

# Recueil de données de physique

Première évaluation en 2016



## **Programme du diplôme Recueil de données de physique**

Version française de l'ouvrage publié originalement en anglais  
en février 2014 sous le titre *Physics data booklet*

Publié en février 2014

Mis à jour en novembre 2016

Publié pour le compte de l'Organisation du Baccalauréat International, fondation  
éducative à but non lucratif sise 15 Route des Morillons, CH-1218 Le Grand-Saconnex,  
Genève, Suisse, par

International Baccalaureate Organization (UK) Ltd  
Peterson House, Malthouse Avenue, Cardiff Gate  
Cardiff, Pays de Galles CF23 8GL  
Royaume-Uni  
Site Web : [www.ibo.org](http://www.ibo.org)

© Organisation du Baccalauréat International 2014

L'Organisation du Baccalauréat International (couramment appelée l'IB) propose quatre programmes d'éducation stimulants et de grande qualité à une communauté mondiale d'établissements scolaires, dans le but de bâtir un monde meilleur et plus paisible. Cette publication fait partie du matériel publié pour appuyer la mise en œuvre de ces programmes.

L'IB peut être amené à utiliser des sources variées dans ses travaux, mais vérifie toujours l'exactitude et l'authenticité des informations employées, en particulier dans le cas de sources participatives telles que Wikipédia. L'IB respecte les principes de la propriété intellectuelle et s'efforce toujours d'identifier les détenteurs des droits relatifs à tout matériel protégé par le droit d'auteur et d'obtenir d'eux, avant publication, l'autorisation de réutiliser ce matériel. L'IB tient à remercier les détenteurs de droits d'auteur qui ont autorisé la réutilisation du matériel apparaissant dans cette publication et s'engage à rectifier dans les meilleurs délais toute erreur ou omission.

Le générique masculin est utilisé ici sans aucune discrimination et uniquement pour alléger le texte.

Dans le respect de l'esprit international cher à l'IB, le français utilisé dans le présent document se veut mondial et compréhensible par tous, et non propre à une région particulière du monde.

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche documentaire, ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, sans autorisation écrite préalable de l'IB ou sans que cela ne soit expressément autorisé par la loi ou par la politique et le règlement de l'IB en matière d'utilisation de sa propriété intellectuelle. Veuillez consulter à cet effet la page <http://www.ibo.org/fr/copyright>.

Vous pouvez vous procurer les articles et les publications de l'IB par l'intermédiaire du magasin en ligne de l'IB sur le site <http://store.ibo.org>.

Courriel : [sales@ibo.org](mailto:sales@ibo.org)

---

## Table des matières

Équations mathématiques . . . . .	1
Constantes fondamentales . . . . .	2
Multiplicateurs métriques (SI) . . . . .	3
Conversions d'unités . . . . .	3
Symboles des circuits électriques . . . . .	4
Équations – Tronc commun . . . . .	5
Équations – MCNS . . . . .	9
Équations – Options . . . . .	12



---

## Équations mathématiques

Aire d'un cercle	$A = \pi r^2$ , avec $r$ le rayon
Circonférence d'un cercle	$C = 2\pi r$ , avec $r$ le rayon
Aire d'une sphère	$A = 4\pi r^2$ , avec $r$ le rayon
Volume d'une sphère	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$ , avec $r$ le rayon

