Repaso de Magnitudes y Conceptos Físicos de 2º de Bachillerato

CAMPO GRAVITATORIO		
Magnitud física	**Definición-Unidades**	**Sentido Físico. Relaciones**
$\vec{r}$	Vector posición. Se mide en metros.	Se mide desde el origen de coordenadas del sistema de referencia que se escoja. En muchas expresiones aparece como $\lvert\vec{r}\rvert$. Se puede hacer un unitario en la dirección del radio haciendo $\hat{u}_r = \frac{\vec{r}}{\lvert\vec{r}\rvert}$
$\vec{v}$	Vector velocidad $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ Se mide en m/s	Es el ritmo de cambio en el vector posición. La velocidad nos da la dirección y sentido del movimiento. El vector velocidad cambia si cambia no solamente el módulo sino si lo hace la dirección.
$\vec{a}$	Vector aceleración $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ Se mide en m/s^2	Es el ritmo de cambio en el vector velocidad. La aceleración tiene dos componentes**: tangencial** (si cambia el módulo) y **centrípeta** (si cambia la dirección). La aceleración centrípeta tiene la dirección radial y sentido hacia el centro de la circunferencia. Su valor es : $\frac{\lvert\vec{v}\rvert^2}{R}$. En este curso, este tipo de aceleración es muy importante porque aparecen movimientos centrípetos en el campo gravitatorio y en el campo magnético. La aceleración centrípeta y la velocidad son perpendiculares entre sí.
m	Podemos distinguir dos tipos de masa: **Masa inercial** **Masa gravitatoria** Ambas se miden en Kg y tienen el mismo valor	**Masa inercial:** Es una medida de la inercia, es decir de la resistencia que ofrece un cuerpo a cambiar su estado de movimiento. Aparece en la definición de Momento lineal y en la Segunda Ley de Newton **Masa gravitatoria:** es la propiedad según la cual dos masas se atraen con una fuerza denominada gravitatoria. Aparece en la ley de Gravitación Universal.
$\vec{p} = m_{inercial}\vec{v}$	Vector Momento lineal o cantidad de movimiento. Se mide en Kg m/s	Magnitud física muy importante porque aparecen las dos cantidades que afectan a la inercia de una partícula, su velocidad y su masa. Esta magnitud permanece constante en ausencia de fuerzas. Si hacemos el cálculo del momento lineal para un sistema de partículas, se conserva si las fuerzas externas al sistema suman cero.
$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m_i\vec{a}$	Segunda ley de Newton. El vector Fuerza se mide en N	La segunda ley de Newton dice que la fuerza es igual al ritmo de cambio de la Cantidad de Movimiento. En caso de que la masa sea constante se convierte en masa por aceleración. Esta expresión me dice que la aceleración y la fuerza son vectores que tienen siempre la misma dirección y sentido. No ocurre lo mismo entre la velocidad y la fuerza que podrían llegar a tener sentidos opuestos e incluso ser perpendiculares. Se trata de una expresión vectorial que puede dar lugar a una ecuación si se aplica en una determinada dirección.
$\vec{F} = -\frac{GMm}{\lvert\vec{r}\rvert^2}\,\overrightarrow{u_r}$	Ley de Gravitación Universal de Newton	Se trata de la expresión que establece la fuerza que ejercen entre si dos cuerpos. Se puede comentar: • La fuerza es siempre atractiva. Por eso aparece el signo menos en la expresión (indica que tiene sentido opuesto al unitario que sale de una masa a otra) • Es proporcional a una constante muy pequeña que se pretende además que es Universal(la fuerza es apreciable sólo si alguna de las masas es suficientemente grande). • Es proporcional a una propiedad de los cuerpos que se denomina masa gravitatoria. • Es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Lo cual podemos vincularlo con la geometría tridimensional del espacio conocido y la superficie de una esfera.

