Por qué así

HANDBOOK

Física

Los 18 temas de Física en esquemas y fórmulas para el repaso final

Muestra gratuita · primeras 4 de 29 páginas

Juan Carlos del Río

Temario de Física de la oposición al Cuerpo Superior de Meteorólogos del Estado (A1)

porqueasi.com · noviembre de 2026

Material de estudio elaborado de forma independiente a partir del temario. No es material oficial del organismo convocante ni de ninguna Administración, ni está avalado por ellos. Elaborado por el autor con ayuda de herramientas de inteligencia artificial; si encuentras un error, escribe a hola@porqueasi.com.

Tema 1: Mecánica del punto material

1. Sistemas de referencia. Vectores posición, velocidad y aceleración

1.1. El Espacio Afín y el Sistema de Referencia

- **Punto Material:** Abstracción de un cuerpo cuyas dimensiones son despreciables frente a las distancias de estudio, concentrando su masa en un punto.
- **Sistema de Referencia (SR):** Conjunto formado por un origen $O \in \mathcal{E}^3$ y una base vectorial $\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3\}$.
- **Sistemas Inerciales:** Aquellos donde se cumplen las leyes de Newton sin fuerzas ficticias.
- **Sistemas No Inerciales:** Presentan aceleración respecto a un sistema inercial.

1.2. El Vector Posición y Sistemas de Coordenadas

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$$

- $\vec{r}(t)$: Vector posición en un instante t.
- x, y, z: Funciones de trayectoria (coordenadas cartesianas).
- $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$: Vectores unitarios de la base cartesiana.

1.2.1. Sistemas de Coordenadas Curvilíneas

Cilíndricas: $\vec{r} = \rho\hat{u}_\rho + z\hat{u}_z$

Esféricas: $\vec{r} = r\hat{u}_r$

- ρ: Radio polar (distancia al eje z).
- $\hat{u}_\rho, \hat{u}_r$: Vectores unitarios radiales (dependen del ángulo).
- r: Distancia radial al origen en esféricas.

1.3. El Vector Velocidad

$$\vec{v} = \dot{\rho}\hat{u}_\rho + \rho\dot{\phi}\hat{u}_\phi$$

- $\vec{v}$: Velocidad (tangente a la trayectoria).
- $\dot{\rho}$: Velocidad radial.
- $\rho\dot{\phi}$: Velocidad transversal o de rotación.
- $\hat{u}_\phi$: Vector unitario azimutal.

1.4. El Vector Aceleración

$$\vec{a} = (\ddot{\rho} - \rho\dot{\phi}^2)\hat{u}_\rho + (2\dot{\rho}\dot{\phi} + \rho\ddot{\phi})\hat{u}_\phi$$

- $\ddot{\rho}$: Aceleración radial.
- $-\rho\dot{\phi}^2$: Aceleración centrípeta.
- $2\dot{\rho}\dot{\phi}$: Aceleración de Coriolis.
- $\rho\ddot{\phi}$: Aceleración transversal o angular.

1.5. Ejemplo: Trayectoria en una Espiral Cónica

Enunciado: Un punto se desplaza sobre un cono de semiángulo α, con $r(t) = ct$ y $\phi(t) = \omega t$.

- **Posición:** $\vec{r}(t) = ct\hat{u}_r$.
- **Velocidad:** $\vec{v} = c\hat{u}_r + ct\omega\sin\alpha\hat{u}_\phi$.
- **Aceleración:** Resulta en componentes radial (centrípeta), polar (mantenimiento en superficie) y azimutal (Coriolis pura $2c\omega\sin\alpha$).

1.6. Trucos y Reglas Nemotécnicas

- **Regla de Poisson:** La derivada de un vector unitario que rota es $\vec{\omega} \times \hat{u}$.
- **Truco examen:** Si el módulo de la velocidad es constante, la aceleración tangencial es cero ($a_t = 0$).
- **Regla de Coriolis:** Siempre lleva un factor 2 y mezcla velocidad radial con rotación ($2\omega v_r$).

2. Componentes intrínsecas y movimiento relativo

2.1. Triedro de Frenet-Serret

$$\vec{a} = \dot{v}\vec{u}_t + \frac{v^2}{\rho}\vec{u}_n$$

- $\dot{v}$: Aceleración tangencial (a_t).
- v^2/ρ: Aceleración normal o centrípeta (a_n).
- ρ: Radio de curvatura.
- $\vec{u}_t, \vec{u}_n$: Vectores unitarios tangente y normal.

