cfpa MALVA-ROSA

Acceso CFGS

ACCESO UNIVERSIDAD >25

física

Curso 2019-2020

Profesor: Jaime Espinosa

jaespimon@hotmail.com

Blog de consultas: https://jaespimon.wordpress.com/

FÍSICA

Programa

Opción C

Bloque 1. Las magnitudes físicas y su medida
El sistema métrico decimal
El sistema internacional de unidades
Conversiones de unidades con factores de conversión. Unidades compuestas
Magnitudes escalares y vectoriales.
Operaciones básicas con vectores. Suma, resta, producto por un escalar. Vectores de igual dirección o de direcciones perpendiculares
Ejemplos físicos de operaciones con vectores: composición fuerzas y composición de velocidades

Bloque 2. Cinemática y dinámica
Relatividad del movimiento. Trayectoria
Magnitudes para el estudio del movimiento: posición, distancia recorrida, velocidad, aceleración.
Estudio de las gráficas e-t y v-t en los movimientos uniformes y acelerados
Estudio analítico de los movimientos: uniforme rectilíneo, rectilíneo uniformemente acelerado, circular uniforme y circular uniformemente acelerado.
Análisis crítico de las concepciones pregalileanas de las relaciones entre fuerzas y movimientos y presentación de la idea de fuerza como interacción que produce variaciones en el estado de movimiento de los cuerpos
Principios de la dinámica. Introducción de la fuerza de rozamiento por deslizamiento.
Impulso mecánico y cantidad de movimiento. Principio de conservación de la cantidad de movimiento en un sistema aislado

Bloque 3. Trabajo. Potencia y energía
Definición operativa de la magnitud trabajo en el contexto de las transformaciones mecánicas. Su utilización en diferentes situaciones. Introducción del concepto de potencia.
Relaciones entre trabajo y energía introduciendo la energía cinética y las potenciales gravitatoria (en las proximidades de la superficie terrestre).
Equivalencia entre calor y trabajo: concepto de calor como

Tema 1. Magnitudes Físicas
Magnitudes físicas. Sistema internacional de unidades. La medida en Física: órdenes de magnitud y estimación de errores. Magnitudes escalares y vectoriales. Operaciones con vectores.

Tema 2. Cinemática
Sistemas de referencia. Vector de posición, velocidad y aceleración. Movimientos: uniforme, uniformemente acelerado y circular.

Tema 3. Dinámica
Fuerzas en la Naturaleza: interacciones fundamentales. Leyes de Newton. Cantidad de movimiento. Fuerzas elásticas y de rozamiento.

Tema 4. Energía
Trabajo y energía. Energía cinética. Energía potencial. Conservación de la energía mecánica. Potencia.

Tema 5. Gravitación
Concepto de campo gravitatorio. Ley de gravitación universal. Potencial gravitatorio. Energía potencial gravitatoria. Aplicaciones al estudio del movimiento de planetas y satélites.

Tema 6. Vibraciones y ondas
Movimiento oscilatorio: el oscilador armónico. Fenómenos ondulatorios: velocidad de propagación. Ondas longitudinales y transversales. Ondas armónicas unidimensionales: ecuación de ondas.

Tema 7. Electrostática
Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo y potencial electrostático en el vacío. Campo y potencial creados por una o diversas cargas puntuales

Tema 8. Corriente Eléctrica
Intensidad de corriente. Ley de Ohm: resistencia eléctrica. Ley de Joule. Fuerza electromotriz:

proceso de transferencia de energía. Principio de conservación de la energía mecánica en ausencia de fuerzas disipativas. Balance de energía en presencia de fuerzas disipativas. **Bloque 4. Electricidad y electromagnetismo** Revisión de la fenomenología de la electrización. Naturaleza eléctrica de la materia. Principio de conservación de la carga. Interacción eléctrica. Ley de Coulomb. Estudio del campo eléctrico: Vector Intensidad de campo eléctrico. Potencial eléctrico. Diferencia de potencial entre dos puntos de un campo eléctrico. Circuito eléctrico y magnitudes para su estudio cuantitativo: fuerza electromotriz, intensidad y resistencia. Ley de Ohm. Factores de los que depende la resistencia de un conductor. Ley de Ohm para un circuito completo. Asociaciones de resistencias. Trabajo y potencia eléctricos. Efecto Joule. Estudio experimental representando las líneas de campo de los campos magnéticos creados por una corriente rectilínea indefinida y por un solenoide en su interior. Estudio del movimiento de cargas en campos magnéticos. Aplicaciones en motores eléctricos e instrumentos de medida de corrientes. Producción de corriente eléctrica mediante variaciones del flujo magnético: inducción electromagnética. Experiencias de Faraday y Henry. Ley de Lenz. Producción y transporte de la energía eléctrica en los diversos tipos de centrales. Impacto medioambiental de la energía eléctrica. **Bloque 5. Vibraciones y ondas** La ley de Hooke El oscilador armónico simple (sistema muelle-masa). Características y magnitudes para su estudio Estudio breve del movimiento armónico simple. Deducción de la ecuación de la elongación. Estudio cualitativo de la variación de la velocidad y de la aceleración. Transformaciones de energía en el oscilador armónico Movimiento ondulatorio. Velocidad de propagación Clasificación de las ondas: Longitudinales y transversales. Unidimensionales, bidimensionales (planas) y tridimensionales. Materiales y electromagnéticas Estudio del sonido y sus cualidades. Nivel de intensidad sonora y contaminación acústica. Efecto *doppler*, estudio cualitativo del caso: observador en reposo y fuente en movimiento. La transmisión de la energía a través de un medio: atenuación y absorción		generadores eléctricos.

Fenómenos ondulatorios (estudio cualitativo): reflexión, refracción		

ANÁLISIS DE LOS EXÁMENES DE LOS ÚLTIMOS AÑOS PARA ADAPTAR LOS TEMAS A LOS DOS COLECTIVOS

Opción C		
Se eligen 5 de 6		**No se elige**
2018 1. Cinemática: Gráfica v-t 2. Dinámica: Disparo, cantidad de movimiento 3. Trabajo y Energía: Ec, Potencia 4. Electricidad: Campo eléctrico 5. Electricidad: Ley de Ohm. 6. Ondas: MAS **2017** 1. Cinemática: Gráfica e-t 2. Cinemática: Plano inclinado 3. Trabajo y Energía: Ec, Potencia 4. Electricidad: Campo eléctrico 5. Electricidad: Circuito. 6. Ondas: MAS **2015** 1. Cinemática: Movimiento vertical. 2. Dinámica: Choque, cantidad de movimiento 3. Trabajo y Energía 4. Electricidad: Campo eléctrico, potencial eléctrico 5. Ondas: MAS 6. Electricidad: Circuito. **2014** 1. Cinemática: MRUA 2. Cinemática: Gráfica v-t 3. Trabajo y Energía: Potencia 4. Electricidad: Potencial eléctrico 5. Electricidad: Circuito. 6. Ondas: Teoría **2013** 1. Cinemática: MRUA 2. Dinámica: Impulso mecánico		**2019** 1. Cinemática: caída libre 2. Cinemática: plano inclinado 3. Cinemática: mov circularuniforme 4. Campo gravitatorio 5. Campo eléctrico: F **2018** 1. Cinemática: mua 2. Cinemática: rozamiento plano horizontal 3. Movimiento ondulatorio 4. Campo eléctrico: E, F 5. Electricidad: Resistencia **2017** 1. Cinemática: dos vehículos mru 2. Cinemática: lanzamiento vertical 3. Movimiento ondulatorio 4. Campo gravitatorio y eléctrico: F 5. Electricidad: circuito **2016** 1. Cinemática: mua 2. Cinemática: plano inclinado 3. Campo gravitatorio: F 4. Movimiento ondulatorio 5. Campo eléctrico: E, F **2015** 1. Cinemática y Dinámica: tirar de una caja 2. Cinemática: lanzamiento vertical 3. Cinemática y conservación Energía: subida 4. Campo gravitatorio 5. Electricidad: circuito

3. Trabajo y Energía: Potencia
4. Electricidad: Potencial eléctrico
5. Electricidad: Resistencias
6. Ondas: Sonido. Refracción.