<table>
<tr><th colspan="3">CAMPO GRAVITATORIO</th></tr>
<tr><th>Magnitud física</th><th>Definición-Unidades</th><th>Sentido Físico. Relaciones</th></tr>
<tr><td>W</td><td>Trabajo
Magnitud escalar
$W = \int \vec{F}.d\vec{r}$
Se mide en Julios. (J)</td><td>El trabajo es una magnitud escalar definida como el producto escalar de dos magnitudes vectoriales .En el producto escalar al desarrollarlo aparece el módulo de la fuerza, el módulo de diferencial de r y el coseno del ángulo que forman. Lo cual quiere decir que las fuerzas perpendiculares al desplazamiento no realizan trabajo(por ejemplo las fuerzas centrípetas no realizan trabajo).
El trabajo se realiza(la fuerza se ejerce), es una forma de transferir energía.
Merece especial atención un tipo de trabajo denominado trabajo conservativo. Hay determinadas fuerzas en las que se cumple que :
$$W = \oint \vec{F}.d\vec{r} = 0$$
Es decir que el trabajo en una trayectoria cerrada el trabajo es cero o dicho de otra manera: el trabajo no depende de la trayectoria seguida sino del punto inicial y final. Ejemplos de fuerzas conservativas son la fuerza gravitatoria y la fuerza eléctrica. Ejemplo de una fuerza no conservativa es la fuerza de rozamiento.
Hay dos relaciones muy importantes para el trabajo: Teorema de las “fuerzas vivas” o de la Energía cinética: $W_T = \Delta E_c = \frac{1}{2}m|\vec{v}_2|^2 - \frac{1}{2}m|\vec{v}_1|^2$ El trabajo es el realizado por las fuerzas intervinientes conservativas o no. Relación con la Energía Potencial $W_c = -\Delta E_p$.
Sólo en aquellos sistemas conservativos se puede definir una Energía potencial. Luego esta relación sólo se puede aplicar en sistemas conservativos. La relación me dice que aquellos procesos de trabajo positivo (realizado por el sistema), conlleva pérdida de energía potencial. Si el trabajo es negativo no lo realiza el sistema; Si alguien lo hace, por ejemplo elevar una masa(el sistema haría trabajo negativo), conlleva aumento de energía potencial.
Si ponemos juntas ambas expresiones podemos llegar a que: $W_{nc} = \Delta E_m$. En la que vemos que si el trabajo no conservativo es cero la energía mecánica se conserva.</td></tr>
<tr><td>$\boldsymbol{E_p}$</td><td>Número Energía potencial gravitatoria
$\boldsymbol{E_p = \frac{-GMm}{r}}$
Se mide en Julios</td><td>Podemos definir energía potencial gravitatoria porque la fuerza gravitatoria es conservativa. Se trata de una cantidad numérica de valor negativo. Eso significa que lo más que puede valer la Energía potencial es el infinito, que vale cero.
La Energía potencial de un sistema de masas es negativo y decae con la distancia. Desde el punto de vista energético dos masas se atraen porque tienden a hacer su energía más negativa y por lo tanto más pequeña.</td></tr>
<tr><td>$E_m = E_c + E_p$</td><td>Número Energía Mecánica gravitatoria
$E_m = \frac{1}{2}m|\vec{v}|^2 - \frac{GMm}{r}$</td><td>La Energía mecánica es la suma de cinética y potencial. En el caso gravitatorio tenemos un balance entre una cantidad positiva (Energía cinética) y una cantidad negativa (un pozo energético originado por la energía potencial). Se produce una órbita cerrada (elipse o circunferencia) si la energía mecánica es menor que cero.
Si la energía en mayor o igual que cero la órbita es abierta.</td></tr>
</table>

CONDICIONES

CONDICIÓN DE ÓRBITA: Condición de Fuerza. Segunda Ley de Newton.

La condición de órbita para una órbita circular es: Sobre la masa que orbita actúa una fuerza de atracción gravitatoria que se comporta como una fuerza centrípeta. Aplicando la Segunda ley de Newton a la dirección radial y tomando como fuerza la expresada en la ley de gravitación Universal :

$$\sum \vec{F} = m\ \vec{a} \rightarrow \frac{\boldsymbol{GMm}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|^2} = \boldsymbol{m}\frac{|\vec{\boldsymbol{v}}|^2}{|\vec{\boldsymbol{r}}|} = \boldsymbol{m\omega^2}|\vec{\boldsymbol{r}}| = \boldsymbol{m}\frac{\boldsymbol{4\pi^2}}{\boldsymbol{T^2}}|\vec{\boldsymbol{r}}|$$

De esta expresión según combine la primera con la segunda, tercera y cuarta puedo obtener diferentes cosas:

1. Velocidad orbital: :
   $\frac{\boldsymbol{GMm}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|^2} = \boldsymbol{m}\frac{|\vec{\boldsymbol{v}}|^2}{|\vec{\boldsymbol{r}}|} \rightarrow |\vec{\boldsymbol{v}}_{\acute{o}\boldsymbol{rbital}}| = \sqrt{\frac{\boldsymbol{GM}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|}}$ (Recuerda que r se mide de centro a centro)
2. Velocidad angular: $\frac{\boldsymbol{GMm}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|^2} = \boldsymbol{m\omega^2}|\vec{\boldsymbol{r}}| \rightarrow \boldsymbol{\omega} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{GM}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|^3}}$
3. Período:
   $\frac{\boldsymbol{GMm}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|^2} = \boldsymbol{m}\frac{\boldsymbol{4\pi^2}}{\boldsymbol{T^2}}|\vec{\boldsymbol{r}}| \rightarrow \frac{\boldsymbol{T^2}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|^3} = \frac{\boldsymbol{4\pi^2}}{\boldsymbol{GM}}$ Lo cual conduce a la tercera ley de Kepler aplicada a un movimiento circular. No está mal recordar la relación para el movimiento circular uniforme : $v = w\,r = \frac{2\pi r}{T}$

Utilizando la expresión de la velocidad de órbita se puede determinar que la Energía mecánica de una órbita circular es la mitad de la potencial, es decir: $E_m = E_c + E_p = -\frac{GMm}{2r}$

CONDICIÓN DE ESCAPE: Condición energética.

La condición de escape es que la energía cinética (positiva) sea suficiente para remontar "el pozo energético" de la Energía Potencial. La condición límite es que la Energía mecánica gravitatoria sume cero :

$$E_m = \frac{1}{2}m|\vec{v}|^2 - \frac{GMm}{r} = 0 \rightarrow |\vec{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{escape}}| = \sqrt{\frac{\boldsymbol{2GM}}{|\vec{\boldsymbol{r}}|}}$$

CONDICIÓN DE SUBIR A CIERTA ALTURA: Condición energética.

Suponemos que la Energía mecánica se conserva en este proceso porque no existe trabajo no conservativo. Por tanto puedo igualar la Energía mecánica inicial (potencial + cinética) con la energía mecánica final (sólo potencial):

$$E_{mi} = E_{mf} \rightarrow \frac{1}{2}m|\vec{v}|^2 - \frac{GMm}{r_i} = -\frac{GMm}{r_i + h}$$

Aquí r_i es la distancia inicial desde el centro del planeta al objeto que se quiere elevar a cierta altura h .
Esta ecuación nos serviría también si un objeto cae desde cierta altura hasta una distancia del Centro ri(sólo cambia lo que llamo inicio y lo que llamo fin).