## Constantes fondamentales

Grandeur	Symbole	Valeur approximative
Accélération de la chute libre (surface de la Terre)	$g$	$9,81\text{ms}^{-2}$
Constante de gravitation	$G$	$6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$
Constante d'Avogadro	$N_A$	$6,02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$
Constante des gaz parfaits	$R$	$8,31 \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$
Constante de Boltzmann	$k_B$	$1,38 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma$	$5,67 \times 10^{-8} \text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$
Constante de Coulomb	$k$	$8,99 \times 10^9 \text{Nm}^2 \text{C}^{-2}$
Permittivité de l'espace libre	$\varepsilon_0$	$8,85 \times 10^{-12} \text{C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}$
Perméabilité de l'espace libre	$\mu_0$	$4\pi \times 10^{-7} \text{T mA}^{-1}$
Vitesse de la lumière dans le vide	$c$	$3,00 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$
Constante de Planck	$h$	$6,63 \times 10^{-34} \text{Js}$
Charge élémentaire	$e$	$1,60 \times 10^{-19} \text{C}$
Masse au repos de l'électron	$m_e$	$9,110 \times 10^{-31} \text{kg} = 0,000549\text{u} = 0,511\text{MeV c}^{-2}$
Masse au repos du proton	$m_p$	$1,673 \times 10^{-27} \text{kg} = 1,007276\text{u} = 938\text{MeV c}^{-2}$
Masse au repos du neutron	$m_n$	$1,675 \times 10^{-27} \text{kg} = 1,008665\text{u} = 940\text{MeV c}^{-2}$
Unité de masse atomique unifiée	$u$	$1,661 \times 10^{-27} \text{kg} = 931,5\text{MeV c}^{-2}$
Constante solaire	$S$	$1,36 \times 10^3 \text{W m}^{-2}$
Rayon de Fermi	$R_0$	$1,20 \times 10^{-15} \text{m}$

## Multiplicateurs métriques (SI)

Préfixe	Abréviation	Valeur
péta	P	$10^{15}$
téra	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
méga	M	$10^6$
kilo	k	$10^3$
hecto	h	$10^2$
déca	da	$10^1$
déci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
milli	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$
femto	f	$10^{-15}$

## Conversions d'unités

$$1 \text{ radian (rad)} \equiv \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$\text{Température (K)} = \text{température (}^\circ\text{C)} + 273$$

$$1 \text{ année-lumière (al)} = 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$$


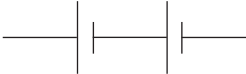



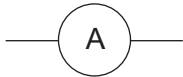

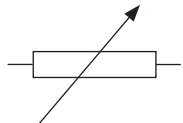

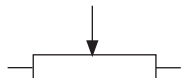
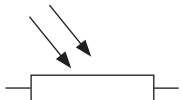
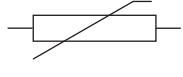
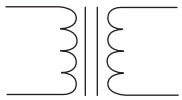

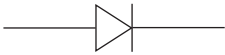

$$1 \text{ parsec (pc)} = 3,26 \text{ al}$$

$$1 \text{ unité astronomique (UA)} = 1,50 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$1 \text{ kilowattheure (kWh)} = 3,60 \times 10^6 \text{ J}$$

$$hc = 1,99 \times 10^{-25} \text{ Jm} = 1,24 \times 10^{-6} \text{ eVm}$$

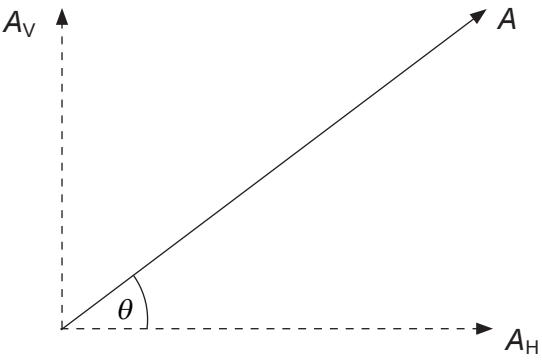
# Symboles des circuits électriques

pile		batterie	
source de tension alternative		commutateur	
voltmètre		ampèremètre	
résistance		résistance variable	
lampe		potentiomètre	
résistance variable avec la lumière (LDR)		thermistor	
transformateur		élément chauffant	
diode		condensateur	



## Équations – Tronc commun

**Remarque** : toutes les équations portent seulement sur la valeur des grandeurs. Aucune notation vectorielle n'a été utilisée.