2.2. Cinemática del Movimiento Relativo

$$\vec{a}_a = \vec{a}_r + \vec{a}_e + \vec{a}_c$$

- $\vec{a}_a$: Aceleración absoluta (vista desde el sistema fijo).
- $\vec{a}_r$: Aceleración relativa (vista desde el sistema móvil).
- $\vec{a}_e$: Aceleración de arrastre ($\ddot{\vec{R}} + \dot{\vec{\omega}} \times \vec{r}' + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$).
- $\vec{a}_c$: Aceleración de Coriolis ($2\vec{\omega} \times \vec{v}_r$).

3. Leyes de Newton. Momento lineal y angular

3.1. Leyes de Newton

1. **Inercia:** Todo cuerpo permanece en reposo o MRU si la fuerza neta es nula.
2. **Fuerza:** $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$.
3. **Acción-Reacción:** $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$.

3.2. Momento Lineal y Angular

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad | \quad \vec{L}_O = \vec{r} \times \vec{p}$$

- $\vec{p}$: Momento lineal.
- $\vec{L}_O$: Momento angular respecto al punto O.
- $\vec{r}$: Vector posición desde O.

$$\vec{M}_O = \frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{r} \times \vec{F}$$

- $\vec{M}_O$: Momento de la fuerza o Torque.

4. Trabajo y energía. Conservación

4.1. Trabajo y Energía Cinética

$$W_{A\to B} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = \Delta T$$

- W: Trabajo mecánico (escalar).
- T: Energía cinética ($\frac{1}{2}mv^2$).
- ΔT: Variación de energía cinética ($T_B - T_A$).

4.2. Fuerzas Conservativas y Energía Mecánica

- **Condición de Conservación:** $\nabla \times \vec{F} = 0$ (Rotacional nulo).
- **Energía Potencial (V):** $\vec{F} = -\nabla V$.

$$E = T + V \implies W_{nc} = \Delta E$$

- E: Energía mecánica total.
- W_{nc}: Trabajo de las fuerzas no conservativas (ej. rozamiento).

4.3. Trucos para Examen

- **Rozamiento:** El trabajo del rozamiento siempre es negativo y depende de la distancia total recorrida, no del desplazamiento neto.
- **Conservación:** Si no hay rozamiento ni motores, iguala $E_{inicial} = E_{final}$ para ahorrarte integrar las fuerzas.

Esquema

- **Cinemática:** Definimos posición ($\vec{r}$), velocidad ($\vec{v} = \dot{\vec{r}}$) y aceleración ($\vec{a} = \ddot{\vec{r}}$). Es vital dominar el cambio de base (Cartesianas vs. Polares).
- **Aceleración Intrínseca:** Se divide en tangencial ($a_t = \dot{v}$, cambia el módulo) y normal ($a_n = v^2/\rho$, cambia la dirección).
- **Movimiento Relativo:** Aplicamos el Teorema del Transporte. La aceleración absoluta suma la relativa, la de arrastre y la de Coriolis ($2\vec{\omega} \times \vec{v}_r$).
- **Dinámica Newtoniana:** La 2ª Ley relaciona fuerza y momento lineal ($\vec{F} = \dot{\vec{p}}$). El momento angular se conserva si el torque es nulo.
- **Energía:** El trabajo neto cambia la energía cinética (ΔT). Si las fuerzas son conservativas ($\nabla \times \vec{F} = 0$), la energía mecánica se mantiene constante.
- **Fuerzas No Conservativas:** El rozamiento disipa energía mecánica en forma de calor. Su trabajo es la variación de la energía total ($W_{nc} = \Delta E$).
- **Equilibrio:** Analizamos la estabilidad mediante el potencial $V(x)$. Mínimos de V son equilibrio estable; máximos son inestables.

Tema 2: Sistemas de partículas y sólido rígido

5. Centro de masas y conservación del momento lineal

5.1. Definición y Propiedades del Centro de Masas (CM)

El centro de masas es el punto geométrico donde se considera concentrada toda la masa del sistema para el estudio de su traslación global.

Posición del Centro de Masas

$$\vec{R}_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i \vec{r}_i}{M} \quad ; \quad \vec{R}_{cm} = \frac{1}{M}\int_\Omega \rho(\vec{r})\vec{r}\, dV$$

- M: Masa total del sistema ($\sum m_i$ o $\int dm$).
- $\vec{r}_i/\vec{r}$: Vector posición de la partícula o elemento de masa.
- $\rho(\vec{r})$: Densidad volumétrica de masa.

5.1.1. Propiedades cinemáticas del CM

La velocidad ($\vec{V}_{cm}$) y aceleración ($\vec{A}_{cm}$) describen el movimiento del sistema como un todo.

Cinemática del CM

$$\vec{V}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{M} = \frac{\vec{P}}{M} \quad ; \quad \vec{A}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{a}_i}{M}$$

- $\vec{P}$: Momento lineal total del sistema.
- $\vec{v}_i/\vec{a}_i$: Velocidad y aceleración de cada partícula.

