

DM n°10 - Commentaires

1 Température de flamme

Exercice très proche du cours, globalement très bien traité.

Quelques remarques :

Q.2.a) J'ai trouvé plusieurs erreurs/maladresses lors du remplissage du tableau d'avancement. Voici donc des choses à privilégier et à éviter lorsque l'énoncé dit que les réactifs sont en proportions stœchiométriques :

	2 NH_3	+	$\frac{5}{2} \text{ O}_2$	\rightleftharpoons	2 NO	+	$3 \text{ H}_2\text{O}$
① état initial	$n_0(\text{NH}_3) = 2n_0$		$n_0(\text{O}_2) = \frac{5}{2}n_0$		0		0
① état intermédiaire	$2(n_0 - \xi)$		$\frac{5}{2}(n_0 - \xi)$		2ξ		3ξ
② état initial	$n_0(\text{NH}_3) = n_1$		$n_0(\text{O}_2) = n_2$		0		0
② état intermédiaire	$n_1 - 2\xi$		$n_2 - \frac{5}{2}\xi$		2ξ		3ξ
③ état initial	$n_0(\text{NH}_3) = n_0$		$n_0(\text{O}_2) = \frac{5}{4}n_0$		0		0
③ état intermédiaire	$n_0 - 2\xi$		$\frac{5}{4}(n_0 - 2\xi)$		2ξ		3ξ

① Méthode (qui consiste à prendre les mêmes coefficients que les coefficients stœchiométriques) à privilégier car elle permet de faire le moins d'efforts et donc le moins d'erreurs... Attention cependant si l'énoncé dit qu'on place $n_0(\text{NH}_3) = 1 \text{ mol}$ de NH_3 dans le milieu réactionnel à ne pas écrire $n_0 = 1 \text{ mol}$, mais $2n_0 = 1 \text{ mol}$!

② Méthode à éviter bien qu'elle soit correcte en posant ensuite $n_2 = \frac{5}{4}n_1$.

③ Méthode également à éviter bien qu'elle soit correcte.

Q.2.b) N'oubliez pas de commenter les résultats numériques quand cela est possible. Dans le cas où la réaction n'est pas totale, on obtient une température plus faible :

- Cela est cohérent avec le fait que la réaction n'étant pas totale, elle dégage davantage de chaleur.
- Cependant, la quantité de gaz formé dans ce cas est plus faible ($4.95n_0$ et non $5n_0$), et il y a donc moins de matière à réchauffer.

Comme la quantité de gaz est similaire, le premier effet l'emporte, mais cela aurait très bien pu être l'inverse dans un contre exemple bien choisi !

Q.3 Je n'ai eu que peu de réponses pour cette question beaucoup moins simple qu'il n'y paraît. La couleur de la lumière émise par un objet dépend deux facteurs :

- sa température
- sa composition

- **Température** : Commençons tout d'abord par des résultats que vous avez probablement en tête et qui auraient pu vous conduire à conclure que la couleur d'un corps dépendait uniquement de la température.



FIGURE 1 – Le terme de "température de couleur" est utilisé pour qualifier la couleur des ampoules. Plus la température est élevée (respectivement basse), plus la lumière est blanche (respectivement jaune-orangée). Cette échelle repose sur la loi de Planck (cf figure suivante) qui modélise le rayonnement émis par un "corps noir", c'est à dire un corps qui absorbe la lumière (typiquement l'intérieur d'un four à pain, la surface du soleil, le filament de tungstène des "vieilles ampoules",...).

