

Cuadernillo de datos de Física

Primera evaluación: 2016



Programa del Diploma

Cuadernillo de datos de Física

Versión en español del documento publicado en febrero de 2014 con el título
Physics data booklet

Publicada en febrero de 2014

Publicada en nombre de la Organización del Bachillerato Internacional, una fundación educativa sin fines de lucro con sede en 15 Route des Morillons, 1218 Le Grand-Saconnex, Ginebra (Suiza), por

International Baccalaureate Organization Ltd (Reino Unido)
Peterson House, Malthouse Avenue, Cardiff Gate
Cardiff, Wales CF23 8GL
Reino Unido
Sitio web: www.ibo.org

© Organización del Bachillerato Internacional, 2014

La Organización del Bachillerato Internacional (conocida como IB) ofrece cuatro programas educativos exigentes y de calidad a una comunidad de colegios en todo el mundo, con el propósito de crear un mundo mejor y más pacífico. Esta publicación forma parte de una gama de materiales producidos con el fin de apoyar dichos programas.

El IB puede utilizar diversas fuentes en su trabajo y comprueba la información para verificar su exactitud y autoría original, en especial al hacer uso de fuentes de conocimiento comunitario, como Wikipedia. El IB respeta la propiedad intelectual, y hace denodados esfuerzos por identificar y obtener la debida autorización de los titulares de los derechos antes de la publicación de todo material protegido por derechos de autor utilizado. El IB agradece la autorización recibida para utilizar el material incluido en esta publicación y enmendará cualquier error u omisión lo antes posible.

El uso del género masculino en esta publicación no tiene un propósito discriminatorio y se justifica únicamente como medio para hacer el texto más fluido. Se pretende que el español utilizado sea comprensible para todos los hablantes de esta lengua y no refleje una variante particular o regional de la misma.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede reproducirse, almacenarse o distribuirse de forma total o parcial, en manera alguna ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del IB, sin perjuicio de lo estipulado expresamente por la ley o por la política y normativa de uso de la propiedad intelectual del IB. Véase la página <http://www.ibo.org/es/copyright> del sitio web público del IB para más información.

Los artículos promocionales y las publicaciones del IB pueden adquirirse en la tienda virtual del IB, disponible en <http://store.ibo.org>. Las consultas sobre pedidos deben dirigirse al departamento de marketing y ventas en Cardiff.

Correo electrónico: sales@ibo.org

Contenidos

| | |
|---|-----------|
| Constantes fundamentales | 1 |
| Multiplicadores métricos (SI) | 2 |
| Conversiones de unidades | 3 |
| Símbolos de circuitos eléctricos | 4 |
| Ecuaciones: Temas troncales | 5 |
| Ecuaciones: Temas adicionales del Nivel Superior | 8 |
| Ecuaciones: Opciones | 10 |

Constantes fundamentales

| Magnitud | Símbolo | Valor aproximado |
|--|--------------|--|
| Aceleración en caída libre (superficie de la Tierra) | g | $9,81 \text{ m s}^{-2}$ |
| Constante gravitacional | G | $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ |
| Constante de Avogadro | N_A | $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |
| Constante de los gases | R | $8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ |
| Constante de Boltzmann | k_B | $1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ |
| Constante de Stefan–Boltzmann | σ | $5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ |
| Constante de Coulomb | k | $8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ |
| Permitividad del espacio libre | ϵ_0 | $8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ |
| Permeabilidad del espacio libre | μ_0 | $4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$ |
| Velocidad de la luz en el vacío | c | $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ |
| Constante de Planck | h | $6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ |
| Carga elemental | e | $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| Masa en reposo del electrón | m_e | $9,110 \times 10^{-31} \text{ kg} = 0,000549 \text{ u} = 0,511 \text{ MeV c}^{-2}$ |
| Masa en reposo del protón | m_p | $1,673 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1,007276 \text{ u} = 938 \text{ MeV c}^{-2}$ |
| Masa en reposo del neutrón | m_n | $1,675 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1,008665 \text{ u} = 940 \text{ MeV c}^{-2}$ |
| Unidad de masa atómica unificada | u | $1,661 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV c}^{-2}$ |
| Constante solar | S | $1,36 \times 10^3 \text{ W m}^{-2}$ |
| Radio de Fermi | R_0 | $1,20 \times 10^{-15} \text{ m}$ |