5.2. Dinámica de un Sistema de Partículas

Las fuerzas internas ($\vec{f}_{ij}$) se cancelan por la tercera ley de Newton. Solo las fuerzas externas alteran el movimiento del CM.

Ecuación Fundamental de la Dinámica de Sistemas

$$\vec{F}_{ext} = M\vec{A}_{cm} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

- $\vec{F}_{ext}$: Resultante de todas las fuerzas externas al sistema.
- $d\vec{P}/dt$: Variación temporal del momento lineal total.

5.3. Momento Lineal y su Conservación

- **Definición:** $\vec{P} = \sum m_i\vec{v}_i = M\vec{V}_{cm}$.
- **Principio de Conservación:** Si la resultante de las fuerzas externas es nula ($\vec{F}_{ext} = 0$), entonces $\vec{P}$ es constante y el CM se mueve con velocidad constante.

5.4. Sistemas de Masa Variable: El Cohete

Ecuación de Tsiolkovsky

$$\Delta v = u \ln\left(\frac{m_0}{m_f}\right)$$

- u: Velocidad de eyección de los gases relativa al cohete.
- m_0, m_f: Masas inicial y final del cohete.

- **Truco examen:** En explosiones o colisiones espaciales donde no hay gravedad, el CM permanece en reposo o con MRU constante. ¡Ignora los fragmentos y calcula solo el CM!
- **Regla nemotécnica:** "Fuerzas internas no mueven el CM". Un hombre en una barca no puede mover el CM del sistema barca-hombre empujando la proa.

6. Colisiones y momento angular

6.1. Fundamentos del Momento Angular ($\vec{L}$)

Momento Angular de un Sistema

$$\vec{L}_O = \sum_{i=1}^{N} \vec{r}_i \times m_i\vec{v}_i = \vec{L}_{orb} + \vec{L}_{cm}$$

- $\vec{L}_{orb}$: Momento angular del CM respecto al punto O ($\vec{R}_{cm} \times M\vec{V}_{cm}$).
- $\vec{L}_{cm}$: Momento angular intrínseco (rotación respecto al CM).

6.2. Conservación del Momento Angular

Si el torque externo neto es cero ($\vec{\tau}_{ext} = 0$), el momento angular se conserva ($\vec{L} = \text{cte}$).

- **Colisiones con eje fijo:** $\vec{P}$ no se conserva (reacción en el eje), pero $\vec{L}$ respecto al eje sí se conserva.

6.3. Tensor de Inercia y Sólido Rígido

Relación Angular

$$\vec{L} = \mathbf{I} \cdot \vec{\omega}$$

- $\mathbf{I}$: Tensor de inercia (matriz de distribución de masa).
- $\vec{\omega}$: Velocidad angular del sólido.

- **Ejemplo Clarificador:** Un patinador que cierra los brazos reduce su momento de inercia (I). Como $L = I\omega$ debe ser constante, su velocidad angular (ω) aumenta drásticamente.

7. Energía cinética y conservación de la energía

7.1. Teoremas de König

La energía cinética total se descompone en traslación del CM y movimiento relativo.

Segundo Teorema de König

$$T = \frac{1}{2}MV_{cm}^2 + T_{int}$$

- T_{int}: Energía cinética medida desde el sistema del CM.
- Para un sólido rígido: $T_{int} = \frac{1}{2}\vec{\omega} \cdot \mathbf{I}_{cm}\vec{\omega}$.

7.2. Conservación de la Energía Mecánica

$E = T + V$. Se conserva si solo actúan fuerzas conservativas.

- **Importante:** En rodadura sin deslizamiento, la fricción estática **no** realiza trabajo, por lo que la energía mecánica se conserva.

8. Momento de inercia y sólido rígido

8.1. Cálculo del Momento de Inercia

Teorema de Steiner (Ejes Paralelos)

$$I_O = I_{cm} + Md^2$$

- I_{cm}: Momento de inercia respecto al eje que pasa por el CM.
- d: Distancia entre los ejes paralelos.

8.2. Ecuaciones de Euler (Rotación)

- Describen la aceleración angular bajo torques externos.
- En sistemas planos o con eje fijo: $\tau = I\alpha$.
- **Truco para el examen:** Si tienes un sólido rodando por un plano inclinado, usa siempre conservación de energía ($mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$) en lugar de fuerzas. Es más rápido y evita errores con la fricción.
- **Regla de memoria:** Momentos de inercia típicos: Esfera ($\frac{2}{5}MR^2$), Cilindro ($\frac{1}{2}MR^2$), Varilla extremo ($\frac{1}{3}ML^2$).