CONDICIÓN DE PONER EN ÓRBITA: Condición energética.

Suponemos que la Energía mecánica se conserva en este proceso porque no existe trabajo no conservativo. Por tanto puedo igualar la Energía mecánica inicial (potencial + cinética) con la energía mecánica final (potencial y cinética), que para una órbita circular vale la mitad de la potencial en ese punto.

$$E_{mi} = E_{mf} \rightarrow \frac{1}{2}m|\vec{v}|^2 - \frac{GMm}{r_i} = -\frac{GMm}{2(r_i + h)}$$

CAMPO GRAVITATORIO

Magnitud física	Definición-Unidades	Sentido Físico. Relaciones
$\vec{L} = \vec{r}\, x\, \vec{p}$ $\vec{L} = \vec{r} x\, m\vec{v}$	Momento angular o cinético Se mide en Kg m^2/s	Para movimientos curvilíneos introducimos otra magnitud física muy interesante denominada Momento angular. Tiene que ver con el momento lineal (y recordemos que en él está metida la inercia del sistema) pero aparece además un producto vectorial con el vector posición(con lo que ahora debemos ser más precisos al definir y nombrar nuestro sistema de coordenadas y su origen) . La razón del interés del momento angular o cinético es que bajo condiciones permanece constante y además podemos escribir una ecuación para rotación equivalente a la segunda ley de Newton para traslación. Si calculamos el Momento angular para un sistema de partículas se puede demostrar que para ciertas situaciones de simetría : $\vec{L} = I\,\vec{\omega}$ Donde I es el denominado Momento de Inercia que vale: $I = \sum_{i=1}^{n} m_i|\vec{r_i}|^2 = \int |\vec{r}|^2 dm$ Según sea la distribución discreta (masas puntuables contables) o una distribución continua de masa. El momento de inercia del aro, la esfera o el cilindro es: $I = \beta m|\vec{r}|^2$donde$eje\ que\ pasa\ por\ su\ centro\ aro\ \ \beta = 1\ ; eje\ que\ pasa\ por\ un\ radio\ esfera\ \beta = \frac{2}{5}\ ; eje\ que\ pasa\ por\ el\ eje\ cilindro\ \beta = \frac{1}{2}$

TEOREMAS DE CONSERVACIÓN.

CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO $\vec{p}$

$$\sum \vec{F}_{externas} = \frac{d\vec{p}_{sistema}}{dt} \rightarrow Si\ \sum \vec{F}_{externas} = 0 \rightarrow \vec{p}_{sistema} = \overrightarrow{constante}$$

Es decir la cantidad de movimiento del sistema permanece constante si no hay fuerzas externas. Un objeto que se mueva en una trayectoria circular no podrá conservar nunca su momento lineal o cantidad de movimiento porque para que se produzca ese tipo de trayectoria es imprescindible una fuerza (ejemplo: ni la Tierra, ni la Luna conservan su momento lineal).

CONSERVACIÓN DEL MOMENTO ANGULAR O CINÉTICO $\vec{L}$

$\sum \vec{M}_{externos} = \sum_{i=1}^{n} (\vec{r}_i x \vec{F}_i) = \frac{d\vec{L}_{sistema}}{dt} \rightarrow Si \sum \vec{M}_{externos} = 0 \rightarrow \vec{L}_{sistema} = \overrightarrow{constante}$

Es decir el Momento angular de un sistema permanece constante si no hay fuerzas que "produzcan momento" El momento de una fuerza es la eficacia de dicha fuerza para cambiar el "estado de rotación" $\vec{M} = \vec{r} x \vec{F}$ (lo del "estado de rotación"es una cuestión un poco sutil pero aquí basta pensar que dicho estado se caracteriza por el vector L donde están ,además de la velocidad angular, la distribución de la masa respecto a cierto sistema de referencia). Hay que decir además que la condición de que las fuerzas sumen cero no indica necesariamente que el momento neto sea cero, como es el caso del par de fuerzas.

En el movimiento gravitatorio, tanto en el circular como en el elíptico realizado por los planetas en torno al Sol teniendo a este en uno de los focos de la elipse (1ª ley de Kepler) el momento angular se conserva. Dicha conservación conduce a la segunda ley de Kepler, que habla sobre la velocidad a la que se barren áreas o velocidad areolar:

$$v_{areolar} = \frac{dA}{dt} = \frac{|\vec{L}|}{2m} = constante \rightarrow A = \int_{t_0}^{t_1} \frac{|\vec{L}|}{2m}\, dt$$

Se puede razonar a partir de la conservación del Momento angular la diferente velocidad que tienen los planetas en el Afelio y en el Perihelio:

$\vec{L}_i = \vec{L}_f \rightarrow m|\vec{r}_a|\,|\vec{v}_a| = m|\vec{r}_p|\,|\vec{v}_p| \rightarrow |\vec{r}_a|\,|\vec{v}_a| = |\vec{r}_p|\,|\vec{v}_p|$

Se puede razonar a partir de la conservación de L para un sistema de partículas como por ejemplo la Tierra, qué le ocurriría si se fundieran los casquetes polares:

$\boldsymbol{\vec{L} = I\,\vec{\omega} = \overrightarrow{constante} \rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \rightarrow I_1\frac{2\pi}{T_1} = I_2\frac{2\pi}{T_2}}$ **;** Si se ha de mantener constante el Momento angular y el momento de inercia crece habrá de disminuir la velocidad angular y por lo tanto aumentar el período.