2012
1. Cinemática: Gráfica v-t
2. Dinámica: Plano horizontal, plano inclinado
3. Trabajo y Energía: Ec
4. Electricidad: Coulomb
5. Electricidad: Circuito.
6. Ondas: MAS

2011
1. Cinemática: Gráfica e-t
2. Dinámica: Rozamiento.
3. Trabajo y Energía: Ec
4. Electricidad: Coulomb
5. Electricidad: Ley de Ohm. Resistencias
6. Ondas: MAS

2010
1. Cinemática: Gráfica e-t
2. Trabajo y Energía: W. Potencia.
3. Cinemática: Movimiento vertical.
4. Electricidad: Campo eléctrico
5. Electricidad: Ley de Ohm. Resistencias. Potencia
6. Ondas: MAS

2014
1. Cinemática: mua
2. Dinámica: 2 bloques
3. Conservación de la Energía
4. Movimiento ondulatorio
5. Electricidad: circuito

2013
1. Cinemática: dos vehículos mru
2. Dinámica
3. Movimiento ondulatorio: mas
4. Campo eléctrico: E, F
5. Electricidad: circuito

CONTENIDOS MÁS IMPORTANTES

Magnitudes y unidades	**0 veces**
Cinemática	**11 veces de 8**
Dinámica	**6 veces de 8**
Trabajo y Energía	**8 veces de 8**
Electricidad	**15 veces de 8**
Electromagnetismo	**0 veces**
Ondas	**8 veces de 8**

CONTENIDOS MÁS IMPORTANTES

Magnitudes y unidades	**0 veces**
Cinemática	**14 veces de 7**
Dinámica	**4 veces de 7**
Trabajo y Energía	**4 veces de 7**
Campo gravitatorio	**4 veces de 7**
Campo eléctrico	**5 veces de 7**
Electricidad	**5 veces de 7**
Electromagnetismo	**0 veces**
Ondas	**5 veces de 7**

ADAPTACIÓN DE LOS BLOQUES PRESCRIPTIVOS EN UNIDADES COMUNES A LOS DOS GRUPOS TENIENDO EN CUENTA LO QUE SALE EN LOS EXÁMENES

UNIDAD 1. LAS MAGNITUDES FÍSICAS Y SU MEDIDA. VECTORES.

UNIDAD 2. CINEMÁTICA

Relatividad del movimiento. Trayectoria
Magnitudes para el estudio del movimiento: posición, distancia recorrida, velocidad, aceleración.
Estudio de las gráficas e-t y v-t en los movimientos uniformes y acelerados
Estudio analítico de los movimientos: uniforme rectilíneo, rectilíneo uniformemente acelerado, circular uniforme y circular uniformemente acelerado.

UNIDAD 3. DINÁMICA

Análisis crítico de las concepciones pregalileanas de las relaciones entre fuerzas y movimientos y presentación de la idea de fuerza como interacción que produce variaciones en el estado de movimiento de los cuerpos
Principios de la dinámica. Introducción de la fuerza de rozamiento por deslizamiento.
Impulso mecánico y cantidad de movimiento. Principio de conservación de la cantidad de movimiento en un sistema aislado

UNIDAD 4. TRABAJO. POTENCIA Y ENERGÍA

Definición operativa de la magnitud trabajo en el contexto de las transformaciones mecánicas. Su utilización en diferentes situaciones. Introducción del concepto de potencia.
Relaciones entre trabajo y energía introduciendo la energía cinética y las potenciales gravitatoria (en las proximidades de la superficie terrestre).
Equivalencia entre calor y trabajo: concepto de calor como proceso de transferencia de energía.
Principio de conservación de la energía mecánica en ausencia de fuerzas disipativas. Balance de energía en presencia de fuerzas disipativas.

UNIDAD 5. CAMPO GRAVITATORIO

Una revolución científica que modificó la visión del mundo. De las leyes de Kepler a la ley de gravitación universal que unificó la Física celeste y terrestre.
Contribución de dicha ley a la determinación de la masa del Sol y de planetas con satélites, a la predicción de la existencia de planetas y a la explicación de las mareas.
Energía potencial gravitatoria.
El problema de las interacciones a distancia y su superación mediante el concepto de campo gravitatorio. Magnitudes que lo caracterizan: intensidad y potencial gravitatorio.
Estudio de la gravedad terrestre y determinación experimental de g.
Movimiento de los satélites y cohetes: energía para poner un satélite en órbita, velocidad de escape. La revolución tecnológica del uso de los satélites artificiales. El problema de la contaminación del espacio orbital.
Visión actual del universo: separación de galaxias, materia oscura, origen y expansión del universo, etc.

