

Estos no pretenden ser unos apuntes de teoría, son solamente un resumen concentrado de fórmulas para PAU. Por eso los llamo aPAUntes ... Para algo más allá de preparar PAU ver apuntes en [www.fiquipedia.es](http://www.fiquipedia.es). Está resumido para que todas las fórmulas habituales en problemas PAU no ocupen más de 2 caras de folio.

## 0. Conceptos previos a 2º Bachillerato (aparte de vectores y derivación)

### 0.1 Cinemática

Lineal: MRUA  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$   $v = v_0 + a t$   $v^2 - v_0^2 = 2 a s$  MRU es caso especial MRUA con  $a=0$ .

Traslación	Rotación	Definición	SI	Relación
s	$\theta$	$\theta =$ posición angular	rad	$s = \theta R$
v	$\omega$	$\omega = d\theta/dt$ velocidad angular	rad/s	$v = \omega R$
a	$\alpha$	$\alpha = d\omega/dt$ aceleración angular	rad/s <sup>2</sup>	$a_t = \alpha R$

Circular: expresiones similares cambiando variables traslación por rotación

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$$

$$a_n = \omega \cdot v = \omega^2 \cdot R = \frac{v^2}{R}$$

### 0.2 Dinámica

Momento lineal  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$  2ª Ley Newton  $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$  si  $F=0$   $\vec{p} = cte$ ,  $\vec{F} = m\vec{a}$ . Ley Hooke:  $F = -kx$

### 0.3 Trabajo, energía, potencia

Trabajo si F es cte, despl recta  $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$  (En 2º Bachillerato  $W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F} d\vec{l}$ )

Energía cinética  $E_c = \frac{1}{2} m v^2$  E potencial elástica  $E_{pe} = \frac{1}{2} k x^2$  E<sub>p</sub> gravitatoria E<sub>pg</sub> = mgh (si g = cte)

Energía mecánica  $E_m = E_c + E_p$   $W_{Fconserv} = -\Delta E_p$

Conservación Energía mecánica  $\Delta E_m = W_{NoConservativo}$  ( $\Delta E_m = 0$  si no hay fuerzas no conservativas)

Teorema fuerzas vivas  $W_{total} = \Delta E_c$ ; Potencia = Energía/tiempo

## 1. Movimiento oscilatorio

$$f = 1/T \quad \omega = 2\pi f \quad k = m\omega^2 \quad x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0) \quad \text{Muelle vertical: } mg = k \Delta l$$

$$v(t) = -A \omega \sin(\omega t + \phi_0) \quad v = \pm \omega \sqrt{(A^2 - x^2)} \quad a(t) = -A \omega^2 \cos(\omega t + \phi_0) \quad a(x) = -\omega^2 x$$

$$E_c = \frac{1}{2} k (A^2 - x^2); E_p = \frac{1}{2} k x^2; E_m = E_c + E_p = E_{c\max} = E_{p\max} = \frac{1}{2} k A^2 \quad \text{Péndulo: } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

## 2. Movimiento ondulatorio

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f = \frac{\omega}{k} \quad y(x, t) = A \cos(\omega t \pm kx + \phi_0)$$

$$\omega t \pm kx = 2\pi \left( \frac{t}{T} \pm \frac{x}{\lambda} \right) = \omega \left( t \pm \frac{x}{v} \right) = k(vt \pm x) \quad \Delta\phi = \omega \Delta t \pm k \Delta x \quad \text{Para } t \text{ ó } x \text{ fijo: } \Delta\phi = k \Delta x \text{ y } \Delta\phi = \omega \Delta t.$$

Ondas estacionarias  $y(x, t) = A \cos(\omega t - kx) - A \cos(\omega t + kx) = A_r \sin(\omega t)$  donde  $A_r = 2A \sin kx$

Nodos  $A_r = 0 \rightarrow x_N = n \cdot \lambda/2$ . Vientres  $A_r = 2A \rightarrow x_V = (2n-1) \cdot \lambda/4$ . Expresiones límites fijos y/o abiertos

## 3. Sonido

$$I = \frac{E}{S \cdot t} = \frac{P}{S} [W/m^2] \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad \beta(dB) = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

## 4. Gravitación

Principio de superposición: aplica a fuerzas, campos, energía potencial y potencial

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{r^2} \vec{u}_r \quad \vec{E}_g = \vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} = -G \frac{M}{r^2} \vec{u}_r \quad \vec{F} = m \vec{g} \quad E_p = -G \frac{Mm}{r} \quad V = -G \frac{M}{r}$$

