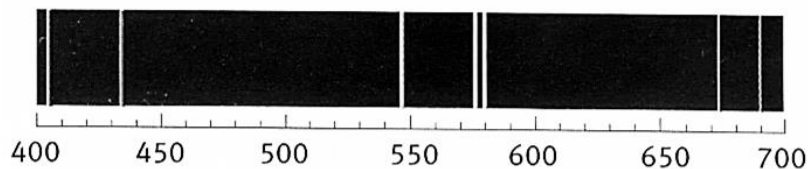
Un laboratoire possède diverses lampes qui contiennent des vapeurs de gaz.

1. Avec quel appareil peut-on visualiser le spectre de la lumière émise par le gaz enfermé dans l'ampoule ?

Un élève, suite à une maladresse, a renversé de l'encre sur l'étiquette collée sur l'ampoule. La nature du gaz était représentée par son symbole chimique qui est partiellement masqué par la tache d'encre (voir l'étiquette ci-dessous).



Le spectre observé a permis d'obtenir le document suivant (les graduations correspondent aux longueurs d'onde des radiations émises) :

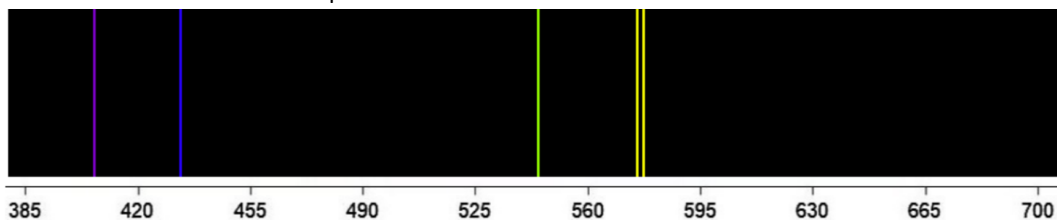


2. Donner les longueurs d'ondes des différentes raies du spectre puis indiquer la couleur de chacune.
3. En déduire la nature du gaz enfermé dans l'ampoule.

EXERCICE 12 : absorption par un sirop de menthe

Observation n°1 : lorsque la lumière blanche traverse une solution de sirop de menthe, seules les longueurs d'ondes comprises entre 420 nm et 560 nm sont transmises.

Observation n°2 : lorsque l'on regarde une lampe à vapeur de mercure à travers d'un spectroscopie à main, on observe le spectre suivant contenant les raies les plus intenses :



On éclaire le sirop de menthe avec la lampe à vapeur de mercure et on observe la lumière transmise à l'aide du spectroscopie à main. Représenter le spectre de la lumière transmise.



EXERCICE 13 : photons et ondes électromagnétiques

Données :

- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Célérité des ondes électromagnétiques dans le vide : $c = 3,00 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1. Calculer l'énergie, en J puis en eV, des photons associés aux ondes électromagnétiques suivantes, dont on donne la longueur d'onde dans le vide :

domaine	longueur d'onde
onde radio	1400 m
micro-onde	11 cm
infrarouge	0,27 mm
lumière jaune	0,57 μm
ultraviolet	200 nm
rayons γ	0,8 pm

2. D'après vos connaissances, parmi les rayonnements infrarouges et ultraviolets, lesquels sont réputés dangereux pour l'homme ?
3. Proposer une interprétation de la dangerosité de certains rayonnements en utilisant les réponses de la question 1.

EXERCICE 14 : spectre de l'atome de mercure

Voici quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure :

- Niveau fondamental : $E_1 = 0 \text{ eV}$
- Niveaux excités :
 - $E_2 = 4,90 \text{ eV}$
 - $E_3 = 5,45 \text{ eV}$
 - $E_4 = 6,71 \text{ eV}$
 - $E_5 = 7,73 \text{ eV}$

Données :

- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Célérité des ondes électromagnétiques dans le vide : $c = 3,00 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1. Calculer la longueur d'onde de la raie du spectre du mercure correspondant à la transition du niveau 2 au niveau fondamental.
2. Le spectre visible du mercure contient une raie verte de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 546 \text{ nm}$. Identifier la transition responsable de cette raie.
3. Un atome de mercure au niveau 3 peut-il atteindre le niveau fondamental en émettant successivement deux photons de même énergie ? deux photons d'énergies différentes ? Vous donnerez, lorsque la transition est possible, l'énergie (en eV) des photons émis.



EXERCICE 15 : niveaux d'énergie de l'hydrogène

DOCUMENT : spectre de l'hydrogène

La figure suivante est la reproduction du spectre de l'hydrogène dans le domaine visible.



Les quatre raies de ce spectre correspondent aux transitions vers le deuxième niveau d'énergie de l'atome à partir des quatre niveaux immédiatement supérieurs. En attribuant la valeur 0 à l'énergie du niveau fondamental E_1 , l'énergie du deuxième niveau a pour valeur $E_2 = 10,2 \text{ eV}$.

Données :

- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Célérité des ondes électromagnétiques dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Représenter les six premiers niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sur un diagramme en utilisant l'échelle : 1cm pour 1 eV.