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

$$W_{NO\ CONSERVATIVO} = \Delta E_m \rightarrow si\ W_{NO\ CONSERVATIVO} = 0 \rightarrow E_m = constante$$

En una órbita circular la Energía mecánica es constante y lo son además la energía cinética y potencial por separado.

En una órbita elíptica la Energía mecánica es constante pero no lo son ni la cinética ni la potencial por separado.

CAMPO GRAVITATORIO		
Magnitud física	**Definición-Unidades**	**Sentido Físico. Relaciones**
$\boldsymbol{\vec{g} = -\frac{GM}{\lvert\vec{r}\rvert^2}\widehat{u_r}}$	Vector Campo gravitatorio creado por una masa puntual Se mide en N/Kg	Para poder salvar la "acción a distancia" se introduce el concepto de campo gravitatorio como una condición vectorial que la masa M crea en cada punto del espacio, de forma que una masa prueba(mp) que se introdujera en un punto sentiría una fuerza debido a esa condición : : $\boldsymbol{\vec{F} = m_p\vec{g}_{punto}}$ En este caso como la masa es siempre positiva, el campo gravitatorio y la fuerza tienen siempre la misma dirección y sentido.

CAMPO GRAVITATORIO		
Magnitud física	**Definición-Unidades**	**Sentido Físico. Relaciones**
$V = -\frac{GM}{\lvert\vec{r}\rvert}$	Número Potencial gravitatorio Se mide en J/Kg	En cada punto del espacio además de la condición vectorial que se denomina campo gravitatorio y que se relaciona con la Fuerza, existe una condición escalar que se relaciona con la energía. Este número se denomina potencial gravitatorio y se cumple que una masa de prueba que se colocara en un punto con potencial Va tendría una energía potencial de: $E_{pA} = m_p V_A$ Este concepto es especialmente importante para calcular el trabajo realizado por el campo gravitatorio para trasladar una masa de un punto A hasta un punto B: $W_{A\to B} = m_p(V_A - V_B)$ En esta expresión si el trabajo es positivo lo hace el sistema a costa de su energía potencial. El potencial adquiere su valor máximo, como la Energía potencial en el infinito, donde vale cero.
$\vec{g} = -\frac{GM}{\lvert\vec{r}\rvert^2}\widehat{u_r}$	Vector Aceleración gravitatoria experimentada por una masa en el interior de un campo creado por una masa M. Se mide en m/s^2	Esta expresión es válida para objetos no puntuales para puntos exteriores. Como se ve la aceleración decrece con el cuadrado de la distancia.
$g_0 = \frac{GM_T}{R_T^2} \to g_0 R_T^2 = GM_T$	Relación muy importante en gravitación	Esta relación hay que utilizarla en función de los datos que me den en el problema.
$\vec{g} = -\overrightarrow{gradV}$	Relación entre el campo y la energía	Las dos visiones, la interacción y la energía, no son independientes. El vector gradiente apunta en la dirección según la cual V crece más rápidamente. Como el campo es menos el gradiente del potencial ocurre que el campo gravitatorio y por lo tanto la fuerza apunta en la dirección según la cual V decrece más rápidamente (razón energética por la que dos masas se atraen).
$\emptyset = \int_S \vec{g}.\overrightarrow{dS} = -4\pi\, G \sum_{i=1}^{n} m_i$	Teorema de Gauss para el caso gravitatorio	Si la distribución de masa no es puntual no podemos utilizar la ley de Gravitación Universal de Newton. El teorema de Gauss nos permite mediante consideraciones de simetría calcular el campo gravitatorio fuera (que coincide con el de una masa puntual del mismo valor que se colocara en su centro) y dentro de la esfera (que crece con el radio).

CAMPO ELÉCTRICO		
Magnitud física	**Definición-Unidades**	**Sentido Físico. Relaciones**
$\vec{F} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon\lvert\vec{r}\rvert^2}\overrightarrow{u_r}$ $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}$	Ley de Coulomb	Se trata de la expresión que establece la fuerza que ejercen entre si dos cuerpos. Se puede comentar: • Existen dos estados de carga (sólo había un estado de masa) caracterizados por signos. • La fuerza es atractiva si las cargas tienen distinto signo y repulsiva si tienen igual signo. • Es proporcional a una constante que depende del medio en el que se encuentren las cargas dicho medio está formado también por cargas e influyen en la interacción). • Es proporcional a esa propiedad de los cuerpos que se denomina carga eléctrica. • Es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Lo cual podemos vincularlo con la geometría tridimensional del espacio conocido y la superficie de una esfera.

