Physique

Ordres de grandeur

Constantes

- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314$ J · K^{-1} · mol^{-1}
- Constante de Boltzmann : $k_B = 1,38.10^{-23}$ J · K^{-1}
- Constante d'Avogadro : $\mathscr{N}_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1}
- Constante universelle de gravitation : $G = 6,67.10^{-11}$ m^3 · kg^{-1} · s^{-2}
- Perméabilité absolue du vide : $\mu_0 = 1,26.10^{-6}$ H · m^{-1}
- Permittivité absolue du vide : $\varepsilon_0 = 8,85.10^{-12}$ F · m^{-1}
- Constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34}$ J · s
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8$ m · s^{-1}

Optique

L'œil

- Limite de résolution angulaire : $\approx 1'$ d'arc $\approx 3.10^{-4}$ rad
- Plage d'accommodation d'un œil emmétrope $[25$ cm $,+\infty[$

Radiations

- Visible : $[400$ nm$; 800$ nm$]$
- Raie verte intense du mercure : 546 nm
- Doublet jaune (orange) du sodium : 589 nm et 589,6 nm
- LASER rouge He-Ne : 632,8 nm

Temps de cohérences de sources

- LASER : $\tau_c \sim 10^{-8}$ s ;
- lampe spectrale basse pression : $\tau_c \sim 10^{-11}$ s
- lampe à filament (source de lumière blanche) : $\tau_c \sim 10^{-15}$ s
- Lien avec la largeur spectrale en fréquence et en longueur d'onde : $\tau_c \sim \dfrac{1}{\Delta\nu} \sim \dfrac{\lambda_m^2}{c\Delta\lambda}$

Temps de réponse des détecteurs usuels

- œil : $\tau_R \sim 0,1$ s
- capteur CCD (Charge Coupled Device) : $\tau_R \sim 1$ ms
- photodiode : $\tau_R \sim 1$ µs

Électricité

- **Intensité**

circuits électriques habituels téléphones portables, ordinateurs	≈ mA	TGV, usines, lignes hautes tension	500 à 1000 A
courants domestiques prises électriques	qq A	éclairs d'orages	10^4 A (durée très brève)

- **Tension**

Coups de foudre (moyens à forts)	100 à 600 MV	Tension dans les prises à domicile	220 V
Ligne de transport d'énergie électrique	20 à 400 kV	Batterie d'accumulateurs Pile électrochimique	12 V 1 à 9 V

- **Puissance** :

Lampe	radiateur/bouilloire/grille-pain	Réacteur nucléaire
50 W	1 kW	1 GW

- **Résistance**

résistance voltmètre ou oscilloscope	qq MΩ	résistance ampèremètre	qq Ω
résistance électronique	1 à 10 MΩ	résistance fer à repasser	environ 40 Ω

- **Capacité de condensateur** :

électronique	10^{-12} F à 10^{-6} F	électrotechnique	10^{-6} F à 1 F

- **Inductance de bobine** :

1 m de câble TV	10^{-7} H	Haut-parleur	10^{-3} H	T.P.	de 1 µH à 100 mH

Mécanique

Valeurs numériques

- Masses :

Masse de l'électron	$m_e = 9,1.10^{-31}$ kg $\sim 10^{-30}$ kg
Masse d'un nucléon	$m_n = 1,67.10^{-27}$ kg $\sim 10^{-27}$ kg
Masse de la Terre	$M_T = 6.10^{24}$ kg
Masse du Soleil	$M_S = 2.10^{30}$ kg

- Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19}$ C
- Distances caractéristiques :

Rayon de la Terre	$R_T = 6,7.10^3$ km
Distance Terre-Soleil	$D_{TS} = 150$ millionsdekm
Rayon de la Lune	$M_L = 3,8.10^3$ km

Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétique, uniformes et stationnaires

- Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique et magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.
  poids d'un électron : $m_e g \approx 10^{-30} \times 10$ N ; poids d'un proton : $m_e g \approx 10^{-27} \times 10$ N
  Force électrique : $eE \approx 10^{-19} \times 100$ N
  Force magnétique : $evB \approx 10^{-19} \times 10^6 \times 1$ N

Mouvement dans un champ de force centrale conservatif

Vitesses cosmiques sur Terre :

- 1ère vitesse cosmique : $v_{c1} \approx 7,9$ km · s^{-1}
- 2ème vitesse cosmique = vitesse de libération : $v_\ell \approx 11,2$ km · s^{-1}

Mécanique des fluides

- Viscosités dynamiques :
  - air : $\eta \sim 2.10^{-5}$ Pa · s
  - eau : $\eta \sim 10^{-3}$ Pa · s
  - huile : $\eta \sim 10^{-1}$ Pa · s
- $\dfrac{\text{terme convectif}}{\text{terme diffusif}} \sim \dfrac{\|\rho(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}})\vec{v}\|}{\|\eta \Delta \vec{v}\|} \sim \text{Re}$
- Nombre de Reynolds : $\text{Re} \sim \dfrac{\rho L V}{\eta}$
- Choix du modèle de trainée sur un objet en mouvement dans un fluide :
  - $\text{Re} < 1$: force linéaire modèle de Stokes $-6\pi\eta R\vec{v}$
  - $\text{Re} > 10^3$: force quadratique $-\dfrac{1}{2}\rho_{\text{fluide}} C_x S v \vec{v}$

Électromagnétisme – Induction

Champ électrique

Dispositif	Valeur du champ
Tube fluorescent	$10\ \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$
Atmosphère par temps clair	$10^2\ \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$
Atmosphère par temps orageux	$10^4\ \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$
Champ disruptif de l'air (foudre)	$3.10^6\ \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$
Vu par l'électron dans un atome	$10^{12}\ \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$