UNIDAD 6. CAMPO ELÉCTRICO Y ELECTRICIDAD

Revisión de la fenomenología de la electrización. Naturaleza eléctrica de la materia. Principio de conservación de la carga.
Interacción eléctrica. Ley de Coulomb. Estudio del campo eléctrico: Vector Intensidad de campo eléctrico. Potencial eléctrico. Diferencia de potencial entre dos puntos de un campo eléctrico.
Circuito eléctrico y magnitudes para su estudio cuantitativo: fuerza electromotriz, intensidad y resistencia. Ley de Ohm.
Factores de los que depende la resistencia de un conductor.
Ley de Ohm para un circuito completo. Asociaciones de resistencias.
Trabajo y potencia eléctricos. Efecto Joule.

UNIDAD 7. VIBRACIONES Y ONDAS. MOVIMIENTO ONDULATORIO.

La ley de Hooke

El oscilador armónico simple (sistema muelle-masa). Características y magnitudes para su estudio

Estudio breve del movimiento armónico simple. Deducción de la ecuación de la elongación. Estudio cualitativo de la variación de la velocidad y de la aceleración.

Transformaciones de energía en el oscilador armónico

Movimiento ondulatorio. Velocidad de propagación

Clasificación de las ondas: Longitudinales y transversales. Unidimensionales, bidimensionales (planas) y tridimensionales. Materiales y electromagnéticas

Estudio del sonido y sus cualidades. Nivel de intensidad sonora y contaminación acústica. Efecto *doppler*, estudio cualitativo del caso: observador en reposo y fuente en movimiento.

La transmisión de la energía a través de un medio: atenuación y absorción

Fenómenos ondulatorios (estudio cualitativo): reflexión, refracción

ÍNDICE DE CONTENIDOS

UNIDAD 1. LAS MAGNITUDES FÍSICAS Y SU MEDIDA. VECTORES.

UNIDAD 2. CINEMÁTICA
- 2.1. Movimiento de un cuerpo
- 2.2. Posición de un cuerpo. Necesidad de un sistema de referencia.
- 2.3. Diferencia entre posición, distancia recorrida y desplazamiento.
- 2.4. Velocidad media y velocidad instantanea.
- 2.5. Concepto de aceleración
- 2.6. Estudio de algunos movimientos
  - 2.6.1. Movimiento rectilíneo uniforma. (MRU)
  - 2.6.2. Movimiento rectilíneo uniformemente variado o acelerado. (MRUA)
  - 2.6.3. Movimientos con gravedad: Caída libre y Lanzamiento vertical
  - 2.6.4. Movimiento circular uniforme (MCU)
  - 2.6.5. La aceleración en los movimientos curvilíneos
- EJERCICIOS RESUELTOS DE GRÁFICAS DE MOVIMIENTO
- EJERCICIOS RESUELTOS DE CINEMÁTICA
- EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

UNIDAD 3. DINÁMICA
- 3.1. Fuerza y medidas de fuerza
- 3.2. Fuerzas resultantes
  - 3.2.1. Fuerzas concurrentes
- 3.3. Leyes de Newton. Principios de la dinàmica.
  - 3.3.1. 1ª Ley de Newton. Principio de inercia.
  - 3.3.2. 2ª Ley de Newton. Principio fundamental.
  - 3.3.3. 3ª Ley de Newton. Principio de la acción y la reacción
- 3.4. Fuerza de rozamiento
- 3.5. Fuerza Peso
- 3.6. Impulso mecánico y cantidad de movimiento.
- 3.7. Principio de conservación de la cantidad de movimiento en un sistema aislado
- EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

UNIDAD 4. TRABAJO. POTENCIA Y ENERGÍA
- 4.1. La energia
  - 3.1.1. Introducción
  - 3.1.2. Tipos de energia
- 4.2. Energía mecànica
- 4.3. Energía cinètica
- 4.4. Energía potencial
- 4.5. Principio de conservación de la energía mecànica
- 4.6. Trabajo y potencia
  - 4.6.1. El Trabajo
  - 4.6.2. La potencia
- 4.7. Equivalencia entre calor y Trabajo: concepto de calor como proceso de transferència de energia.
- 4.8. Principio de conservación de la energia mecànica en ausencia de fuerzas disipativas.
- 4.9. Balance de energia en presencia de fuerzas disipativas.
- EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

UNIDAD 5. CAMPO GRAVITATORIO(Sólo para Acc UNI 25)
- 5.1. Ley de la gravitación universal
- 5.2. Concepto de campo. Campo gravitatorio
- 5.3. Intensidad de un campo gravitatorio

