

Quelques valeurs à connaître

1 Dimensions, distances et angles

1.1 Dimensions et distances

- taille d'un noyau : 10^{-15} m ;
- taille d'un atome : 10^{-10} m ;
- taille d'une molécule : 10^{-9} m ;
- hauteur caractéristique de la troposphère : 10 km ;
- profondeur des océans : en moyenne 3 km, au maximum 11 km ;
- rayon terrestre : 6400 km ;
- altitude satellite géostationnaire : $\approx 36\,000$ km (à retrouver avec la troisième loi de Kepler) ;
- distance Terre-Lune : 380 000 km (la lumière met un peu plus d'une seconde pour parcourir cette distance) ;
- distance Terre-Soleil : 150 millions de km (la lumière met entre 8 et 9 minutes pour parcourir cette distance), cette distance est aussi appelée « l'unité astronomique » ;
- l'année-lumière : $\approx 10^{16}$ m (distance parcourue par la lumière dans le vide en un an) ;
- étoile la plus proche : 4 années-lumière (Proxima du Centaure) ;
- 1 parsec : 3 années-lumière (distance à laquelle l'unité astronomique est vue sous un angle d'une seconde d'arc) ;
- taille de notre galaxie : 100 000 années-lumière (diamètre du disque).

1.2 Angles

- 1° contient 60 minutes d'arc (symbole $'$), 1 minute d'arc ($1'$) contient 60 secondes d'arc ($60''$) ;
- la Lune et le Soleil sont vus sous le même angle de 30 minutes d'arc ($1/2$ degré), ce qui explique la possibilité d'éclipse totale ;
- l'œil a une résolution d'une minute d'arc, possibilité de voir un détail de 1 mm à 3 m de distance.

2 Vitesses

- vitesse du son dans l'air : $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (à température ambiante) ;
- vitesse du son dans les liquides et solides : quelques kilomètres par seconde ;
- le son ne se propage pas dans le vide ;
- vitesse de la lumière dans le vide : $c \approx 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ (environ 8 fois le tour de la Terre en une seconde) ;
- vitesse de la lumière dans un milieu d'indice n : c/n ;
- vitesse de libération : $11 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ (depuis le sol terrestre) ;

- vitesse d'un satellite en orbite basse : $8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ (à 200 km d'altitude) ;
- vitesse de la Terre sur son orbite : $30 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ (facile à retrouver à l'aide de la distance Terre-Soleil et de la durée d'une révolution) ;
- vitesse d'une balle de fusil : $1 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$;
- 1 nœud = 1 mile marin par heure = $1,852 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$;
- vitesse de rotation d'un moteur électrique : 1500 tours/mn.

3 Puissances et énergies

3.1 Les unités

★ Une puissance (W) est une énergie (J) par unité de temps (s).

- unité d'énergie : $1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$;
- unité de puissance : le cheval-vapeur (CV) valant 737 watts.

3.2 Les ordres de grandeur

★ Pour donner du sens à une valeur d'énergie, on peut toujours se ramener à « *mgh* » (élever une masse sur telle hauteur). Pour la puissance, il suffit de se dire que cet effort doit être réalisé en 1 seconde.

Ainsi 1 joule revient à soulever une masse de 100 grammes sur 1 mètre. 1 watt revient à effectuer cette tâche en une seconde.

- puissance émission maximale d'un talkie-walkie ou d'un mobile : $\approx 1 \text{ W}$;
- puissance humaine mécanique : 100 W (effort significatif correspondant à soulever 10 kg sur 1 mètre en une seconde), 400 W (maintenue pendant 1/2 h, c'est la limite « humaine » d'un cycliste professionnel) ;
- puissance thermique dégagée par un être humain (au repos) : 50 à 100 W ;
- appareils électroménagers : de la centaine de watts au kW ;
- puissance d'une voiture : $\approx 100 \text{ CV}$;
- puissance d'une grosse éolienne : quelques MW ;
- puissance d'une centrale thermique : quelques centaines de MW ;
- puissance d'une centrale nucléaire : 1 GW ;
- parc nucléaire français installé : 60 GW (en comptant 1 kW par habitant, c'est à dire un appareil par personne branché en permanence, et 60 millions d'habitants, on obtient 60 GW, c'est à dire le parc nucléaire français qui fournit la base de la production hors pic de consommation).