CAMPO ELÉCTRICO		
Magnitud física	**Definición-Unidades**	**Sentido Físico. Relaciones**
$\vec{F} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon\lvert\vec{r}\rvert^2}\,\overrightarrow{u_r}$ $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}$	Ley de Coulomb	Se trata de la expresión que establece la fuerza que ejercen entre si dos cuerpos. Se puede comentar: • Existen dos estados de carga (sólo había un estado de masa) caracterizados por signos. • La fuerza es atractiva si las cargas tienen distinto signo y repulsiva si tienen igual signo. • Es proporcional a una constante que depende del medio en el que se encuentren las cargas dicho medio está formado también por cargas e influyen en la interacción). • Es proporcional a esa propiedad de los cuerpos que se denomina carga eléctrica. • Es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Lo cual podemos vincularlo con la geometría tridimensional del espacio conocido y la superficie de una esfera.
$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon\lvert\vec{r}\rvert^2}\,\widehat{u_r}$	Vector Campo Eléctrico creado por una carga puntual Se mide en N/C	Para poder salvar la "acción a distancia" se introduce el concepto de campo eléctrico como una condición vectorial que la carga Q crea en cada punto del espacio, de forma que una carga prueba (qp) que se introdujera en un punto sentiría una fuerza debido a esa condición : $\vec{F} = q_p\vec{E}_{punto}$ Aquí pueden presentarse dos casos: • Carga prueba positiva: la fuerza y el campo tienen la misma dirección y sentido. • Carga prueba negativa: la fuerza y el campo tienen la misma dirección y distinto sentido.
Magnitud física	**Definición-Unidades**	**Sentido Físico. Relaciones**
$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon\lvert\vec{r}\rvert}$	Número Potencial Eléctrico creado por una carga puntual Se mide en J/C	En cada punto del espacio además de la condición vectorial que se denomina campo gravitatorio y que se relaciona con la Fuerza, existe una condición escalar que se relaciona con la energía. Este número se denomina potencial eléctrico y se cumple que una carga de prueba que se colocara en un punto con potencial Va tendría una energía potencial de: $E_{pA} = q_pV_A = \frac{q_p Q}{4\pi\epsilon\lvert\vec{r}\rvert}$ Este concepto es especialmente importante para calcular el trabajo realizado por el campo eléctrico para trasladar una carga de un punto A hasta un punto B: $W_{A\rightarrow B} = q_p(V_A - V_B)$ En esta expresión si el trabajo es positivo lo hace el sistema a costa de su energía potencial. Tanto cuando aceleramos una carga como cuando la frenamos utilizamos esta expresión igualando el trabajo al incremento de la Energía cinética como dice el teorema de las "fuerzas vivas": $W_{A\rightarrow B} = q_p(V_A - V_B) = \Delta E_c = \frac{1}{2}m\lvert\vec{v}_B\rvert^2 - \frac{1}{2}m\lvert\vec{v}_A\rvert^2$

CAMPO ELÉCTRICO		
Magnitud física	**Definición-Unidades**	**Sentido Físico. Relaciones**
$\emptyset = \int_S \vec{E}.\vec{dS} = \frac{\sum q}{\epsilon}$	Ley de Gauss para el caso eléctrico	El teorema de Gauss me viene a decir que el flujo de campo eléctrico que atraviesa una superficie cerrada depende únicamente de la carga que hay en el interior de esa superficie. Utilizamos el teorema de Gauss para poder despejar el campo eléctrico de distribuciones no puntuales de carga que cumplan cierta simetría. 1. Campo esfera en el exterior: el mismo que el de una carga puntual que estuviera en su centro. 2. Campo creado por un plano infinito $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon}\hat{u}$ 3. Campo creado por un hilo $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon\|\vec{r}\|}\hat{u}$ 4. Campo creado por una esfera metálica en su interior es igual a cero(el potencial sería constante en todo el volumen interior e igual al de su superficie).
$\vec{E} = -\overrightarrow{gradV}$	Relación entre el campo y la energía	Las dos visiones, la interacción y la energía, no son independientes. El vector gradiente apunta en la dirección según la cual V crece más rápidamente. Como el campo es menos el gradiente del potencial ocurre que el campo eléctrico apunta en la dirección según la cual V decrece más rápidamente. Eso tiene consecuencias distintas según el signo de las cargas : • Las cargas positivas se mueven a favor del campo, es decir hacia potenciales decrecientes. • Las cargas negativas se mueven en contra del campo, es decir hacia potenciales crecientes. Podemos a partir del campo eléctrico obtenido por Gauss sacar la diferencia de voltaje entre dos puntos: $V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}.\overrightarrow{dr}$

CONDICIÓN DE EQUILIBRIO ELÉCTRICO: $V_A = V_B$

CONDICIÓN DE EQUILIBRIO TÉRMICO $T_A = T_B$

CONDICIÓN DE EQUILIBRIO DINÁMICO $\sum \vec{F} = 0\,; No\ Traslada\,;\ \sum \vec{M} = 0\,; No\ Rota\ ;$

Para hacer un problema de un sistema de cargas los pasos son:

- Se sitúan las cargas en las coordenadas que te dan.
- Se dibujan, teniendo como origen el punto donde te pide el campo, los vectores campo de cada carga teniendo en cuenta el signo que tienen. Las cargas positivas (fuentes), campo hacia fuera de ellas. Las cargas negativas (sumideros), campo hacia ellas.
- Se calculan los módulos de los vectores campos. Dichos módulos son cantidades positivas.
- Se escriben los vectores, proyectando el módulo sobre los ejes y poniendo el signo adecuado según caigan en partes positivas o negativas de los ejes coordenados.
- Se suman los vectores aplicando el principio de superposición.

Si me piden el potencial aplico la fórmula directamente (es un número) y sumo tal cual.