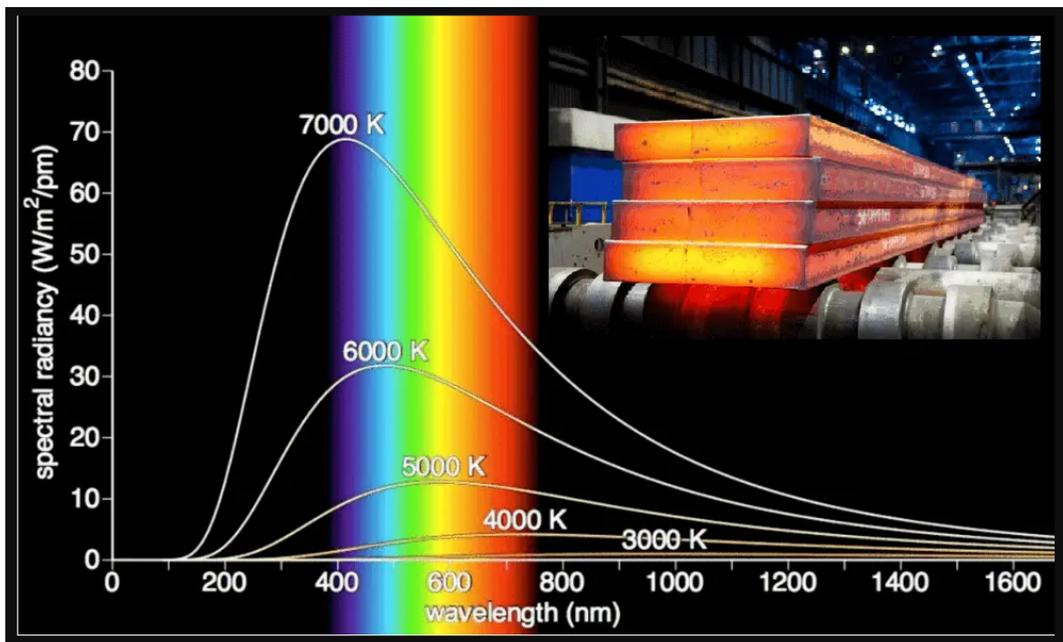


FIGURE 2 – Loi de Planck du rayonnement du corps noir. Celle-ci relie la puissance émise en fonction de la longueur d'onde. La photo montre un métal chauffé qui émet dans le rouge lorsque sa température atteint 400 K environ. Si on le chauffe encore davantage jusqu'à 6000 K, on dit qu'il est chauffé "à blanc". Il émet un rayonnement dont le spectre est sensiblement le même que celui du soleil, dont la surface est également à 6000 K (cf figure suivante).

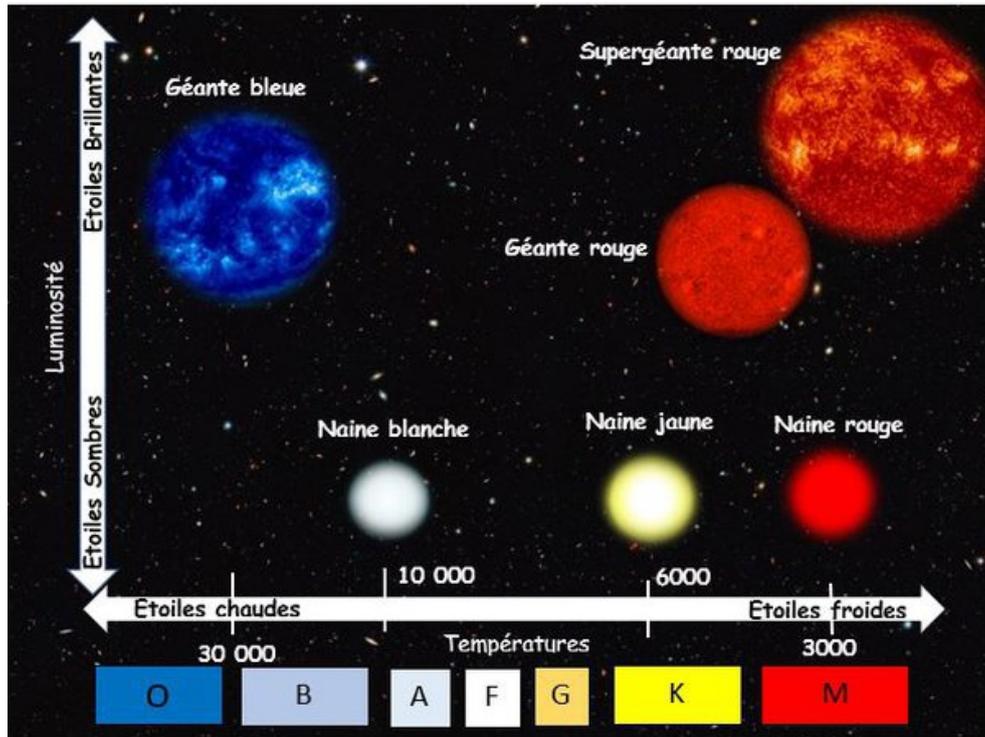


FIGURE 3 – Les différents types d'étoiles en fonction de leur température. Les étoiles constituent un bon "corps noir" et suivent bien la loi de Planck, de sorte qu'elles émettent un couleur qui est directement liée à leur température, renseignant ainsi sur leur âge. Le soleil dont l'âge est estimé à 4,7 milliards d'années est une "naine jaune", et est amené à se refroidir pour devenir une "géante rouge" quand il aura 10 milliards d'années.

• **Composition** : certains corps comme les lampes à vapeur atomique ont un comportement qui s'écarte très largement de la loi de Planck. Les lampes à vapeur de Sodium utilisées couramment en TP ou pour les anciens lampadaires émettent par exemple un rayonnement jaune à 589 nm qui est caractéristique de l'émission de rayonnement lors des transitions électroniques entre niveaux quantifiés (retour à l'état fondamental d'un électron excité).