UNIDAD 6. CAMPO ELÉCTRICO Y ELECTRICIDAD
- **6.1. Electrostática**
  - **6.1.1. Introducción**
  - **6.1.2. ¿Qué es la carga eléctrica?**
  - **6.1.3. Ley de Coulomb**
    - **6.1.3.1. Fuerza Eléctrica**
    - **5.1.3.2. Unidad de Carga Eléctrica**
  - **6.1.4. Introducción al Concepto de Campo Eléctrico**
  - **6.1.5. Introducción al Concepto de Potencial Eléctrico**
- **6.2. La corriente eléctrica**
  - **6.2.1. Aislantes y conductores**
  - **6.2.2. Magnitudes de la corriente eléctrica**
    - **6.2.2.1. Diferencia de potencial (ddp, voltaje o tensión eléctrica. También llamada "fuerza electromotriz: fem)**
    - **6.2.2.2. Intensidad de corriente**
    - **6.2.2.3. Resistencia: Ley de Onm**
    - **6.2.2.4. Instrumentos de medida**
  - **6.2.3. Circuito eléctrico**
  - **6.2.4. Generadores**
  - **6.2.5. Efectos de la corriente eléctrica**
  - **6.2.6. Energía y potencia eléctrica**
  - **6.2.7. Tipos de circuitos eléctricos**
    - **6.2.7.1. Circuitos en Serie**
    - **6.2.7.2. Circuitos en Paralelo**
  - **6.2.8. Transformaciones energéticas en un circuito**
- **FÓRMULAS DEL CAMPO ELÉCTRICO**
- **EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA**

UNIDAD 7. VIBRACIONES Y ONDAS. MOVIMIENTO ONDULATORIO.
- **7.1. Introducción**
- **7.2. La ley de Hooke**
- **7.3. El movimiento vibratorio**
  - **7.3.1. Magnitudes del movimiento vibratorio**
- **7.4. Movimiento armónico simple (mas)**
  - **7.4.1. Deducción de la ecuación del mas.**
  - **7.4.2. Estudio cinemático**
  - **7.4.3. Estudio dinámico:**
  - **7.4.4. Estudio energético de un mas**
- **ALGUNOS EJEMPLOS DE GRÁFICAS DE M.A.S**
- **EJEMPLOS DE PROBLEMAS DE MAS**
- **7.5. Movimiento ondulatorio**
  - **7.5.1. Características.**
  - **7.5.2. Dirección de propagación y dirección de perturbación:**
  - **7.5.3. Diferencias entre ondas y partículas**
  - **7.5.4. Clasificación de ondas**
  - **7.5.5. Ondas longitudinales y transversales. Polarización.**
  - **7.5.6. Magnitudes características de las ondas**
- **7.6. Propagación de ondas: reflexión, refracción, absorción.**
- **7.7. Superposición de ondas: interferencias.**
- **7.8. Difracción:**
- **7.9. Acústica. El sonido.**
- **7.10. Contaminación sonora**
- **7.11. El efecto Doppler**
- **EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA**

FORMULARIO

Acceso CFGS

Opción B
FÍSICA y QUÍMICA (FÍSICA)

CONTENIDOS DE LOS EXÁMENES

2017
1. Cinemática: mrua
2. Trabajo. Potencia.
3. Electricidad: Ley de Ohm. Potencia.

2016
1. Magnitudes: Cambios de unidades.
2. Cinemática: Gráfica v-t
3. Trabajo y Energía: Ec, Ep, W

2015
1. Cinemática: Cruce de vehículos.
2. Dinámica: Rozamiento.
3. Electricidad: Circuito.

2014
1. Cinemática: Movimiento vertical
2. Dinámica: Rozamiento.
3. Electricidad: Circuito.

2013
1. Cinemática: mrua
2. Cinemática: Gráfica v-t
3. Electricidad: Ley de Ohm.

2012
1. Cinemática: Gráfica e-t
2. Energía: Ep
3. Electricidad: Ley de Ohm.

2011
1. Cinemática: mrua
2. Energía: Ec, Ep
3. Electricidad: Ley de Ohm.

2010
1. Cinemática: mrua
2. Energía: Ec, Potencia
3. Electricidad: Ley de Ohm.

LO MÁS IMPORTANTE

Cinemática
Gráfica e-t
Gráfica v-t
mrua
Cruce de vehículos.
Movimiento vertical
Dinámica
Rozamiento.
Trabajo y Energía
Ec, Ep, W, P
Electricidad
Ley de Ohm.
Potencia.
Circuito.

