

Synthèse des formules — Physique (Concours MED/DENT)

Synthèse des formules — Physique (Concours MED/DENT)

Toutes les équations nécessaires pour répondre aux questions du fascicule UCL, classées par partie.
Poids indicatif à l'examen : Cinématique 21,5 % · Statique/Dynamique/Énergie 21,5 % · Ondes 19 % · Optique 16,5 % · Électrocinétique 11,4 % · Électrostatique 7,6 % · Magnétisme 2,5 %.

Constantes utiles : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (souvent 10) · $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ · $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ · $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ · $G = 6,67 \times 10^{-11}$

I. CINÉMATIQUE

Définitions (vecteurs)

$$\vec{v}_{\text{moy}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \vec{a}_{\text{moy}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

Les 3 mouvements de base

Mouvement	accélération	vitesse	position / déplacement
MRU	$a = 0$	$v = v_0$	$\Delta x = v_0 t$
MRUA	$a = \text{cte}$	$v = v_0 + a t$	$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ et $\mathbf{v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)}$
MCU	$ac = v^2/r = \omega^2 r$ (centripète)	$v = \omega r$	—

Projectile (origine au lancement, angle θ , vitesse v_0) :

$$v_x = v_0 \cos \theta \quad ; \quad v_y = v_0 \sin \theta - gt$$
$$x = v_0 \cos \theta \cdot t \quad ; \quad y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

Mouvement circulaire : pulsation $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$; période $T = 2\pi/\omega$; $ac = v^2/r = \omega^2 r$

Lecture de graphiques (réflexe clé) - $x(t)$: la **pente** = vitesse instantanée - $v(t)$: la **pente** = accélération ; l'**aire sous la courbe** = déplacement Δx - $a(t)$: l'**aire sous la courbe** = variation de vitesse Δv

Astuce — *Méthode* : identifier d'abord le type de mouvement (a nulle/constante ?). Pour "rattrapage/croisement", poser $x_1(t) = x_2(t)$. Pour la distance à la n-ième seconde : $d = x(n) - x(n-1)$.

II. STATIQUE / DYNAMIQUE

Centre de masse : $x_G = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$, $y_G = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$

Les 3 lois de Newton 1. **Inertie** : sans force résultante → repos ou MRU. 2. **Fondamentale** : $\vec{F}_{res} = m\vec{a}$ 3. **Action-réaction** : $\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$ (même norme, sens opposé)

Forces et leurs normes (en N)

Force	Formule
Poids	$P = m g$
Ressort (rappel)	$F = k \cdot x$
Force électrique	$F = q E$
Force magnétique	$F = q v B$
Frottement statique (max)	$F_{fs,max} = \mu_s N$
Frottement dynamique	$F_{fc} = \mu_c N$
Normale N	⊥ à la surface d'appui
Tension T	le long de la corde, vers le centre

Gravitation universelle

$$F = G \frac{Mm}{d^2} \Rightarrow g_{surface} = \frac{GM}{R^2}$$

Équilibre (statique) : $\sum \vec{F} = 0$ et $\sum M = 0$ avec moment $M = F \cdot d$ (bras de levier). Levier : $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$.

Ascenseur / masse apparente : $N = m(g \pm a)$ (+ si accélère vers le haut, – vers le bas).

Graphique F(t) : aire sous la courbe = variation de quantité de mouvement $\Delta p = m \cdot \Delta v$ (impulsion).

Astuce — *Méthode* : faire le bilan des forces (schéma), projeter sur les axes, appliquer $F = ma$. Pour la gravité comparée entre planètes, utiliser $g = GM/R^2$ et faire le rapport.

III. TRAVAIL, ÉNERGIE, PUISSANCE

Travail d'une force (déplacement d, angle θ entre F et d) :

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F d \cos \theta$$

Énergies (en J)

Type	Formule
Cinétique	$E_c = \frac{1}{2} m v^2$
Potentielle gravifique	$E_{pp} = m g h$
Potentielle élastique	$E_{pé} = \frac{1}{2} k x^2$
Mécanique	$E_m = E_c + E_p$

Conservation de l'énergie mécanique (sans frottement) : $E_m = \text{constante} \rightarrow \frac{1}{2} m v_0^2 + m g h_0 = \frac{1}{2} m v^2 + m g h$

Théorème de l'énergie cinétique : $\Delta E_c = W_{total}$ (somme des travaux de toutes les forces)

Puissance (en W) : $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = F \cdot v$

Graphique F(x) : aire sous la courbe = travail W.

Astuce — *Méthode* : pour une chute/glissade sans frottement, comparer les états initial et final (conservation). Avec frottement : $\Delta E_m = W_{\text{frottement}} (< 0)$. Réflexe unités : 1 kWh = $3,6 \times 10^6$ J.

IV. ÉLECTROSTATIQUE

Loi de Coulomb ($k = 9 \times 10^9$) : $F = k \frac{qQ}{d^2}$ — même signe → répulsion, signes opposés → attraction.