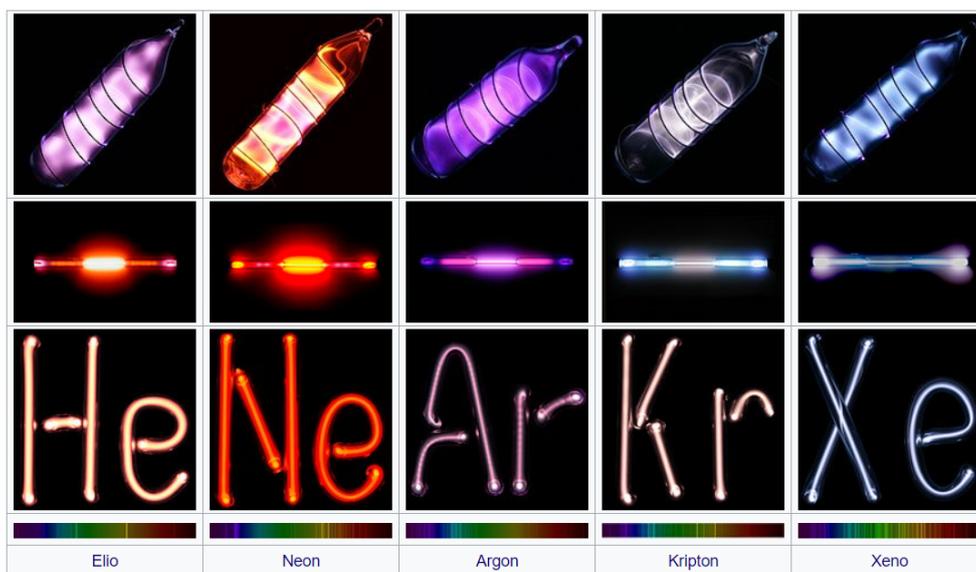


FIGURE 4 – Illustration de l'influence de la composition d'un gaz émetteur sur sa couleur d'émission.

- **Cas particulier d'une flamme de bougie** : c'est un cas complexe, dans lequel composition (paraffine) et température entrent en jeu, paramètres auxquels il faut également rajouter le taux d'oxygène et la pression ambiante !



FIGURE 5 – Flamme de bougie en paraffine : la base bleutée de la flamme peut atteindre $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les gaz chauds qui s'y forment par combustion montent tout en se refroidissant progressivement vers une partie orange moins riche en oxygène et moins chaude (environ $800\text{ }^{\circ}\text{C}$), puis vers une partie jaune de température de 1000 à $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour laquelle l'oxygène est moins rare.

Remarque : On notera que lorsqu'un objet joue le rôle de source secondaire (un cahier rouge par exemple), la lumière qu'il *diffuse* dépend également de sa composition et non de sa température. Nous reviendrons sur ces propriétés plus tard dans l'année.

2 Résolution numérique de l'équation de Poisson

Je rappelle que je vous déconseille de mettre "travail rendu" sur Capytale. Sinon vous ne pouvez plus rien modifier par la suite car je risque fort d'oublier de décocher la case.

Je n'ai pas eu de retour de toute la classe cette fois-ci encore sur les questions avec Python. Ce n'était pas long, et vous pouviez tout à fait me poser des questions si jamais vous bloquiez. Si vous faites régulièrement les petits exercices que je vous demande en python, cela ne devrait pas vous demander beaucoup de travail. En revanche, si vous laissez cela de côté, vous serez obligés de laisser tomber en fin d'année...

- Q.1.** Beaucoup n'ont pas traité (ou pas compris) la question, et se sont contentés de valider le programme... Pour les autres, vous avez parfois confondu le nombre d'itérations N_{stop} , et le nombre de points N dans la longueur de la boîte. Il fallait mettre un compteur dans les boucles imbriquées et limiter à 20 itérations en remplaçant par exemple la boucle *while* en boucle *for*, sans s'occuper du critère de convergence avec epsilon.
- Q.4.** Pour la résolution de l'équation de Poisson, il fallait traiter à part l'endroit où il y avait une/des charge(s) dans vos boucles imbriquées, car ρ dépendait de x et de y ($\rho(x, y) = 0$ partout sauf au niveau de la/des charge(s)). Ne pas mettre de dépendance en x et y revient à diluer la charge sur tout l'espace itération après itération, c'est à dire en plaçant une charge à $t = 0$, puis en la retirant dès la première boucle.

3 Lévitiation d'un aimant au dessus d'un supraconducteur (facultatif)

Problème pas évident, mais intéressant car les méthodes utilisées ici sont relativement classiques. Je conseille à la première moitié de la classe d'y jeter un œil pour réviser le DS.