3.3 Rendements

- Moteur électrique : 98 %
- Moteur thermique : 35 %

4 Grandeurs thermiques

4.1 Capacité thermique

La capacité thermique d'un corps ($J \cdot K^{-1}$) correspond à l'énergie à fournir à ce corps pour augmenter sa température d'un kelvin.

En pratique, on donne la capacité thermique massique ($J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$), grandeur intensive, qui ne dépend pas de la taille du système.

→ eau : $4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; glace : $2,1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; métaux : $\approx 400 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (attention que la valeur est donnée par kilogramme, les métaux étant plus denses que l'eau, un même volume a une plus grande masse).

4.2 Enthalpie de changement d'état

→ enthalpie massique de fusion de l'eau : $333 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
→ enthalpie massique de fusion des métaux comprise entre 4 et $16 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
→ enthalpie massique de vaporisation de l'eau : $2,2 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (sous pression atmosphérique).

4.3 Température de fusion

→ eau : 100°C à pression atmosphérique;
→ métaux : ≈ 1000 à 2000°C ; exception zinc : 420°C , aluminium 660°C .

4.4 Conductivité thermique

La conductivité thermique définie par la loi de Fourier s'exprime en $W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$.

→ bon isolant : $\lambda \approx 10^{-2} \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (air, neige, polystyrène, mousse);
→ eau, glace, verre : $\lambda \approx 1 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$;
→ métaux : $\lambda \approx 10^2 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

5 Masses

→ masse volumique de l'air : $1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (environ 1000 fois moins dense que l'eau à T et p ambiantes);
→ masse volumique de l'eau : $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
→ masse volumique de l'acier : $7,8 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
→ masse volumique de l'aluminium : $2,7 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
→ masse de la Terre : $6 \times 10^{24} \text{ kg}$;
→ masse du Soleil : $2 \times 10^{30} \text{ kg}$;
→ masse Ariane 5 : 750 tonnes.

6 Électricité

6.1 Conductivité électrique

La conductivité électrique relie le vecteur densité de courant au champ électrique (loi d'Ohm locale $\vec{j} = \sigma \vec{E}$, elle s'exprime en $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ou $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$).

→ conductivité électrique des métaux : 10^6 à $10^7 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$;

→ pour un barreau de longueur ℓ et de section S , la résistance est donnée par : $R = \frac{\ell}{\sigma S}$.

6.2 Inductance propre

La valeur d'une inductance propre L peut être approximée grossièrement par la formule de l'inductance d'un solénoïde : $L = \frac{\mu_0 N^2 S}{\ell}$ avec N le nombre de spires, ℓ la longueur et S la section.

Une bobine avec quelques enroulements aura une inductance inférieure au mH, une bobine 500 spires une inductance de 10 mH; une inductance proche de 1 H nécessite la présence d'un noyau de fer doux.

6.3 Capacité

La capacité d'un condensateur plan est donnée par $C = \frac{\varepsilon_0 S}{\ell}$ avec S la surface des plaques, ℓ la distance entre les plaques, ε_0 la permittivité du vide; elle peut être renforcée par la présence d'un matériau diélectrique de permittivité relative ε_r , dans ce cas $\varepsilon_0 \rightarrow \varepsilon_0 \varepsilon_r$.

Les capacités usuelles sont plutôt de l'ordre du μF ; des condensateurs « chimiques » polarisés peuvent avoir des capacités de l'ordre du mF.

6.4 Pile

Les piles standard ont des tensions à vide de quelques volts, des capacités (charge totale pouvant être débitée) de l'ordre de 1000 mAh et des énergies disponibles de quelques Wh.

7 Ondes et fréquences

→ ondes sonores : 20 Hz à 20 kHz, au-delà ondes ultrasonores;

Pour les ondes électromagnétiques :

→ ondes radio : FM : 100 MHz; grandes ondes 100 kHz à 1 MHz (réflexion sur l'ionosphère);
→ téléphonie mobile, Wi-Fi : $\approx 1 \text{ GHz}$; talkie-walkie : $\approx 500 \text{ MHz}$;
→ satellites : $\approx 10 \text{ GHz}$ (ionosphère transparente dans cette gamme de fréquences);
→ longueurs d'onde du spectre visible : 400 à 800 nm.