Multiplicadores métricos (SI)

| Prefijo | Abreviatura | Valor |
|---------|-------------|------------|
| peta | P | 10^{15} |
| tera | T | 10^{12} |
| giga | G | 10^9 |
| mega | M | 10^6 |
| kilo | k | 10^3 |
| hecto | h | 10^2 |
| deca | da | 10^1 |
| deci | d | 10^{-1} |
| centi | c | 10^{-2} |
| mili | m | 10^{-3} |
| micro | μ | 10^{-6} |
| nano | n | 10^{-9} |
| pico | p | 10^{-12} |
| femto | f | 10^{-15} |

Conversiones de unidades

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

$$\text{Temperatura (K)} = \text{temperatura (}^\circ\text{C)} + 273$$

$$1 \text{ año luz (al)} = 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$$

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

$$1 \text{ unidad astronómica (ua)} = 1,50 \times 10^{11} \text{ m}$$

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

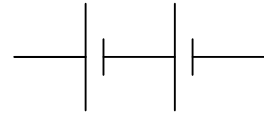
$$hc = 1,99 \times 10^{-25} \text{ J m} = 1,24 \times 10^{-6} \text{ eV m}$$

Símbolos de circuitos eléctricos

celda



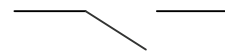
pila



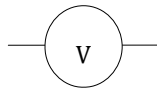
fuente de CA



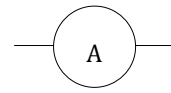
interruptor



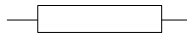
voltímetro



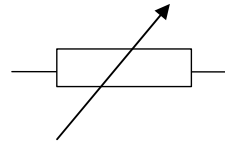
amperímetro



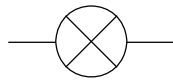
resistencia



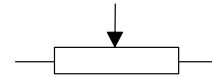
resistencia variable



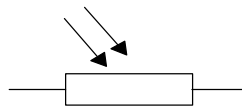
lámpara



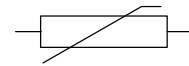
potenciómetro



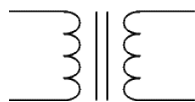
fotorresistencia (LDR)



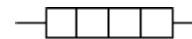
termistor



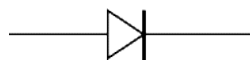
transformador



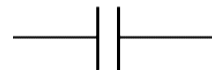
resistencia calentadora



diodo

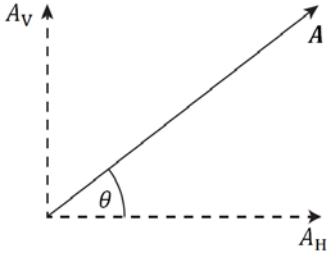


capacitor



Ecuaciones: Temas troncales

Nota: Todas las ecuaciones afectan solamente a la magnitud de las cantidades. No se utiliza notación vectorial.

| Subtema 1.2: Incertidumbres y errores | Subtema 1.3: Vectores y escalares |
|---|--|
| <p>Si : $y = a \pm b$ entonces : $\Delta y = \Delta a + \Delta b$</p> <p>Si : $y = \frac{ab}{c}$ entonces : $\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}$</p> <p>Si : $y = a^n$ entonces : $\frac{\Delta y}{y} = \left n \frac{\Delta a}{a} \right$</p> |  <p>$A_H = A \cos \theta$ $A_V = A \sin \theta$</p> |
| Subtema 2.1: Movimiento | Subtema 2.2: Fuerzas |
| <p>$v = u + at$ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2as$ $s = \frac{(v + u)t}{2}$</p> | <p>$F = ma$ $F_f \leq \mu_s R$ $F_f = \mu_d R$</p> |
| Subtema 2.3: Trabajo, energía y potencia | Subtema 2.4: Cantidad de movimiento e impulso |
| <p>$W = Fs \cos \theta$ $E_K = \frac{1}{2}mv^2$ $E_P = \frac{1}{2}k\Delta x^2$ $\Delta E_P = mg\Delta h$ Potencia = Fv</p> <p>Rendimiento = $\frac{\text{trabajo útil de salida}}{\text{trabajo total de entrada}}$ = $\frac{\text{potencia útil de salida}}{\text{potencia total de entrada}}$</p> | <p>$p = mv$ $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ $E_K = \frac{p^2}{2m}$ Impulso = $F\Delta t = \Delta p$</p> |