Luego para la opción B los temas serán:
ÍNDICE DE CONTENIDOS

UNIDAD 1. LAS MAGNITUDES FÍSICAS Y SU MEDIDA. VECTORES.

UNIDAD 2. CINEMÁTICA
2.1. Movimiento de un cuerpo
2.2. Posición de un cuerpo. Necesidad de un sistema de referencia.
2.3. Diferencia entre posición, distancia recorrida y desplazamiento.
2.4. Velocidad media y velocidad instantanea.
2.5. Concepto de aceleración
2.6. Estudio de algunos movimientos
EJERCICIOS RESUELTOS DE GRÁFICAS DE MOVIMIENTO
EJERCICIOS RESUELTOS DE CINEMÁTICA

EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

UNIDAD 3. DINÁMICA
3.1. Fuerza y medidas de fuerza
3.2. Fuerzas resultantes
3.3. Leyes de Newton. Principios de la dinàmica.
3.4. Fuerza de rozamiento
3.5. Fuerza Peso
3.6. Impulso mecánico y cantidad de movimiento.
3.7. Principio de conservación de la cantidad de movimiento en un sistema aislado
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

UNIDAD 4. TRABAJO. POTENCIA Y ENERGÍA
4.1. La energia
4.2. Energía mecànica
4.3. Energía cinètica
4.4. Energía potencial
4.5. Principio de conservación de la energía mecànica
4.6. Trabajo y potencia
4.7. Equivalencia entre calor y Trabajo: concepto de calor como proceso de transferència de energia.
4.8. Principio de conservación de la energia mecànica en ausencia de fuerzas disipativas.
4.9. Balance de energia en presencia de fuerzas disipativas.
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

UNIDAD 6. ELECTRICIDAD
6.2. La corriente eléctrica
6.2.1. Aislantes y conductores
6.2.2. Magnitudes de la corriente eléctrica
6.2.3. Circuito eléctrico
6.2.4. Generadores
6.2.5. Efectos de la corriente eléctrica
6.2.6. Energía y potencia eléctrica
6.2.7. Tipos de circuitos eléctricos
6.2.8. Transformaciones energéticas en un circuito
FÓRMULAS DEL CAMPO ELÉCTRICO
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

FORMULARIO
TODOS LOS EXÁMENES DE 2010 A 2018

UNIDAD 1. LAS MAGNITUDES FÍSICAS Y SU MEDIDA. VECTORES.

https://yosoytuprofe.com/2016/10/19/las-magnitudes-fisicas-y-sus-medidas/

Una **magnitud física** es todo aquello que se puede medir. Entendiendo por **medir** la comparación de una magnitud con otra de la misma especie que se toma como unidad.
Debemos saber que existen dos tipo de magnitudes:
Las **magnitudes básicas o fundamentales**: son aquellas que se definen por sí mismas y son independientes de las demás. Ej: tiempo.
Las **magnitudes derivadas**: son aquellas que se obtienen a partir de las magnitudes fundamentales mediante expresiones matemáticas. Ej: velocidad= distancia/tiempo
Las **unidades de medida** son aquellos valores de referencia que nos sirven para comparar las magnitudes físicas y a la que se le asigna valor 1. El resultado de una medida **debe ir siempre**acompañado de su unidad de medida.

TABLA. Unidades básicas en el SI

Magnitud básica	Unidad	Abreviatura
Longitud	metro	m
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura	Kelvin	K
Intensidad de corriente	Amperio	A

TABLA. Múltiplos y submúltiplos de las unidades del SI

Prefijo	Símbolo	Potencia
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}

TABLA. Factores de conversión

1 L = 1 dm^3	1 h = 3600 s
1 kp= 9,8 N	1KWh = 3,6. 10^6 J
1 CV= 735,5 W	1 mol de gas (c.n.) = 22,4 L

TABLA. Unidades derivadas en el SI

Magnitud	Unidad	Símbolo
Superficie	metro cuadrado	m^2
Volumen	metro cúbico	m^3
Densidad	kilogramo por metro cuadrado	kg. m^{-3}
Velocidad	metro por segundo	m.s^{-1}
Aceleración	metro por segundo al cuadrado	m.s^{-2}
Fuerza	newton	N
Energía, trabajo	julio	J
Potencia	vatio	W
Carga eléctrica	culombio	C
Intensidad del campo magnético	newton por culombio	N.C^{-1}
Potencial eléctrico	voltio	V
Resistencia eléctrica	ohmio	Ω