Champ électrique (N/C ou V/m) d'une charge ponctuelle Q :

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{Q}{d^2}$$

Champ **sortant** d'une charge +, **rentrant** vers une charge −.

Potentiel électrique (V, scalaire, signé) : $V = k \frac{Q}{d}$

Énergie potentielle / travail : $W = q \cdot U = q \cdot (V_A - V_B)$

Astuce — *Méthode* : dépendance en $1/d^2$ pour F et E, en $1/d$ pour V. Pour "champ nul entre deux charges", égaliser les normes $E_1 = E_2$ et résoudre. Toujours sommer **vectoriellement** les champs (attention aux directions).

V. ÉLECTRODYNAMIQUE

Courant : $I = \frac{dQ}{dt}$ (A)

Résistance d'un fil (loi de Pouillet) : $R = \rho \frac{L}{S}$ (ρ = résistivité)

Loi d'Ohm : $U = R I$

Associations de résistances — tableau complet

Grandeur	Série	Parallèle (dérivation)
Courant I	identique partout : $I = I_1 = I_2$	se divise : $I = I_1 + I_2$
Tension U (ddp)	s'additionne : $U = U_1 + U_2$	identique : $U = U_1 = U_2$
Résistance R_{eq}	$R_{eq} = R_1 + R_2$ (augmente)	$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2$ (diminue)
Puissance P	s'additionne : $P = P_1 + P_2$	s'additionne : $P = P_1 + P_2$

La puissance s'additionne TOUJOURS (série comme parallèle) : la puissance totale fournie par la source = somme des puissances dissipées dans chaque résistance.

$$P_{tot} = P_1 + P_2 = U I \quad (U \text{ et } I \text{ aux bornes de la source})$$

Différence de potentiel (tension) - En série : la ddp de la source **se répartit** entre les composants → $U = U_1 + U_2$ (chaque résistance « prend sa part », proportionnelle à sa valeur : $U_1 = R_1 \cdot I$). C'est le

diviseur de tension. - En parallèle : chaque branche est soumise à la **même** ddp (celle aux bornes de la source) → $U = U_1 = U_2$.

Puissance dissipée dans une résistance (3 formes équivalentes) :

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

- **En série**, utilise plutôt $P = R \cdot I^2$ (I commun) → la **plus grande** résistance dissipe le plus. - **En parallèle**, utilise plutôt $P = U^2/R$ (U commun) → la **plus petite** résistance dissipe le plus.

Diviseurs (raccourcis utiles) - Diviseur de tension (série) : $U_1 = U \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ - Diviseur de courant

(parallèle) : $I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ (le courant passe majoritairement par la plus petite R)

Astuce — *Méthode* : simplifie le circuit par blocs série/parallèle jusqu'à une R_{eq} , puis $U = R_{eq} \cdot I$.
Réflexes : « on double la tension » sur un chauffage → $P = U^2/R$ → puissance **x4**. Deux R identiques en parallèle → $R_{eq} = R/2$. En série, plus tu ajoutes de résistances, plus R_{eq} **monte** et I **baisse** ; en parallèle, plus tu en ajoutes, plus R_{eq} **baisse** et le courant total **monte**.

VI. MAGNÉTISME

Champ créé par un courant rectiligne ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$), à distance d :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

Direction : **règle de la main droite** (pouce = courant, doigts = B).

Force magnétique (Lorentz)

$$F = IlB \quad (\text{sur un fil}) \quad F = qvB \quad (\text{sur une charge})$$

(avec $\sin \theta$ si v ou I n'est pas $\perp$ à B : $F = qvB \sin \theta$)

Direction : **règle FBI (main gauche)** — **F** pouce (force), **B** index (champ), **I** majeur (courant/vitesse).

Bobine à N spires (galvanomètre)

Chaque spire subit la force magnétique → avec **N spires**, tous les effets sont **multipliés par N**. - Force sur une bobine de N spires (longueur l) : $F = NBIl$ - **Moment du couple (torque)** sur une bobine de N spires, d'aire A, parcourue par I dans un champ B :

$$M = NBI A (\sin \theta)$$

- **Principe du galvanomètre** : ce moment fait tourner le cadre → la déviation de l'aiguille est **proportionnelle au courant** : $M \propto NI \rightarrow$ on mesure I. Plus il y a de spires (N grand), plus l'appareil est

sensible. - Champ créé au centre d'une bobine plate de N spires (rayon R) : $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$; dans un

solénoïde (longueur L) : $B = \frac{\mu_0 NI}{L}$

Effets clés à retenir - La force magnétique est **toujours $\perp$ à v et à B** → elle **ne modifie pas la norme** de la vitesse, seulement sa direction → trajectoire **circulaire** (rayon $r = mv/qB$). - Charge **immobile** ou v **parallèle** à B → force nulle. - Une charge neutre (neutron) n'est **pas** déviée.

Induction (Faraday-Lenz) : une variation de flux magnétique Φ à travers une boucle crée un courant induit qui **s'oppose** à la variation (flux $\uparrow \rightarrow$ B induit opposé ; flux $\downarrow \rightarrow$ B induit dans le même sens). Tension induite $\propto$ vitesse de variation du flux.

