

DM 18

Vendredi 19 Mars 2021

Analyse documentaire : Couleur du ciel

Diffusion de Rayleigh, source université de nice

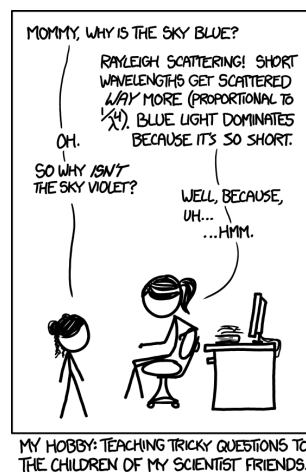
En 1871, John William Strutt Rayleigh fournit une explication de la couleur du ciel en la reliant à la diffusion de la lumière par les molécules d'air.

La diffusion de Rayleigh est la diffusion par les molécules. Taille de la cible : 10 nanomètres. Lorsque la lumière traverse l'atmosphère, elle est donc diffusée dans toutes les directions.

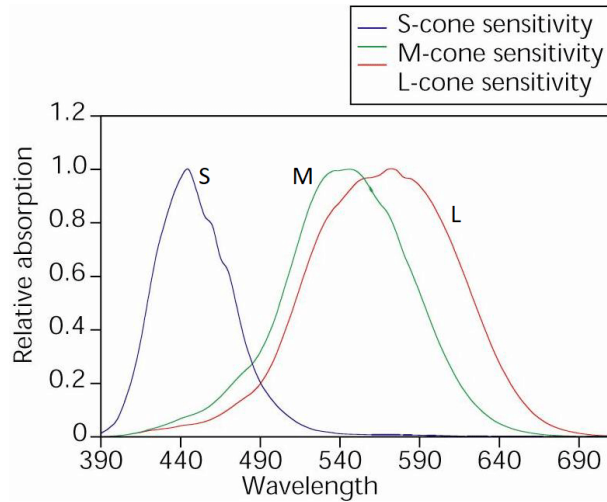
La taille de l'atome est très faible devant la longueur d'onde de la radiation si bien que les variations spatiales du champ électromagnétique peuvent être négligées à l'échelle du nuage électronique. L'atome est alors soumis à la force magnétique et la force électrique. La première est négligeable devant la seconde. D'autre part, le noyau étant beaucoup plus lourd que l'électron, son déplacement est négligé devant celui de l'électron.

La diffusion de Rayleigh n'est valable que pour les particules diffusantes très petites devant la longueur d'onde.

Sky Color



Réponse spectrale oeil humain



Polarisation par diffusion Rayleigh

La lumière diffusée par l'atmosphère est partiellement polarisée (ce dont nous pouvons nous rendre compte avec des lunettes de soleil polarisantes : en tournant les lunettes le ciel s'assombrit, surtout si la direction d'observation est à 90° de celle du Soleil). La diffusion Rayleigh permet d'interpréter cette propriété.

La lumière émise par le Soleil n'est pas polarisée. Elle présente en même temps toutes les directions de polarisation perpendiculaires à son vecteur de propagation. Ainsi elle induit des dipôles vibrants dans toutes ces directions.

Mais on sait qu'un dipôle oscillant n'envoie pas de rayonnement dans sa propre direction. Ce sont les dipôles perpendiculaires à la direction d'observation et d'éclairage par le Soleil qui participent au rayonnement. La direction de ces dipôles induit la polarisation pour la lumière diffusée.

Ainsi si on regarde un ciel bleu dans une direction orthogonale à la direction du Soleil, on voit de la lumière polarisée rectilignement.

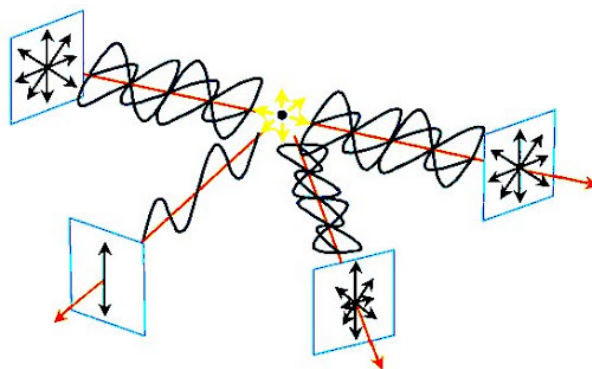


Photo de la Terre par Apollo 8, source national geographic



Questions

1. On s'intéresse à un électron d'une molécule constituant l'air. Dans le cas d'un modèle simple d'un électron élastiquement lié, l'électron est soumis à une force de rappel de la forme $-\omega_0^2 \vec{OM}$, où M est la position de l'électron, O la position du centre du reste de la molécule et ω_0 la pulsation propre de l'électron autour de la molécule. On s'intéresse à une composante spectrale de l'onde électromagnétique rayonné par le Soleil de pulsation ω appartenant au domaine visible. On admet que $\omega_0 \gg \omega$.

Montrer que la molécule se comporte comme un dipôle oscillant.

Expliquer la première réplique de la mère à l'enfant.

2. Proposer une réponse à la deuxième question de l'enfant.
3. Le ciel n'est pas toujours bleu.
Au coucher du Soleil, le ciel devient rouge. Peut-on interpréter cette observation à l'aide de la diffusion de Rayleigh ?
En présence de nuages, le ciel est blanc. Quelle portion du raisonnement faut-il revoir ?
4. Quelle est la couleur du ciel sur la Lune ? Quelle est la couleur de la Terre vue de la Lune ?
5. Vaut-il mieux chercher à voir la polarisation de la lumière du ciel à midi ou au coucher du Soleil ?
6. Comment trouver la direction du Soleil après qu'il est disparu sous l'horizon ?