<table>
<tr><th colspan="3">CAMPO MAGNÉTICO</th></tr>
<tr><th>Magnitud física</th><th>Definición-Unidades</th><th>Sentido Físico. Relaciones</th></tr>
<tr><td>$d\vec{B} = \frac{\mu\, i}{4\pi} \frac{d\vec{l} x \vec{r}}{|\vec{r}|^3}$</td><td>Ley de Biot-Savart
B es un vector que se mide en Teslas en el sistema internacional. También en Wb/m^2</td><td>Son las corrientes eléctricas las fuentes de campo magnético. Como las corrientes son continuas la expresión es diferencial. La constante es la permeabilidad magnética que depende del medio. Si realizamos la integración necesaria para calcular el campo magnético de un hilo infinito de intensidad i obtenemos:
$|\vec{B}| = \frac{\mu i}{2\pi|\vec{r}|}$
Se puede saber la dirección y sentido del campo mediante la regla de la mano derecha, apuntando con el dedo pulgar en la dirección de la corriente eléctrica. El campo magnético va a involucrar las tres dimensiones del espacio al aparecer un producto vectorial.</td></tr>
<tr><td>$\oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu \sum i$</td><td>Ley de Ampère</td><td>La circulación del vector B a través de una curva amperiana es igual a la constante de permeabilidad magnética del medio por la corriente que atraviesa el interior de esa curva amperiana.
Esta ley permite en condiciones de simetría calcular el campo magnético. Podríamos deducir por ejemplo el campo magnético de un hilo (expresión anterior) o el campo magnético de un solenoide.
El campo magnético de un solenoide (enrollamiento de espiras que produce un campo magnético constante paralelo al eje) es:
$|\vec{B}| = \mu n i\, ; donde\ n = \frac{nº\ de\ espiras}{Unidad\ de\ longitud} = \frac{N}{L}$
El teorema de Ampère me dice también que el campo magnético no es conservativo y que no es posible por lo tanto definir una energía potencial magnética.
Si intentamos aplicar el teorema de Gauss al caso magnético obtenemos:
$\emptyset = \int_S \vec{B}.\vec{dS} = 0$
La razón de que esto sea así es que las líneas de campo magnéticas son cerradas. No existe el monopolo magnético. El fenómeno magnético siempre presenta los dos polos Norte y Sur.
Por ejemplo en una espira una de las caras será el Norte magnético (de la que salen las líneas de campo) y la otra será el Sur (a la que van las líneas de campo).</td></tr>
</table>

INTERACCIÓN DE CARGAS EN CAMPOS MAGNÉTICOS Y ELÉCTRICOS

Ley de Lorentz $\vec{F} = q\, \vec{v} x\, \vec{B}$; esta es la fuerza que siente una carga con velocidad dentro de un campo magnético.
De esta expresión se puede comentar:

1. Al ser un producto vectorial y aparecer el seno del ángulo que forman el campo magnético y la velocidad, no habrá fuerza sobre cargas que entren paralelas o antiparalelas al campo. Si la velocidad es perpendicular al campo habrá un MUC. En un caso intermedio el movimiento será helicoidal.
2. La fuerza es perpendicular a la velocidad y al campo magnético. Se aplica la regla de la mano derecha para indicar la dirección y sentido de la fuerza (si la carga es negativa el sentido es el opuesto al producto vectorial $\vec{v} x\, \vec{B}$).
3. Si la carga no se mueve no existe fuerza magnética.
4. El campo magnético lo puede generar algo que no sabemos y me dan su valor o bien lo puede generar un hilo con corriente y utilizaremos para calcular su valor la expresión:
$$|\vec{B}| = \frac{\mu i}{2\pi|\vec{r}|}$$

Si además de haber campo magnético hay campo eléctrico podemos utilizar la ley de Lorentz generalizada:

$$\vec{F} = q\, \vec{v} x\, \vec{B} + q\vec{E} = q\left(\vec{v} x\, \vec{B} + \vec{E}\right)$$

CONDICIÓN DE TRAYECTORIA CIRCULAR

Si una carga entra con velocidad en un campo magnético perpendicular siente una fuerza magnética dada por la Ley de Lorentz $\vec{F} = q\,\vec{v}x\,\vec{B}$. Dicha fuerza se comporta como una fuerza centrípeta que hace girar a la partícula cargada según un MUC. Aplicando la Segunda ley de Newton a la dirección radial y desarrollando el producto vectorial :

$$\sum \vec{\mathrm{F}} = \mathrm{m}\vec{a} \rightarrow \boldsymbol{q}|\vec{\boldsymbol{v}}||\vec{\boldsymbol{B}}| = \boldsymbol{m}\frac{|\vec{\boldsymbol{v}}|^2}{|\vec{\boldsymbol{r}}|} = \boldsymbol{m\omega}^2|\vec{\boldsymbol{r}}| = \boldsymbol{m}\frac{4\boldsymbol{\pi}^2}{\boldsymbol{T}^2}|\vec{\boldsymbol{r}}|$$

Según apliquemos una u otra igualdad e incluso explotando las relaciones del MUC podemos obtener radio de la órbita, frecuencia(denominada también frecuencia ciclotrónica) y período.

$$|\vec{\boldsymbol{r}}| = \frac{\boldsymbol{m}|\vec{\boldsymbol{v}}|}{\boldsymbol{q}|\vec{\boldsymbol{B}}|}$$

CONDICIÓN DE TRAYECTORIA PARABÓLICA

Si una carga entra con velocidad en un campo eléctrico perpendicular siente una fuerza eléctrica dada por $\vec{F} = q\,\vec{E}$. Dicha fuerza produce un movimiento acelerado en una dimensión, mientras que existe un movimiento uniforme en el otro. La composición de dichos movimientos es un movimiento parabólico.

Ejemplo: Si la carga entra a una cierta altura yo con una velocidad Vo y el sentido de la fuerza es hacia el eje x, las ecuaciones de movimiento serían:

$$\text{Eje x; x} = v_0 t$$
$$\text{Eje y ; y} = y_0 - \frac{1}{2}at^2$$

Aquí la aceleración se calcula mediante la segunda ley de Newton y sabiendo que la fuerza es $\vec{F} = q\,\vec{E} = m\vec{a}$. Sobre estas ecuaciones se pueden aplicar las condiciones que se necesiten para obtener los parámetros que se deseen.