| Subtema 3.1: Conceptos térmicos | Subtema 3.2: Modelización de un gas |
|---------------------------------|--|
| $Q = mc\Delta T$ $Q = mL$ | $p = \frac{F}{A}$ $n = \frac{N}{N_A}$ $pV = nRT$ $\bar{E}_K = \frac{3}{2}k_B T = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$ |

| Subtema 4.1: Oscilaciones | Subtema 4.4: Comportamiento de las ondas |
|--|---|
| $T = \frac{1}{f}$ | $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{sen } \theta_2}{\text{sen } \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$ |
| Subtema 4.2: Ondas progresivas | $s = \frac{\lambda D}{d}$ Interferencia constructiva: diferencia de caminos = $n\lambda$ Interferencia destructiva: diferencia de camino = $(n + \frac{1}{2})\lambda$ |
| $c = f\lambda$ | |
| Subtema 4.3: Características de las ondas | |
| $I \propto A^2$ $I \propto x^{-2}$ $I = I_0 \cos^2 \theta$ | |

| Subtema 5.1: Campo eléctrico | Subtema 5.2: Efecto calórico de las corrientes eléctricas |
|--|--|
| $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ $V = \frac{W}{q}$ $W \text{ (J)} = \frac{W \text{ (eV)}}{e}$ $E = \frac{F}{q}$ $I = nAvq$ | Leyes de circuito Kirchhoff: $\Sigma V = 0$ (lazo) $\Sigma I = 0$ (nodo) $R = \frac{V}{I}$ $P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$ $R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + \dots$ $\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ $\rho = \frac{RA}{L}$ |
| Subtema 5.3: Celdas eléctricas | Subtema 5.4: Efectos magnéticos de las corrientes eléctricas |
| $\varepsilon = I(R + r)$ | $F = qvB \text{ sen } \theta$ $F = BIL \text{ sen } \theta$ |

| Subtema 6.1: Movimiento circular | Subtema 6.2: Ley de la gravitación de Newton |
|--|--|
| $v = \omega r$ $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$ | $F = G \frac{Mm}{r^2}$ $g = \frac{F}{m}$ $g = G \frac{M}{r^2}$ |

| Subtema 7.1: Energía discreta y radiactividad | Subtema 7.2: Reacciones nucleares |
|---|-----------------------------------|
| $E = hf$ $\lambda = \frac{hc}{E}$ | $\Delta E = \Delta m c^2$ |

Subtema 7.3: La estructura de la materia

| Carga | Quarks | | | Número bariónico |
|-----------------|--------|---|---|------------------|
| $\frac{2}{3}e$ | u | c | t | $\frac{1}{3}$ |
| $-\frac{1}{3}e$ | d | s | b | $\frac{1}{3}$ |

Todos los quarks tienen un valor de extrañeza de 0 excepto el quark extraño que tiene extrañeza de -1

| Carga | Leptones | | |
|-------|----------|-----------|------------|
| -1 | e | μ | τ |
| 0 | ν_e | ν_μ | ν_τ |

Todos los leptones tienen un número leptónico de 1 y los antileptones tienen un número leptónico de -1

| | Fuerza gravitacional | Fuerza nuclear débil | Fuerza electromagnética | Fuerza nuclear fuerte |
|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Partículas afectadas | Todas | Quarks, leptones | Cargadas | Quarks, gluones |
| Partículas mediadoras | Gravitón | W^+, W^-, Z^0 | γ | Gluones |

| Subtema 8.1: Fuentes de energía | Subtema 8.2: Transferencia de energía térmica |
|--|---|
| Potencia = $\frac{\text{energía}}{\text{tiempo}}$ Potencia = $\frac{1}{2}A\rho v^3$ | $P = e\sigma AT^4$ $\lambda_{\text{máx}} (\text{metros}) = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{T(\text{kelvin})}$ $I = \frac{\text{potencia}}{A}$ albedo = $\frac{\text{potencia dispersada total}}{\text{potencia incidente total}}$ |