VII. ONDES

Mouvement périodique / harmonique : $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$ - A = amplitude · $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$ = pulsation · φ = phase initiale · $f = 1/T$ (Hz)

Pendule simple (longueur l) : $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Ressort (raideur k , masse m) : $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Onde qui se propage : $x(y,t) = A \sin(\omega t - ky + \varphi)$, avec nombre d'onde $k = 2\pi/\lambda$.

Relation fondamentale des ondes :

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$$

Interférences : différence de marche multiple de $\lambda \rightarrow$ **constructive** ; multiple impair de $\lambda/2 \rightarrow$ **destructive**.

Points importants - Changement de milieu : la **fréquence f reste constante**, la longueur d'onde λ change. - Dans le vide, toutes les ondes électromagnétiques ont la même vitesse c . - Harmonique : vitesse, position et accélération ont des **phases différentes** (a en opposition de phase avec x).

Astuce — *Méthode* : pour f ou λ d'une onde EM, utiliser $c = \lambda f$. Bien convertir (MHz = 10^6 Hz, km, etc.).

VIII. OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

Indice de réfraction : $n = \frac{c}{v}$ ($n \geq 1$; v = vitesse dans le milieu). Au changement de milieu : **λ change, f reste identique.**

Réflexion : angle réfléchi = angle incident ($i = r$).

Réfraction (loi de Snell-Descartes) :

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

- Vers un milieu **plus** réfringent $\rightarrow$ le rayon se rapproche de la normale.
- Vers un milieu **moins** réfringent $\rightarrow$ il s'écarte de la normale.

Réflexion totale (uniquement milieu plus $\rightarrow$ moins réfringent), angle limite θ_C :

$$n_1 \sin \theta_C = n_2$$

Lentilles minces — relation de conjugaison (u = objet-lentille, v = lentille-image, f = focale) :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

- Vergence $C = 1/f$ (dioptries, m^{-1}) : **+** convergente, **-** divergente.
- Signe de v : **+** image réelle, **-** image virtuelle.

Grandissement : $\gamma = \frac{\text{taille image}}{\text{taille objet}} = \frac{v}{u}$ (en valeur absolue : $|v|/u$).

Miroir plan : image toujours **virtuelle, droite, symétrique, même taille**.

Astuce — *Méthode* : attention aux conventions de signe. Pour un objet à distance u d'une lentille de focale f , isoler $1/v = 1/f - 1/u$. Grandissement = rapport image/objet = rapport des distances.

IX. THERMODYNAMIQUE (hors examen MED/DENT 2022 — à vérifier chaque année)

Chaleur sensible : $Q = m c \Delta T$ (c = chaleur massique, $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)

Équilibre thermique / calorimétrie : $Q_{\text{cédée}} + Q_{\text{reçue}} = 0 \rightarrow m_1 c_1 (T_f - T_1) + m_2 c_2 (T_f - T_2) = 0$

Modes de transfert : conduction (contact), convection (fluide en mouvement), rayonnement.

X. HYDROSTATIQUE (hors examen MED/DENT 2022 — à vérifier chaque année)

Pression : $p = \frac{F}{S}$ (Pa = N/m^2)

Pression dans un fluide (profondeur h) :

$$p = p_{atm} + \rho g h$$

Poussée d'Archimède : $F_A = \rho_{\text{fluide}} V_{\text{imm}} g \rightarrow$ dépend uniquement du **fluide, du volume immergé et de g** (pas de la forme ni de la masse du corps).

Flottaison (équilibre) : $F_A = P \rightarrow \rho_{\text{fluide}} \cdot V_{\text{immergé}} = \rho_{\text{corps}} \cdot V_{\text{total}} \rightarrow$ fraction immergée = $\rho_{\text{corps}} / \rho_{\text{fluide}}$.

Vases communicants / tube en U : $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$.

Astuce — *Méthode* : un corps flotte si $\rho_{\text{corps}} < \rho_{\text{fluide}}$. Pour la tension d'un fil retenant un objet immergé : $T = P - F_A = (\rho_{\text{objet}} - \rho_{\text{fluide}}) \cdot V \cdot g$.

Réflexes transversaux pour "être premier"

1. **Toujours convertir en unités SI** avant de calculer (km/h $\rightarrow$ m/s : $\div 3,6$; cm, mm, kW·h...).
2. **Analyse dimensionnelle** : si une réponse a la mauvaise unité, éliminer.
3. **Raisonnement par proportionnalité** ($\times 2$, $\div 4$...) souvent plus rapide qu'un calcul complet : repérer la puissance ($F \propto 1/d^2$, $P \propto U^2$, $E_c \propto v^2$...).
4. **Ordres de grandeur** pour éliminer les distracteurs absurdes.
5. **Vecteurs vs scalaires** : champ E et forces se somment vectoriellement ; potentiel V et énergie se somment algébriquement.