INTERACCIÓN DE HILOS DE CORRIENTES

Podemos generalizar la Ley de Lorentz $\vec{F} = q\,\vec{v}x\,\vec{B}$ para el caso de un hilo con corriente en el interior de un campo magnético externo, llamada Ley de Laplace: $\vec{F} = I_{del\ hilo\ de\ Corriente}\ \vec{l}x\,\vec{B}_{campo\ magnético\ externo}$

Si ponemos un hilo frente a otro(a una distancia d) de forma que cada hilo esté “bañado” en el campo magnético creado por el otro hilo (Experimento de Ampère) podemos calcular la fuerza que hacen los hilos entre sí. Dichas fuerzas salían atractivas si las intensidades eran en el mismo sentido y repulsivas si tienen sentidos opuestos. Si llamamos HILO1 I_1 y HILO2 I_2 podemos calcular la fuerza sobre el hilo 2 debido al campo magnético creado por el hilo 1:

$$\vec{F}_{sobre\ el\ hilo\ 2} = I_{del\ hilo\ de\ Corriente2}\ \vec{l}x\,\vec{B}_{campo\ magnético\ creado\ por\ el\ hilo\ 1}$$

$$\frac{|\vec{F}_{sobre\ el\ hilo\ 2}|}{|\vec{L}|} = \mu\frac{I_{del\ hilo\ de\ Corriente2}I_{del\ hilo\ de\ Corriente1}}{2\pi d}$$

De forma análoga o aplicando la tercera ley de Newton podemos calcular la fuerza por unidad de longitud (se mide en N/m) para calcular la fuerza que siente el hilo 1 debido al campo magnético creado por el hilo 2.

Ampère utiliza este experimento para definir el Amperio separando los hilos 1 metro de distancia(todo esto y los dibujos está visto en clase y consta en los apuntes).

CAMPO MAGNÉTICO

Magnitud física	Definición-Unidades	Sentido Físico. Relaciones
$\vec{\boldsymbol{m}} = \boldsymbol{I}\vec{\boldsymbol{S}}$	Vector Momento magnético de una Espira. Se multiplica por el número de espiras si es necesario. Se mide en A.m^2	Una espira puede girar en un campo magnético bajo la acción del momento de un par de fuerzas: $\vec{M} = \vec{m}x\vec{B}$ La espira tratará de orientar su momento magnético de forma paralela al campo magnético para buscar el equilibrio.

CAMPO MAGNÉTICO: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Magnitud física	Definición-Unidades	Sentido Físico. Relaciones
$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$	Ley de Faraday-Lenz	La ley de Faraday-Lenz me dice que cuando existe una variación de flujo magnético en una superficie aparece una fuerza electromotriz (como un voltaje, se mide también en voltios aunque de forma rigurosa no es un voltaje) que produce una corriente inducida que tratará por sus efectos de compensar(el signo menos de la ley indica eso y se debe a Lenz) la variación de flujo.

$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$. Hay tres situaciones que pueden producir variación de flujo magnético

Variación del módulo de B	Variación de la Superficie	Cambio en la orientación de Sup
$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \lvert\vec{S}\rvert cos\,(\widehat{\vec{B},\vec{S}})\frac{d\lvert\vec{B}\rvert}{dt}$	$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \lvert\vec{B}\rvert cos\,(\widehat{\vec{B},\vec{S}})\frac{d\lvert\vec{S}\rvert}{dt}$	$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \lvert\vec{B}\rvert\lvert\vec{S}\rvert\frac{dcos\,(\widehat{\vec{B},\vec{S}})}{dt}$
El cambio en el módulo es el típico ejercicio en el que se presenta una función según la cual cambia B y hay que derivar o bien si fuerza electromotriz media dan el valor del tiempo y se puede calcular la variación de flujo en ese tiempo.	El ejercicio típico de esto es el del alambre que se mueve y para el que hay que encontrar una relación del cambio de superficie con el tiempo para derivar después.	En este caso estamos hablando del alternador y haciendo que la orientación cambie según wt obtenemos una fem que vale: $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \lvert\vec{B}\rvert\lvert\vec{S}\rvert\frac{dcoswt}{dt} = -w\lvert\vec{B}\rvert\lvert\vec{S}\rvert senwt$

En estos tres casos si me pide la corriente inducida tengo que aplicar la ley de Ohm $V = \frac{I}{R} = \frac{\varepsilon}{R}$

Ejemplo: Sobre 100 espiras de radio 20 cm y resistencia 2Ohmios, hay un campo magnético de valor B= 5t^2 paralelo al eje de las espiras. Calcula la intensidad inducida en las espiras a los 10 segundos.

X X X X X X X Como no dice nada puedo elegir el sentido del campo magnético hacia el plano de la página.
X X X X X X X Al aumentar el flujo de campo magnético con el tiempo aparece según Faraday una fuerza electromotriz que
X X X X X X X trata por sus efectos de compensar la variación de flujo (Lenz). Para ello la fem produce una corriente inducida
X X X X X X X que se moverá en sentido opuesto a las agujas del reloj para sacar líneas de campo de la superficie de la espira.
Aplicando por tanto la ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = N\lvert\vec{S}\rvert cos\,(\widehat{\vec{B},\vec{S}})\frac{d\lvert\vec{B}\rvert}{dt} = -100\,\pi\,0,2^2cos180\,(10t) = 40\pi t\ Voltios$$

$$I_{inducida} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{40\pi t}{20} = 2\pi t\ Amperios \rightarrow I_{inducida} = 20\pi\ Amperios$$