Sujet 1.2 Incertitudes et erreurs	Sujet 1.3 Vecteurs et scalaires
<p>Si : <math>y = a \pm b</math> alors : <math>\Delta y = \Delta a + \Delta b</math></p> <p>Si : <math>y = \frac{ab}{c}</math> alors : <math>\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}</math></p> <p>Si : <math>y = a^n</math> alors : <math>\frac{\Delta y}{y} = \left  n \frac{\Delta a}{a} \right </math></p>	 <p><math>A_H = A \cos \theta</math></p> <p><math>A_V = A \sin \theta</math></p>

Sujet 2.1 Mouvement	Sujet 2.2 Forces
<p><math>v = u + at</math></p> <p><math>s = ut + \frac{1}{2}at^2</math></p> <p><math>v^2 = u^2 + 2as</math></p> <p><math>s = \frac{(v + u)t}{2}</math></p>	<p><math>F = ma</math></p> <p><math>F_f \leq \mu_s R</math></p> <p><math>F_f = \mu_d R</math></p>
Sujet 2.3 Travail, énergie et puissance	Sujet 2.4 Quantité de mouvement et impulsion
<p><math>W = F s \cos \theta</math></p> <p><math>E_c = \frac{1}{2}mv^2</math></p> <p><math>E_p = \frac{1}{2}k\Delta x^2</math></p> <p><math>\Delta E_p = mg\Delta h</math></p> <p>puissance = <math>Fv</math></p> <p>rendement = <math>\frac{\text{travail utile à la sortie}}{\text{travail total à l'entrée}}</math>  <math>= \frac{\text{puissance utile à la sortie}}{\text{puissance totale à l'entrée}}</math></p>	<p><math>p = mv</math></p> <p><math>F = \frac{\Delta p}{\Delta t}</math></p> <p><math>E_c = \frac{p^2}{2m}</math></p> <p>impulsion = <math>F\Delta t = \Delta p</math></p>

Sujet 3.1 Concepts de thermique	Sujet 3.2 Modélisation d'un gaz
$Q = mc\Delta T$ $Q = mL$	$p = \frac{F}{A}$ $n = \frac{N}{N_A}$ $pV = nRT$ $\bar{E}_c = \frac{3}{2}k_B T = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$

Sujet 4.1 Oscillations	Sujet 4.4 Comportement des ondes
$T = \frac{1}{f}$	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$
Sujet 4.2 Ondes progressives	$s = \frac{\lambda D}{d}$ Interférence constructive : différence de chemin = $n\lambda$ Interférence destructive : différence de chemin = $\left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$
$c = f\lambda$	
Sujet 4.3 Caractéristiques des ondes	
$I \propto A^2$ $I \propto x^{-2}$ $I = I_0 \cos^2 \theta$	

Sujet 5.1 Champs électriques	Sujet 5.2 Effet thermique des courants électriques
$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ $V = \frac{W}{q}$ $E = \frac{F}{q}$ $I = nAvq$	Lois de Kirchhoff sur les circuits : $\Sigma V = 0 \text{ (boucle)}$ $\Sigma I = 0 \text{ (jonction)}$ $R = \frac{V}{I}$ $P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$ $R_{\text{totale}} = R_1 + R_2 + \dots$ $\frac{1}{R_{\text{totale}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ $\rho = \frac{RA}{L}$
Sujet 5.3 Piles électriques	Sujet 5.4 Effets magnétiques des courants électriques
$\varepsilon = I(R + r)$	$F = qvB \sin \theta$ $F = BIL \sin \theta$
Sujet 6.1 Mouvement circulaire	Sujet 6.2 Loi de gravitation de Newton
$v = \omega r$ $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$	$F = G \frac{Mm}{r^2}$ $g = \frac{F}{m}$ $g = G \frac{M}{r^2}$

Sujet 7.1 Énergie discrète et radioactivité	Sujet 7.2 Réactions nucléaires
$E = hf$  $\lambda = \frac{hc}{E}$	$\Delta E = \Delta mc^2$

**Sujet 7.3 Structure de la matière**

Charge	Quarks			Nombre baryonique
$\frac{2}{3}e$	u	c	t	$\frac{1}{3}$
$-\frac{1}{3}e$	d	s	b	$\frac{1}{3}$

Tous les quarks ont un nombre d'étrangeté de 0 à l'exception du quark étrange qui a un nombre d'étrangeté de -1.

Charge	Leptons		
-1	e	$\mu$	$\tau$
0	$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$

Tous les leptons ont un nombre leptonique de 1 et les antileptons ont un nombre leptonique de -1.

