

TD1 : Équations aux dimensions et Ordres de grandeur

Note : Les exercices 1 à 7 ont été vus et corrigés en classe, les suivants sont proposés ici comme entraînement supplémentaire.

1. Estimer le nombre de grains de sable contenus dans une plage de 10 km de longueur.
2. Estimer le nombre de nucléons contenus dans un grain de sable.
3. Estimer la charge positive totale contenue dans un grain de sable.
4. Écrire l'équation aux dimensions de la constante molaire des gaz parfaits R d'après la loi des gaz parfaits : $PV = nRT$.
5. On considère deux "grains de sable chargés positivement", c'est-à-dire des objets ponctuels de même charge positive $q \sim 0.1C$ et même masse m égale à celle d'un grain de sable (cf. question 1.), situées à une distance $d \sim 1m$.
 - 5.a. Estimer les forces électrostatique et gravitationnelle entre ces deux objets. Les comparer et commenter.
 - 5.b. Écrire l'équation aux dimensions de la constante de Coulomb k .
6. Frottements dûs à des liquides visqueux.
 - 6.a. La formule de Stokes $f = 6\pi a\eta v$ donne la force résistante qui s'exerce sur une sphère de rayon a , de vitesse v , dans un fluide visqueux de coefficient de viscosité η . Déterminer l'équation aux dimensions du coefficient de viscosité η .
 - 6.b. Pour l'eau à $20^\circ C$, $\eta = 0,010C.G.S.$; calculer η en unités SI.
 - 6.c. La vitesse limite v d'une sphère de rayon a et de masse volumique ρ' tombant dans un milieu visqueux de coefficient de viscosité η et de masse volumique ρ est donnée par la formule :
$$v = \frac{1}{9} \frac{a^2 g (\rho' - \rho)}{\eta}$$
Vérifiez l'homogénéité de cette formule.
 - 6.d. Donner l'o.d.g. de la vitesse limite d'une bille de verre de rayon $r \simeq 5mm$ tombant dans l'eau (à $20^\circ C$).
- 7.a. Estimer la masse de la Terre.
- 7.b. Estimer la masse d'eau disponible sur Terre.
8. Variante (moins abstraite) de la question 5.a. : estimer l'o.d.g. des forces électrostatique et gravitationnelle exercées par le proton sur l'électron (et réciproquement) dans un atome d'hydrogène. Les comparer et commenter.
9. Estimer la fraction chargée dans la matière ordinaire.
10. Estimer la masse du bâtiment A (BF) de l'UTC.
11. La force de portance exercée par l'air sur une aile d'avion s'écrit :

$$F_Z = \frac{1}{2} \rho S v^2 C_Z$$

où S est appelée "surface de référence" (plus faible que la surface de l'aile), ρ est la masse volumique de l'air et v est la vitesse de l'avion. Écrire l'équation aux dimensions du facteur C_Z .