Factores de conversión para unidades compuestas

Por ejemplo, vamos a convertir 200µL/min a mL/h. Lo primero es encontrar las igualdades que nos serán necesarias: ¿cuanto es un mili?, ¿cuanto es un micro?, ¿cuantos minutos hay en una hora?:

1m = 10^{-3} = 0,001

1µ = 10^{-6} = 0,000001

1h = 60min

cada una de estas igualdades la convertiremos en un factor de conversión como ya sabemos hacer, una fracción que multiplicará a los 200µL/min. ¿Qué hay que poner en el numerador, y qué en el denominador?

Como queremos eliminar µ (micro) del numerador, tenderemos que poner la µ en el denominador, es decir, usaremos el factor 10^{-6}/µ.

Como queremos eliminar los minutos para poner las horas, y los minutos están en el denominador, en el factor de conversión los minutos tendrán que aparecer en el numerador: 60min/h

Finalmente, como queremos poner los milis (m) en el numerador, pues ponemos el factor de conversión con m en el numerador, es decir 1m/10^{-3}.

El resultado será

200 · µL/min · 10^{-6}/1µ · 60min/1h · 1m/10^{-3} = 200 · (10^{-6} · 60)/10^{-3} · (µ·L·min·m)/(min·µ·h) = 200mL/h

observar que los minutos y el prefijo µ se cancelan. Aplicando los factores de conversión nos olvidamos por completo de las habituales dudas ¿hay que multiplicar o dividir? que conducen a errores.

otros ejemplos
Queremos pasar 2 horas a minutos:

$$2\ \cancel{horas}\cdot \underbrace{\frac{60\ minutos}{1\ \cancel{hora}}}_{\text{FACTOR DE CONVERSIÓN}} = 120\ minutos$$

Para convertir esta cantidad lo que hacemos es poner la unidad que queremos eliminar en el denominador y la unidad a la que queremos convertir en el numerador, para asi poder multiplicar el 2 con el numerador que es 60 y asi obtener el valor de 120 minutos
Queremos pasar 30 cm a m:

$$30\ \cancel{cm}\cdot \underbrace{\frac{1\ m}{100\ \cancel{cm}}}_{\text{FACTOR DE CONVERSIÓN}} = 0{,}3\ m$$

Queremos pasar 120 km/h a m/s:

$$120\frac{\cancel{km}}{\cancel{hora}}\cdot \underbrace{\frac{1000\ m}{1\ \cancel{km}}}_{\substack{\text{FACTOR DE CONVERSIÓN}\\ \text{de km a m}}}\cdot \underbrace{\frac{1\ \cancel{hora}}{3600\ s}}_{\substack{\text{FACTOR DE CONVERSIÓN}\\ \text{de horas a segundos}}} = 33{,}3\ m/s$$

EJERCICIOS DE REPASO. CAMBIO DE UNIDADES

1.- Expresa en unidades del SI las siguientes medidas:

a) 20,3 dam². $20{,}3\cancel{dam}^2 \bullet \frac{1m^2}{10^2\cancel{dam}^2} = 2{,}03\bullet 10^{-1}m^2$.

b) 2,5 mm³. $2{,}5\cancel{mm}^3 \bullet \frac{1m^3}{10^9\cancel{mm}^3} = 2{,}5\bullet 10^{-9}m^3$.

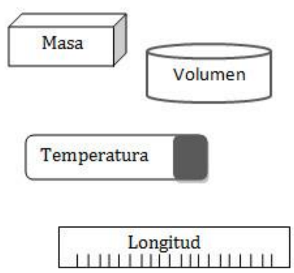
c) 1,7 g/cm³. $1{,}7\frac{\cancel{g}}{\cancel{cm}^3}\bullet\frac{1kg}{10^3\cancel{g}}\bullet\frac{10^6\cancel{cm}^3}{1m^3} = 1{,}7\bullet 10^3 kg/m^3$.

d) 72 km/h. $72\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}}\bullet\frac{1\cancel{h}}{3600s}\bullet\frac{10^3m}{1\cancel{km}} = 20m/s$.