	Gravitationnelle	Faible	Électromagnétique	Forte
Particules qui subissent	Toutes	Quarks, leptons	Chargées	Quarks, gluons
Particules qui transmettent	Graviton	$W^+, W^-, Z^0$	$\gamma$	Gluons

Sujet 8.1 Sources d'énergie	Sujet 8.2 Transfert d'énergie thermique
<p>puissance = <math>\frac{\text{énergie}}{\text{temps}}</math></p> <p>puissance = <math>\frac{1}{2} A \rho v^3</math></p>	<p><math>P = e\sigma AT^4</math></p> <p><math>\lambda_{\text{max}}(\text{mètres}) = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{T(\text{kelvin})}</math></p> <p><math>I = \frac{\text{puissance}}{A}</math></p> <p>albédo = <math>\frac{\text{puissance diffusée totale}}{\text{puissance incidente totale}}</math></p>

# Équations – MCNS

Sujet 9.1 Mouvement harmonique simple	Sujet 9.2 Diffraction par une seule fente
$\omega = \frac{2\pi}{T}$ $a = -\omega^2 x$ $x = x_0 \sin \omega t; x = x_0 \cos \omega t$ $v = \omega x_0 \cos \omega t; v = -\omega x_0 \sin \omega t$ $v = \pm \omega \sqrt{(x_0^2 - x^2)}$ $E_c = \frac{1}{2} m \omega^2 (x_0^2 - x^2)$ $E_T = \frac{1}{2} m \omega^2 x_0^2$ <p>Pendule : <math>T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}</math></p> <p>Masse-ressort : <math>T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}</math></p>	$\theta = \frac{\lambda}{b}$
	Sujet 9.3 Interférence
	$n\lambda = d \sin \theta$ <p>Interférence constructive : <math>2dn = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda</math></p> <p>Interférence destructive : <math>2dn = m\lambda</math></p>
Sujet 9.4 Résolution	Sujet 9.5 Effet Doppler
$\theta = 1,22 \frac{\lambda}{b}$ $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$	<p>Source en mouvement : <math>f' = f \left( \frac{v}{v \pm u_s} \right)</math></p> <p>Observateur en mouvement : <math>f' = f \left( \frac{v \pm u_o}{v} \right)</math></p> $\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \approx \frac{v}{c}$

Sujet 10.1 Description des champs	Sujet 10.2 Champs au travail	
$W = q\Delta V_e$ $W = m\Delta V_g$	$V_g = -\frac{GM}{r}$	$V_e = \frac{kQ}{r}$
	$g = -\frac{\Delta V_g}{\Delta r}$	$E = -\frac{\Delta V_e}{\Delta r}$
	$E_p = mV_g = -\frac{GMm}{r}$	$E_p = qV_e = \frac{kQq}{r}$
	$F_g = \frac{GMm}{r^2}$	$F_e = \frac{kQq}{r^2}$
	$v_{\text{lib}} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ $v_{\text{orb}} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$	

Sujet 11.1 Induction électromagnétique	Sujet 11.3 Capacité
$\Phi = BA \cos \theta$ $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ $\varepsilon = Bvl$ $\varepsilon = BvIN$	$C = \frac{q}{V}$ $C_{\text{parallèle}} = C_1 + C_2 + \dots$ $\frac{1}{C_{\text{série}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$
Sujet 11.2 Production et transport d'énergie	
$I_{\text{rms}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ $V_{\text{rms}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$ $R = \frac{V_0}{I_0} = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}}$ $P_{\text{max}} = I_0 V_0$ $\bar{P} = \frac{1}{2} I_0 V_0$ $\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$	$C = \varepsilon \frac{A}{d}$ $E = \frac{1}{2} CV^2$ $\tau = RC$ $q = q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $V = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

Sujet 12.1 Interaction de la matière avec le rayonnement	Sujet 12.2 Physique nucléaire
$E = hf$ $E_{\text{max}} = hf - \Phi$ $E = -\frac{13,6}{n^2} \text{eV}$ $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ $P(r) =  \psi ^2 \Delta V$ $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$	$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ $A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$ $\sin \theta \approx \frac{\lambda}{D}$