Esquema de Guía Oral

- **Centro de Masas:** Punto donde la masa total resume la traslación del sistema. Se calcula como el promedio ponderado de las posiciones.
- **Fuerzas Externas:** Son las únicas capaces de acelerar el CM. Las fuerzas internas se anulan por pares (3^{a} Ley Newton).
- **Conservación de $\vec{P}$:** Si no hay fuerzas externas (sistema aislado), el momento lineal total es constante. Clave en choques y explosiones.
- **Momento Angular $\vec{L}$:** Cantidad de rotación. Se conserva si el torque externo es nulo. Crucial en problemas con pivotes o órbitas.
- **Teorema de König:** Divide la energía cinética en "energía del CM" más "energía de rotación/interna". Facilita el cálculo en sólidos.
- **Momento de Inercia I:** Resistencia a la rotación. Depende de la distribución de masa y la distancia al eje (Steiner).
- **Rodadura:** Condición cinemática $v = \omega R$. Une traslación y rotación en una sola variable para el balance energético.

Tema 3: Gravitación

9. Ley de gravitación universal y campos gravitatorios

9.1. La Síntesis Newtoniana: Ley Universal

Establece la interacción atractiva entre dos masas puntuales. Es una fuerza central (actúa en la línea que une los centros) y conservativa.

$$\vec{F}_{12} = -G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$$

- G: Constante de gravitación universal ($6{,}674 \times 10^{-11}$ N $\cdot$ m^2/kg^2).
- m_1, m_2: Masas de los cuerpos interactuantes (kg).
- r_{12}: Distancia entre los centros de masa (m).
- $\hat{r}_{12}$: Vector unitario dirigido de la fuente a la masa afectada.
- Signo negativo: Indica naturaleza puramente atractiva.

9.2. Concepto de Campo Gravitatorio ($\vec{g}$)

El campo es una perturbación del espacio. Permite superar el problema de la "acción a distancia".

$$\vec{g}(\vec{r}) = -\frac{GM}{r^2}\hat{r}$$

- $\vec{g}$: Intensidad del campo gravitatorio o aceleración de la gravedad (m/s^2 o N/kg).
- M: Masa que genera el campo (kg).
- r: Distancia desde la masa fuente al punto de observación (m).

9.2.1. Propiedades Matemáticas

- **Superposición:** $\vec{g}_{total} = \sum \vec{g}_i$. El campo total es la suma vectorial de campos individuales.
- **Irrotacionalidad:** $\nabla \times \vec{g} = 0$. Implica que el campo deriva de un potencial escalar.
- **Ecuación de Poisson (Local):** $\nabla \cdot \vec{g} = -4\pi G\rho$, donde ρ es la densidad de masa.

9.3. Distribuciones Continuas y Simetrías

Para cuerpos extensos, se utiliza la densidad de masa (ρ, σ, λ).

- **Esferas (Teorema de las cortezas):** Al exterior actúan como masa puntual. Al interior, solo atrae la masa encerrada por el radio actual.
- **Planos infinitos:** Generan un campo uniforme $g = 2\pi G\sigma$, independiente de la distancia.

9.4. Principio de Equivalencia

Postula la igualdad entre masa inercial (m_i) y masa gravitatoria (m_g), lo que implica que todos los cuerpos caen con la misma aceleración $\vec{a} = \vec{g}$ en el vacío.

- **Ejercicio de Ejemplo:** Determinar el campo gravitatorio en el eje z de un anillo de masa M y radio R.
- **Solución resumida:** Por simetría, las componentes horizontales se anulan. Solo sobrevive la componente z:

$$g_z = -\frac{GMz}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

- **Análisis asintótico:** Si $z \gg R$, el campo tiende a $-GM/z^2$ (comportamiento de masa puntual).
- **Truco de examen:** En problemas de simetría, identifica siempre los ejes donde las componentes se cancelan antes de integrar.
- **Regla de memoria:** La gravedad "muere" con el cuadrado de la distancia ($1/r^2$), pero el potencial solo con la distancia ($1/r$).

10. Potencial gravitatorio y teorema de Gauss

10.1. Campo Escalar de Potencial (Φ)

El potencial es la energía potencial por unidad de masa. Facilita cálculos al ser una magnitud escalar.

$$\Phi(r) = -\frac{GM}{r} \quad ; \quad \vec{g} = -\nabla\Phi$$

- Φ: Potencial gravitatorio (J/kg o m^2/s^2).
- ∇: Operador gradiente (indica que $\vec{g}$ apunta hacia potenciales decrecientes).
- Relación con Energía Potencial (U): $U = m\Phi$.

10.2. Teorema de Gauss

Herramienta fundamental para calcular el campo en distribuciones con alta simetría.