

PHYSIQUE-CHIMIE : devoir maison n°1 – Analyse dimensionnelle

Les résultats doivent être mis en valeur (soulignés ou encadrés)

Les réponses doivent être rédigées et justifiées proprement.

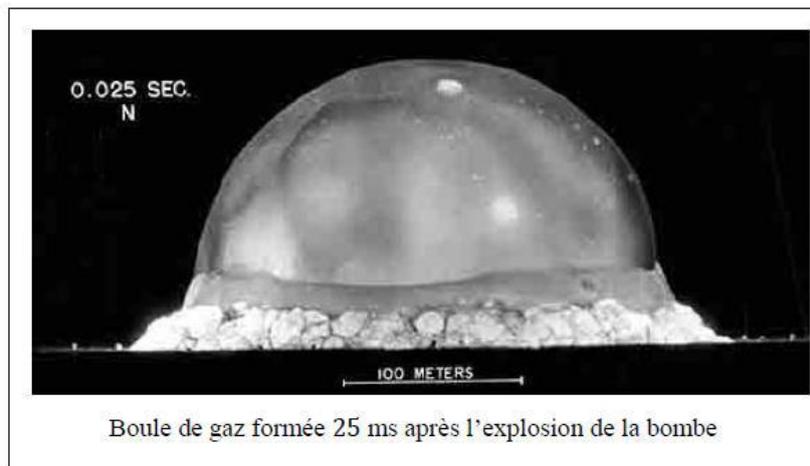
Les expressions littérales doivent être homogènes et ne contenir que les données de l'énoncé.

On respectera les notations et numérotations de l'énoncé.

Exercice n°1 : Résolution de problème à l'aide de documents : un secret nucléaire mal gardé

Trinity est le nom de code du premier essai nucléaire de l'histoire. L'explosion eut lieu le 16 juillet 1945 à Alamogordo au Nouveau Mexique, dans une zone désertique nommée Jornada del Muerto. Étant l'ultime étape du projet Manhattan, lancé par les États-Unis durant la seconde guerre mondiale, les données concernant ce projet étaient classées ultra-secrètes par la CIA.

Pourtant, le physicien anglais G. I. Taylor a pu estimer l'ordre de grandeur de l'énergie dégagée par cette explosion par une analyse dimensionnelle judicieuse sur la base d'un film. Le film permet de suivre au cours du temps le rayon $R(t)$ du « nuage » formé par l'explosion.



Cet exercice propose de reproduire le raisonnement de Taylor.

Des connaissances en mécanique des fluides et thermodynamique suggèrent que les paramètres influant sur le rayon $R(t)$ du nuage sont évidemment le temps t s'étant écoulé depuis l'explosion et l'énergie E libérée par l'explosion, mais aussi la masse volumique de l'air ρ .

Données : masse volumique de l'air $\rho = 1,3 \text{ g.L}^{-1}$

- 1) Établir la dimension d'une énergie en fonction des dimensions de bases du système international.
- 2) A l'aide d'une analyse dimensionnelle, exprimer l'énergie E de l'explosion en fonction du rayon $R(t)$ de l'explosion, de la masse volumique ρ et du temps t .
- 3) Estimer l'ordre de grandeur de l'énergie de cette bombe à partir du document.
- 4) Plusieurs années plus tard, la CIA a révélé que les mesures réalisées sur place permettaient d'estimer que l'énergie libérée par la bombe était d'environ 20 kilotonnes de TNT. Sachant que l'explosion de 1 kg de TNT libère environ $4 \cdot 10^6 \text{ J}$, calculer l'énergie libérée par l'explosion Trinity et commenter la qualité du résultat obtenu par analyse dimensionnelle.

Exercice n°2 : Analyse dimensionnelle et homogénéité de formule

L'an passé, notre dinde de Noël pesait 1,5 kg et était délicieusement cuite en son centre après 20 minutes au four à 200°C . Cette année, nous avons acheté un poulet de Bresse deux fois plus lourd.

Le temps de cuisson d'un aliment dépend de sa masse m , de sa masse volumique μ ainsi que du coefficient de diffusivité thermique D (exprimé en $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

Exprimer, à une constante près, le temps de cuisson en fonction des données introduites.

Quel devra être le temps de cuisson cette année pour parvenir au même degré de cuisson que l'an passé ?