Ecuaciones: Temas adicionales del Nivel Superior

| | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Subtema 9.1: Movimiento armónico simple | Subtema 9.2: Difracción de rendija única | | | | | | | | |
| $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $a = -\omega^2 x$ $x = x_0 \sin \omega t ; x = x_0 \cos \omega t$ $v = \omega x_0 \cos \omega t ; v = -\omega x_0 \sin \omega t$ $v = \pm \omega \sqrt{(x_0^2 - x^2)}$ $E_K = \frac{1}{2} m \omega^2 (x_0^2 - x^2)$ $E_T = \frac{1}{2} m \omega^2 x_0^2$ Péndulo: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ Masa-resorte: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ | $\theta = \frac{\lambda}{b}$ Subtema 9.3: Interferencia $n\lambda = d \sin \theta$ Interferencia constructiva: $2dn = (m + \frac{1}{2})\lambda$ Interferencia destructiva: $2dn = m\lambda$ | | | | | | | | |
| Subtema 9.4: Resolución | Subtema 9.5: Efecto Doppler | | | | | | | | |
| $\theta = 1,22 \frac{\lambda}{b}$ $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$ | Fuente en movimiento: $f' = f \left(\frac{v}{v \pm u_s} \right)$ Observador en movimiento: $f' = f \left(\frac{v \pm u_o}{v} \right)$ $\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \approx \frac{v}{c}$ | | | | | | | | |
| Subtema 10.1: Descripción de los campos | Subtema 10.2: Los campos en acción | | | | | | | | |
| $W = q\Delta V_e$ $W = m\Delta V_g$ | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>$V_g = -\frac{GM}{r}$</td> <td>$V_e = \frac{kq}{r}$</td> </tr> <tr> <td>$g = -\frac{\Delta V_g}{\Delta r}$</td> <td>$E = -\frac{\Delta V_e}{\Delta r}$</td> </tr> <tr> <td>$E_P = mV_g = -\frac{GMm}{r}$</td> <td>$E_P = qV_e = \frac{kq_1q_2}{r}$</td> </tr> <tr> <td>$F_G = G \frac{m_1m_2}{r^2}$</td> <td>$F_E = k \frac{q_1q_2}{r^2}$</td> </tr> </table> $v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ $v_{\text{orbital}} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ | $V_g = -\frac{GM}{r}$ | $V_e = \frac{kq}{r}$ | $g = -\frac{\Delta V_g}{\Delta r}$ | $E = -\frac{\Delta V_e}{\Delta r}$ | $E_P = mV_g = -\frac{GMm}{r}$ | $E_P = qV_e = \frac{kq_1q_2}{r}$ | $F_G = G \frac{m_1m_2}{r^2}$ | $F_E = k \frac{q_1q_2}{r^2}$ |
| $V_g = -\frac{GM}{r}$ | $V_e = \frac{kq}{r}$ | | | | | | | | |
| $g = -\frac{\Delta V_g}{\Delta r}$ | $E = -\frac{\Delta V_e}{\Delta r}$ | | | | | | | | |
| $E_P = mV_g = -\frac{GMm}{r}$ | $E_P = qV_e = \frac{kq_1q_2}{r}$ | | | | | | | | |
| $F_G = G \frac{m_1m_2}{r^2}$ | $F_E = k \frac{q_1q_2}{r^2}$ | | | | | | | | |

| Subtema 11.1: Inducción electromagnética | Subtema 11.3: Capacitancia |
|---|---|
| $\Phi = BA \cos \theta$ $\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\varepsilon = Bvl$ $\varepsilon = BvlN$ | $C = \frac{q}{V}$ $C_{\text{paralelo}} = C_1 + C_2 + \dots$ $\frac{1}{C_{\text{serie}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$ |
| Subtema 11.2: La generación y transmisión de energía | |
| $I_{\text{rms}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ $V_{\text{rms}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$ $R = \frac{V_0}{I_0} = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}}$ $P_{\text{máx}} = I_0 V_0$ $\bar{P} = \frac{1}{2} I_0 V_0$ $\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ | $C = \varepsilon \frac{A}{d}$ $E = \frac{1}{2} CV^2$ $\tau = RC$ $q = q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ $V = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ |

| Subtema 12.1: La interacción de la materia con la radiación | Subtema 12.2: Física nuclear |
|---|---|
| $E = hf$ $E_{\text{máx}} = hf - \Phi$ $E = -\frac{13,6}{n^2} eV$ $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ $P(r) = \psi ^2 \Delta V$ $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$ | $R = R_0 A^{1/3}$ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ $A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$ $\text{sen } \theta \approx \frac{\lambda}{D}$ |

