

Exercices sur l'alternateur et les spectres

Exercice 1 : Alternateur

Un alternateur reçoit 8 MW de puissance mécanique et produit 7.2 MW de puissance électrique.

1. Définissez brièvement le rendement d'une machine électrique.
2. Calculez le rendement de cet alternateur.
3. Représentez le schéma énergétique de l'alternateur
4. Citez deux éléments essentiels d'un alternateur et décrivez brièvement leur rôle.

Exercice 2 : Spectres de raies – Identification élémentaire

Un scientifique analyse la lumière émise par une nébuleuse et observe un spectre de raies contenant une ligne rouge intense à 656,3 nm.

La **raie H α** (rouge) est un indicateur clé de la formation d'étoiles, signalant la présence de gaz hydrogène ionisé dans les nébuleuses.

La **raie H β** (bleu-vert) permet d'estimer la distance des nébuleuses en mesurant la diminution de sa luminosité avec la distance.

Le **doublet Na D** (jaune) est utilisé pour déterminer la vitesse des étoiles et des galaxies grâce à l'effet Doppler, un décalage de la couleur lié à leur mouvement.

Enfin, la **raie [O III]** (vert) est caractéristique des nébuleuses à oxygène, permettant leur identification et l'étude de leur composition chimique.

1. Quel élément chimique est très probablement présent dans cette nébuleuse ?
2. Qu'est-ce qu'un spectre de raies ?

Exercice 3 : Spectres de raies – Émission et couleur

Une lampe à vapeur de mercure émet une lumière verte.

Quel est le lien entre la couleur de la lumière émise et le spectre de raies de l'élément gazeux ?

Exercice 4 : La lampe au sodium : un éclairage spectaculaire

Les lampes au sodium sont des lampes publiques très courantes qui émettent une lumière jaune distinctive. Cette lumière provient du sodium, un métal, qui est chauffé dans la lampe. Quand le sodium est chauffé, il émet de la lumière à des couleurs spécifiques, appelées raies spectrales.

Le sodium émet plusieurs couleurs de lumière, notamment :

- Jaune-orange (589,0 nm) : Raie D1
- Jaune (589,6 nm) : Raie D2
- Ultraviolet (330,3 nm, 336,4 nm, 360,9 nm)

Ces couleurs sont produites par des atomes de sodium qui absorbent de l'énergie (chaleur) et libèrent cette énergie sous forme de lumière à des longueurs d'onde spécifiques.

- **La température change la lumière** : Plus la lampe au sodium est chaude, plus elle émet de couleurs différentes. Une lampe très chaude (haute pression) a l'air plus "blanche" car elle émet une gamme plus large de couleurs. Une lampe moins chaude (basse pression) est plus jaune car elle émet principalement les raies jaunes caractéristiques du sodium.

- **Analyser la lumière** : Un spectromètre est un appareil qui sépare la lumière en ses différentes couleurs. Si une raie du sodium (589 nm) est légèrement décalée vers le bleu, cela signifie que la source de lumière (la lampe) est en mouvement vers nous (effet Doppler).

- **L'impact sur les animaux** : La lumière jaune intense des lampes au sodium peut dérouter les animaux nocturnes. Pour réduire cet impact, on peut utiliser des lampes à LED qui émettent une lumière plus large et moins intense.

- **Au-delà de l'éclairage** : Les lampes au sodium sont aussi utilisées en science pour des expériences nécessitant une lumière stable et d'une couleur précise.

Questions :

1. Expliquez pourquoi une lampe à vapeur de sodium à haute pression produit une lumière plus blanche qu'une lampe à basse pression.
2. Décrivez brièvement comment un spectromètre peut être utilisé pour analyser la lumière émise par une lampe au sodium.
3. Que signifie un décalage vers le bleu de la raie du sodium (589 nm) détectée par le spectromètre ?
4. Quels sont les impacts potentiels de la lumière émise par les lampes au sodium sur la faune nocturne, et quelles solutions alternatives peuvent être envisagées ?
5. Donnez au moins deux exemples d'utilisations des lampes au sodium en dehors du domaine de l'éclairage public.

Correction exercice 1 :

1. Rendement = (Puissance utile / Puissance totale) x 100
2. Rendement = (7.2 MW / 8 MW) x 100 = 90%
- 3.
4. Rotor: Partie tournante créant le champ magnétique variable (aimant en mouvement)
Stator: Partie fixe contenant les enroulements (bobine)

Correction exercice 2 :

1. L'hydrogène. Cette longueur d'onde correspond à une raie caractéristique de l'hydrogène (raie H α).
2. Un spectre de raies est un spectre d'émission constitué de lignes discrètes, chaque ligne correspondant à une transition électronique spécifique et identifiant un élément chimique.

Correction exercice 3 :

La couleur de la lumière émise correspond aux longueurs d'onde des raies spectrales les plus intenses émises par l'élément gazeux (le mercure dans ce cas). La lumière verte est due à des raies spectrales dans le domaine du vert du spectre visible.

Correction exercice 4 :

1. Lumière blanche et lumière jaune :

Haute pression : plus de couleurs émises : lumière plus blanche.

Basse pression : principalement raies jaunes : lumière plus jaune.

2. **Spectromètre** : Sépare la lumière en couleurs pour analyser les longueurs d'onde émises par le sodium.

3. **Décalage vers le bleu** : Indique que la lampe se rapproche de l'observateur (effet Doppler).

4. **Impact sur la faune et solutions** : Désorientation des animaux nocturnes.

Alternatives : LED à spectre large ou éclairages adaptatifs.

5. **Autres utilisations** : Recherche scientifique et lumière stable

Autres utilisations :

Éclairage de sécurité et signalisation : Sa forte luminosité et sa pénétration dans le brouillard et la neige en font un choix privilégié pour éclairer les zones de sécurité (aéroports, ports) et les panneaux de signalisation routière.

Astronomie (filtrage) : En astronomie, des filtres spécifiques bloquent la lumière des autres longueurs d'onde, ne laissant passer que la lumière jaune émise par les lampes à vapeur de sodium. Cela permet aux astronomes d'étudier les nébuleuses par réflexion, qui émettent également de la lumière dans cette gamme de longueurs d'onde. Cependant, cette technique est de moins en moins utilisée en raison de la pollution lumineuse et du développement de technologies d'imagerie plus performantes.

Spectroscopie : Les lampes à vapeur de sodium sont utilisées comme sources lumineuses dans certains instruments spectroscopiques pour analyser la composition d'autres matériaux.

Applications industrielles : Dans certaines applications industrielles, la lumière spécifique émise par ces lampes peut être utilisée pour améliorer la visibilité ou pour des besoins de séchage spécifiques.

Photographie (en noir et blanc) : Historiquement, les lampes à vapeur de sodium étaient utilisées en photographie noir et blanc pour créer des effets esthétiques particuliers, notamment des images spectrales mettant en évidence les objets réfléchissant la lumière jaune.

Bien que l'utilisation de lampes à vapeur de sodium diminue progressivement en raison de l'amélioration des technologies d'éclairage (LED par exemple), elles restent pertinentes dans certains domaines spécifiques.