Leyes de Kepler: 1 Ley Órbitas, 2 Ley de las áreas  $\vec{L}_o = \vec{r} \times \vec{p}$ ,  $\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} \frac{|\vec{L}|}{m} = \frac{|\vec{L}|}{2m} = cte$ , 3 Ley de los

periodos. Para el caso de órbita circular, igualando fuerza centrípeta y gravitatoria:  $\frac{T^2}{R_o^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow T^2 \propto R_o^3$



Energías en órbita circular:  $E_c = \frac{|E_p|}{2} = \frac{1}{2} G \frac{Mm}{R_o}$   $E_m = E_c + E_p = \frac{E_p}{2} = -E_c = -\frac{1}{2} G \frac{Mm}{R_o}$

Energías y velocidades lanzamiento/satelización/escape: igualar  $E_m$  en ambas situaciones.

$v_L = \sqrt{2GM \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right)}$   $v_e = \sqrt{2GM/R}$

### 5. Campo eléctrico

$\vec{F} = K \frac{Qq}{r^2} \vec{u}_r$   $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$   $\vec{F} = q\vec{E}$   $E_p(r) = K \frac{Qq}{r}$   $V = K \frac{Q}{r}$   $E_p = qV$

$|\vec{E}| = \text{constante} \rightarrow \Delta V = E \cdot d$   $\Delta E_p = q \cdot \Delta V = q \cdot E \cdot d$   $W = -q \cdot \Delta V$

Gauss:  $\Phi_c = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\Sigma Q}{\epsilon_0}$  Placa:  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  Entre placas:  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$  Hilos:  $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0} \vec{u}_r$

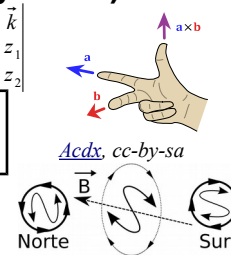
### 6. Campo magnético (además fórmulas, algún diagrama y ley Ohm)

Fuerza sobre carga:  $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$  Si  $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow qvB = m \frac{v^2}{R}$   $(\vec{v}_1 \times \vec{v}_2) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \end{vmatrix}$



B creado por; Hilo rectilíneo:  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$  Espira en su centro:  $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

Solenoides interior:  $B = \frac{\mu_0 N I}{l}$  Espiras próximas:  $B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$



Fuerza sobre conductor:  $\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$  Momento sobre espira  $\vec{M} = I(\vec{S} \times \vec{B})$

### 7. Inducción (se asume conocida ley de Ohm)

$\epsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$   $\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s}$  Si es plana y B uniforme:  $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \alpha$



Dibujo muestra caras de las espiras orientadas al imán

### 8. Óptica física

$n = \frac{c}{v}$   $c = \lambda_0 f$ ;  $\lambda = \frac{c}{nf}$ ;  $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ ;  $n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$   $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$  Ángulos desde la normal.

$\text{sen}(\theta_1) n_1 = \text{sen}(\theta_2) n_2$   $\frac{\text{sen}(\theta_1)}{\text{sen}(\theta_2)} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$   $\frac{\text{sen} l}{\text{sen } 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow l = \text{arcsen}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$

### 9. Óptica geométrica

Espejo esférico:  $\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$   $A = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s}$   $f = f' = \frac{r}{2}$  Sistemas  $s'_1 - d = s_2$

Lente delgada:  $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$   $A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$   $f = -f'$   $P = \frac{1}{f'}$   $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = (n_L - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$

### 10. Física relativista

$\beta = \frac{v}{c}$   $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$   $\Delta t' = \gamma \Delta t$   $\Delta x' = \frac{\Delta x}{\gamma}$  "Masa relativista"  $m_{rel} = \gamma m_{reposito}$

$E = \gamma mc^2$   $p = \gamma mv$   $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$

### 11. Física cuántica

$E = hf$   $hf = W_0 + \frac{1}{2}mv_{máx}^2$   $\lambda_{\text{De Broglie}} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$   $\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} = \frac{h}{4\pi}$   $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$

### 12. Física nuclear

$\Delta m = \text{Masa calculada (N,Z)} - \text{Masa Experimental}$  (Masa calculada =  $N \cdot m_n + Z \cdot m_p$ )

$\frac{N(t)}{N_0} = \frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{t}{T_{1/2}}} = 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$   $A = \lambda \cdot N$   $\tau = \frac{1}{\lambda}$   $T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \ln(2) \cdot \tau$