Ecuaciones: Opciones

| | |
|--|---|
| Subtema A.1: Los orígenes de la relatividad | Subtema A.2: Transformaciones de Lorentz |
| $x' = x - vt$ $u' = u - v$ | $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ |
| Subtema A.3: Diagramas de espacio-tiempo | $x' = \gamma(x - vt)$; $\Delta x' = \gamma(\Delta x - v\Delta t)$ $t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$; $\Delta t' = \gamma\left(\Delta t - \frac{v\Delta x}{c^2}\right)$ |
| $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v}{c}\right)$ | $u' = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}}$ |
| | $\Delta t = \gamma\Delta t_0$ $L = \frac{L_0}{\gamma}$ $(ct')^2 - (x')^2 = (ct)^2 - (x)^2$ |
| Subtema A.4: Mecánica relativista (NS solamente) | Subtema A.5: Relatividad general (NS solamente) |
| $E = \gamma m_0 c^2$ $E_0 = m_0 c^2$ $E_K = (\gamma - 1)m_0 c^2$ $p = \gamma m_0 v$ $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$ $qV = \Delta E_K$ | $\frac{\Delta f}{f} = \frac{g\Delta h}{c^2}$ |
| | $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ |
| | $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{R_s}{r}}}$ |
| Subtema B.1: Cuerpos rígidos y dinámica de rotación | Subtema B.2: Termodinámica |
| $\Gamma = Fr \sin \theta$ $I = \sum mr^2$ $\Gamma = I\alpha$ $\omega = 2\pi f$ $\omega_f = \omega_i + \alpha t$ $\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha\theta$ $\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$ $L = I\omega$ $E_{K_{rot}} = \frac{1}{2}I\omega^2$ | $Q = \Delta U + W$ $U = \frac{3}{2}nRT$ $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$ $pV^{\frac{5}{3}} = \text{constante (para gases monoatómicos)}$ $W = p\Delta V$ $\eta = \frac{\text{trabajo útil efectuado}}{\text{entrada de energía}}$ $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_{\text{frío}}}{T_{\text{caliente}}}$ |

| | |
|---|---|
| Subtema B.3: Fluidos y dinámica de fluidos (NS solamente) | Subtema B.4: Vibraciones forzadas y resonancia (NS solamente) |
| $B = \rho_f V_f g$ $P = P_0 + \rho_f g d$ $Av = \text{constante}$ $\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z + p = \text{constante}$ $F_D = 6\pi\eta r v$ $R = \frac{vr\rho}{\eta}$ | $Q = 2\pi \frac{\text{energía almacenada}}{\text{energía disipada por ciclo}}$ $Q = 2\pi \times \text{frecuencia de resonancia} \times \frac{\text{energía almacenada}}{\text{pérdida de potencia}}$ |
| Subtema C.1: Introducción a la toma de imágenes | Subtema C.2: Instrumentación de imágenes |
| $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$ $P = \frac{1}{f}$ $m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$ $M = \frac{\theta_i}{\theta_o}$ $M_{\text{punto cercano}} = \frac{D}{f} + 1 ; M_{\text{infinito}} = \frac{D}{f}$ | $M = \frac{f_o}{f_e}$ Subtema C.3: Fibras ópticas $n = \frac{1}{\sin c}$ $\text{atenuación} = 10 \log \frac{I}{I_0}$ |
| | Subtema C.4: Imágenes médicas (NS solamente) |
| | $L_I = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$ $I = I_0 e^{-\mu x}$ $\mu x_{\frac{1}{2}} = \ln 2$ $Z = \rho c$ |
| Subtema D.1: Magnitudes estelares | Subtema D.2: Características y evolución de las estrellas |
| $d \text{ (pársec)} = \frac{1}{p \text{ (arco - segundo)}}$ $L = \sigma AT^4$ $b = \frac{L}{4\pi d^2}$ | $\lambda_{\text{máx}} T = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m K}$ $L \propto M^{3,5}$ |
| Subtema D.3: Cosmología | Subtema D.5: Ampliación de cosmología (NS solamente) |
| $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \approx \frac{v}{c}$ $z = \frac{R}{R_0} - 1$ $v = H_0 d$ $T \approx \frac{1}{H_0}$ | $v = \sqrt{\frac{4\pi G \rho}{3}} r$ $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$ |