MVAS

Fórmulas	Definición-Unidades
$F = -kx$	Ley de Hooke. Es el tipo de fuerza que conduce a un MVAS. La fuerza se opone siempre a la elongación (la x ; para x positivas la F es negativa, para x negativa la F es positiva). K se mide en N/m
$a = -\frac{k}{m}x = -w^2x$	A partir de esta fórmula se puede saber que: $a_{max} = -w^2A$
$w = \sqrt{\frac{K}{m}}$	La frecuencia depende sólo de las características físicas del sistema, es decir de la constante del muelle y de la masa.
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$	El período de un péndulo es análogamente : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
$x(t) = Asen(wt+\varphi)$	Ecuación de movimiento. El ángulo fi depende de las condiciones iniciales. A partir de esta expresión se puede calcular la velocidad y la aceleración derivando: $v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = Awcos(wt+\varphi) \rightarrow v_{max} = \pm Aw$ $a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = -Aw^2cos(wt+\varphi)$
$E_m = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$	De la conservación de la energía podemos sacar: $v = w\sqrt{A^2-x^2} \rightarrow v_{max}\ sucede\ en\ x = 0$

ONDAS ARMÓNICAS

Fórmulas	Definición-Unidades
$$y(x,t) = Asen(kx - wt + \delta)$$ $$y(x,t) = Asen(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{T}t + \delta)$$ $$y(x,t) = Asen2\pi(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} + \delta)$$	Formas de expresar la ecuación de una onda armónica transversal que se desplaza de izquierda a derecha(si fuera en sentido opuesto tendría un + en la fase): • Se denomina fase de la onda a $\varphi = \boldsymbol{kx - wt + \delta}$**;** La fase inicial será para t=0 y posición inicial(normalmente x=0). Son necesarias las condiciones iniciales para determinar el valor de $\boldsymbol{\delta}$**,** es por ello que da igual poner seno o coseno en la ecuación de onda. • La ecuación de onda es doblemente periódica: ◦ $\boldsymbol{y(x,t) = y(x+\lambda,t)}$**; el parámetro λ determina la periodicidad espacial. Es decir la onda se repite cada λ metros. Otro parámetro útil para describir la periodicidad espacial es el número de ondas $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ en m^{-1}.** ◦ $\boldsymbol{y(x,t) = y(x,t+T)}$**; el parámetro T determina o caracteriza la periodicidad temporal. Es decir, un punto repite su estado de vibración cada T segundos.** • Es fácil ver que los puntos que distan entre sí λ metros(o un número entero de estas) vibran en fase, los que distan $\frac{\lambda}{2}$ m están en oposición de fase. • En relación a la fase los puntos que vibran en fase su diferencia de fase es $2\pi, 4\pi, 6\pi$ … ; están en oposición de fase si su diferencia de fase es $\pi, 3\pi, 5\pi$ … • Fórmula de la velocidad de propagación: $$v_p = \frac{\lambda}{T} = \lambda N = \frac{w}{k}$$ • Fórmula de la velocidad de vibración: $$v_v = \frac{\partial y}{\partial t} = \boldsymbol{A(-w)cos(kx - wt + \delta)}$$

SUPERPOSICIÓN DE ONDAS ARMÓNICAS

$$\boldsymbol{X_2 - X_1 = n\lambda}$$	Condición de interferencia constructiva. Cuando la diferencia de caminos es un múltiplo entero de una longitud de onda. Los puntos que cumplan esta condición pueden llegar en instantes concretos a la máxima amplitud.
$$\boldsymbol{X_2 - X_1 = (2n+1)\frac{\lambda}{2}}$$	Condición de interferencia destructiva. Cuando la diferencia de caminos es un múltiplo entero de una semilongitud de onda. Los puntos que cumplen esta condición se mantienen siempre con amplitud cero.

ECUACIÓN ONDAS ESTACIONARIAS :

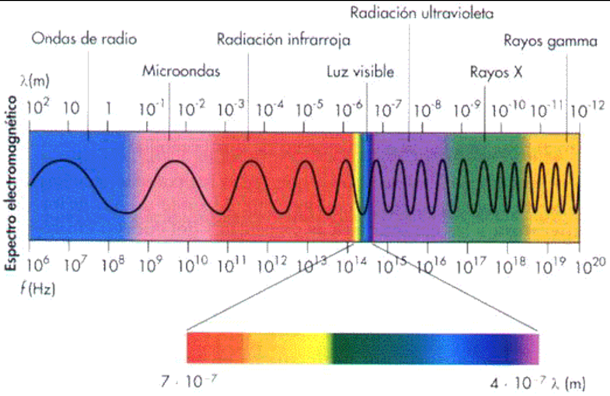
$$\boldsymbol{y(x,t) = 2Acos(kx)\,sen(wt)}$$

A partir de aquí se pueden sacar las condiciones de los nodos y los vientres.

ENERGÍA DE LAS ONDAS

$$\boldsymbol{I = \frac{E}{A.t} = \frac{P}{A}}$$	La intensidad de la onda se mide en Watios por metro cuadrado. En el caso del **Sonido** podemos definir la sonoridad, en decibelios como: $$\boldsymbol{\beta = 10\log\frac{I}{I_0}; \text{donde } I_0 \text{ es la intensidad umbral}}$$

LA LUZ



Interpretando la luz como una onda se cumple la relación : $c = \lambda.N$; como la velocidad de la luz en el vacío es constante, aquellas ondas luminosas de mayor longitud de onda tienen menor frecuencia y a la inversa.

Desde el punto de vista corpuscular la luz se compone de partículas denominadas fotones. Cada fotón tiene una energía que vale $E = hN$. Por tanto la zona del espectro visible cercana al violeta es la que más energía tiene.

La velocidad de la luz depende del medio en el que se propaga. Para caracterizar las propiedades ópticas de un medio se define el índice de refracción $n = \frac{c}{velocidad\ de\ la\ luz\ en\ el\ medio}$