- Polarisabilité d'un atome : $\alpha \sim$ Volume de l'atome

Champ magnétique

- Champs magnétiques

Dispositif	Valeur du champ
Champ magnétique terrestre	5.10^{-5} T
Aimant permanent usuel	0,1 T à 1 T
Bobines pour IRM	3 T

- Moment magnétique d'un aimant usuel

Dispositif	Valeur du moment magnétique
Champ magnétique terrestre	$7,9.10^{22}\ \text{A} \cdot \text{m}^2$
Aimant permanent usuel	$10\ \text{A} \cdot \text{m}^2$

- Magnéton de Bohr : $\mu_B \sim \dfrac{e\hbar}{m_e} \sim 10^{-23}\ \text{A} \cdot \text{m}^2$
- Moment magnétique volumique d'un aimant permanent : $\mathcal{M}_{\text{vol}} \sim n^* \mu_B \sim \dfrac{\rho \mathcal{N}_\mathcal{A}}{M} \times \mu_B$

Thermodynamique

Constantes

- Masse molaire de l'air (80% N_2 ; 20% O_2) : $M = 28,8\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \sim 29\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_{\text{eau,l}} = 4,18\ \text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Descriptions microscopique et macroscopique d'un système à l'équilibre

- Libres parcours moyens : $\ell pm_{\text{gaz}} \approx 0,1\ \mu\text{m}$ à $1\ \mu\text{m} \gg \ell pm_{\text{liquide}} \approx 10^{-10}$ m (taille d'un atome)
- Calculer l'ODG d'une vitesse quadratique moyenne dans un GPM :
  Énergie cinétique d'agitation moyenne par atome $< e_c >= \dfrac{1}{2} m (v^*)^2 = \dfrac{3}{2} k_B T$
- Volumes molaires $V_{\text{m,gaz}} \approx 10^{-2}\ \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \gg V_{\text{m,liquide}} \approx 10^{-5}\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} > V_{\text{m,solide}} \approx 10^{-6}\ \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masses volumiques $\rho_{\text{gaz}} \approx 1\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \ll \rho_{\text{liquide}} \approx 1000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} < \rho_{\text{solide}} \approx 8000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Machines thermiques

- Rendements d'un moteur ditherme : $r_{\text{moteur}} \approx 30\ \%$ à $45\ \%$
- Efficacité d'une pompe à chaleur ditherme : $e_{\text{Pompe à chaleur}} \approx 3$ à 5
- Efficacité d'un réfrigérateur ditherme : $e_{\text{réfrigérateur}} \approx 2$

Statique des fluides

- Champ de pression dans l'océan :
  - la pression augmente de 1 bar tous les 10 mètres ;
  - la pression au fond des fosses océaniques (environ 10 km de profondeur) ≈ 1000 bar.
- Champ de pression dans l'atmosphère :
  - $P(z = 0) = 1$ bar
  - $P(z_{\text{Mont Blanc}} = 4810\ \text{m}) \approx 0,5$ bar (variation exponentielle décroissante)

Diffusion de particules

- Coefficient de diffusion dans un gaz : $D \sim 10^{-6}$ à 10^{-4} m^2 · s^{-1}
- Lien entre durée τ et distance caractéristiques L de diffusion : $L^2 \sim D\tau$

Diffusion thermique

- Conductivité thermique :

air (isolant)	eau	béton	acier (conducteur)
$0,01$ W · m^{-1} · K^{-1}	$0,6$ W · m^{-1} · K^{-1}	1 W · m^{-1} · K^{-1}	20 W · m^{-1} · K^{-1}

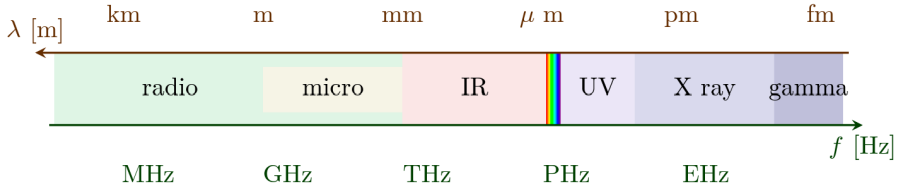
Propagation des ondes

Ondes acoustiques

- Fréquences dans le domaine acoustique
  - Domaine audible : $f \in [20\text{ Hz}; 20\text{ kHz}]$
  - La3 (La du diapason) : $f = 440$ Hz
  - Infrasons : $f < 20$ Hz ; Ultrasons : $f > 20$ kHz
- Célérité dans l'air : $c \sim 340$ m · s^{-1}

Ondes électromagnétiques

- Fréquences dans le domaine électromagnétique



(a) J.Barthes

- Flux surfaciques :

Soleil au niveau de la Terre	LASER	Téléphone portable
1 kW · m^{-2}	1 kW · m^{-2}	$0,5$ W · m^{-2}

Effet de peau

- Conductivité électrique du cuivre : $\gamma \sim 6.10^7$ S · m^{-1}
- Épaisseur de peau : $\delta \sim \sqrt{\dfrac{2}{\mu_0 \omega \gamma}}$
- Épaisseurs de peau dans le cuivre : $\delta(50\text{ Hz}) = 1$ cm ; $\delta(1\text{ MHz}) = 50$ µm

Mécanique quantique

- Longueur d'onde de De Broglie : $\lambda_{\text{dB}} = \dfrac{h}{p}$
- Pour une particule non relativiste $p = mv$: $\lambda_{\text{dB}} = \dfrac{h}{mv}$
  - Si $\lambda_{\text{dB}} \ll$ tailles caractéristiques : mécanique classique
  - Si $\lambda_{\text{dB}} \sim$ tailles caractéristiques : mécanique quantique indispensable