## Équations – Options

Sujet A.1 Le début de la relativité	Sujet A.2 Transformations de Lorentz
$x' = x - vt$ $u' = u - v$	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Sujet A.3 Diagrammes d'espace-temps	$x' = \gamma(x - vt); \Delta x' = \gamma(\Delta x - v\Delta t)$ $t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right); \Delta t' = \gamma\left(\Delta t - \frac{v\Delta x}{c^2}\right)$ $u' = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}}$ $\Delta t = \gamma \Delta t_0$ $L = \frac{L_0}{\gamma}$ $(ct')^2 - (x')^2 = (ct)^2 - (x)^2$
Sujet A.4 Mécanique relativiste (NS seulement)	Sujet A.5 Relativité générale (NS seulement)
$E = \gamma m_0 c^2$ $E_0 = m_0 c^2$ $E_c = (\gamma - 1) m_0 c^2$ $p = \gamma m_0 v$ $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$ $qV = \Delta E_c$	$\frac{\Delta f}{f} = \frac{g \Delta h}{c^2}$ $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{R_s}{r}}}$



Sujet B.1 Corps rigides et dynamique de rotation	Sujet B.2 Thermodynamique
$\Gamma = Fr \sin \theta$ $I = \sum mr^2$ $\Gamma = I\alpha$ $\omega = 2\pi f$ $\omega_f = \omega_i + \alpha t$ $\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha\theta$ $\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$ $L = I\omega$ $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2}I\omega^2$	$Q = \Delta U + W$ $U = \frac{3}{2}nRT$ $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$ $pV^{\frac{5}{3}} = \text{constante (pour gaz monoatomiques)}$ $W = p\Delta V$ $\eta = \frac{\text{travail utile effectué}}{\text{énergie à l'entrée}}$ $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_{\text{froid}}}{T_{\text{chaud}}}$

Sujet B.3 Fluides et dynamique des fluides (NS seulement)	Sujet B.4 Vibrations forcées et résonance (NS seulement)
$B = \rho_f V_f g$ $P = P_0 + \rho_f g d$ $Av = \text{constante}$ $\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z + p = \text{constante}$ $F_D = 6\pi\eta r v$ $R = \frac{vr\rho}{\eta}$	$Q = 2\pi \frac{\text{énergie stockée}}{\text{énergie dissipée par cycle}}$ $Q = 2\pi \times \text{fréquence de résonance} \times \frac{\text{énergie stockée}}{\text{perte de puissance}}$

Sujet C.1 Introduction à l'imagerie	Sujet C.2 Instrumentation d'imagerie
$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$ $P = \frac{1}{f}$ $m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$ $M = \frac{\theta_i}{\theta_o}$ $M_{\text{punctum proximum}} = \frac{D}{f} + 1; M_{\text{infini}} = \frac{D}{f}$	$M = \frac{f_o}{f_e}$
	Sujet C.3 Optique des fibres
	$n = \frac{1}{\sin c}$ $\text{atténuation} = 10 \log \frac{I}{I_0}$
	Sujet C.4 Imagerie médicale (NS seulement)
	$L_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$ $I = I_0 e^{-\mu x}$ $\mu x_{\frac{1}{2}} = \ln 2$ $Z = \rho c$

Sujet D.1 Grandeurs stellaires	Sujet D.2 Caractéristiques stellaires et évolution stellaire
$d(\text{parsec}) = \frac{1}{\rho(\text{seconde d'arc})}$ $L = \sigma AT^4$ $b = \frac{L}{4\pi d^2}$	$\lambda_{\text{max}} T = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m K}$ $L \propto M^{3,5}$
Sujet D.3 Cosmologie	Sujet D.5 Cosmologie complémentaire (NS seulement)
$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \approx \frac{v}{c}$ $z = \frac{R}{R_0} - 1$ $v = H_0 d$ $T \approx \frac{1}{H_0}$	$v = \sqrt{\frac{4\pi G \rho}{3}} r$ $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$