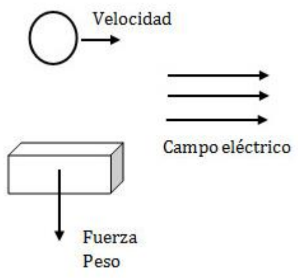
Fuentes:
https://www.fisicapractica.com/magnitudes.php
https://www.fisic.ch/contenidos/elementos-b%C3%A1sicos-1/vectores/

Magnitudes escalares y vectoriales
Las magnitudes son propiedades físicas que pueden ser medidas, como por ejemplo temperatura, longitud, fuerza, corriente eléctrica, etc. Encontramos dos tipos de magnitudes, las escalares y las vectoriales.

Magnitudes escalares
Las magnitudes escalares tienen únicamente como variable a un número que representa una determinada cantidad. Son aquellas que quedan definidas exclusivamente por un módulo, es decir, por un número acompañado de una unidad de medida. Es el caso de masa, tiempo, temperatura, distancia. Por ejemplo, 5,5 kg, 2,7 s, 400 °C y 7,8 km, respectivamente.
La masa de un cuerpo, que en el Sistema Internacional de Unidades se mide en kilogramos, el volumen, que se mide en metros cúbicos, la temperatura o la longitud, son algunos ejemplos de magnitudes escalares.

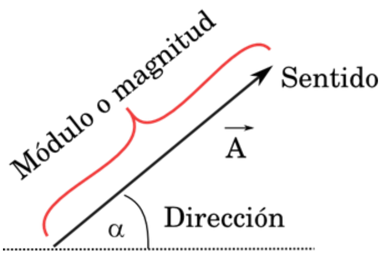


Magnitudes vectoriales

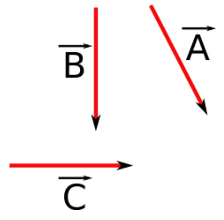


En muchos casos las magnitudes escalares no nos dan información completa sobre una propiedad física.
Por ejemplo una fuerza de determinado valor puede estar aplicada sobre un cuerpo en diferentes sentidos y direcciones. Tenemos entonces las magnitudes vectoriales que, como su nombre lo indica, se representan mediante vectores, es decir que además de un módulo (o valor absoluto) tienen una dirección y un sentido.
Ejemplos de magnitudes vectoriales son la velocidad, la fuerza, la aceleración y el campo eléctrico.
Todas las magnitudes vectoriales se representan gráficamente mediante vectores, que sesimbolizan a través de una flecha.

Vector



Un vector tiene tres características esenciales: módulo, dirección y sentido. Para que dos vectores sean considerados iguales, deben tener **igual módulo**, **igual dirección e igual sentido.**
Los vectores se representan geométricamente con flechas y se le asigna por lo general una letra que en su parte superior lleva una pequeña flecha de izquierda a derecha como se muestra en la figura.
Imagen 1: Muestra las principales características de un vector
Imagen 2: Vectores con igual módulo, pero distintas direcciones



Módulo: está representado por el tamaño del vector, y hace referencia a la intensidad de la magnitud (número). Se denota con la letra solamente **A o |A|**
Vectores de igual módulo. Todos podrían representar, por ejemplo, una velocidad de 15 km/h, pero en distintas direcciones, por lo tanto todos tendrían **distinta velocidad.**
Vectores de distinto módulo. Se espera que el vector de menor tamaño represente por ejemplo una velocidad menor que la de los demás.
Vectores de distinto módulo: Así, los vectores de la figura podrían representar velocidades de 20 km/h, 5 km/h y 15 km/h, respectivamente.

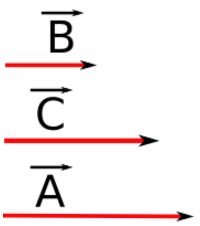


Imagen 3: Muestra tres vectores de distinto módulo, pero igual dirección y sentido

Dirección: corresponde a la inclinación de la recta, y representa al ángulo entre ella y un eje horizontal imaginario (ver figura 2) . También se pueden utilizar los ejes de coordenadas cartesianas **(x, y y z)** como también los puntos cardinales para la dirección.
Vectores de distinto módulo: Dos vectores tienen la misma dirección cuando la inclinación de la recta que los representa es la misma, es decir, cuando son paralelos.
Vectores de igual dirección: Sin importar hacia dónde apuntan o cuál es su tamaño, los vectores de la figura son paralelos, por lo que tienen la misma dirección. (figura 3)

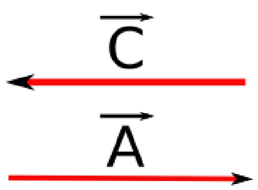
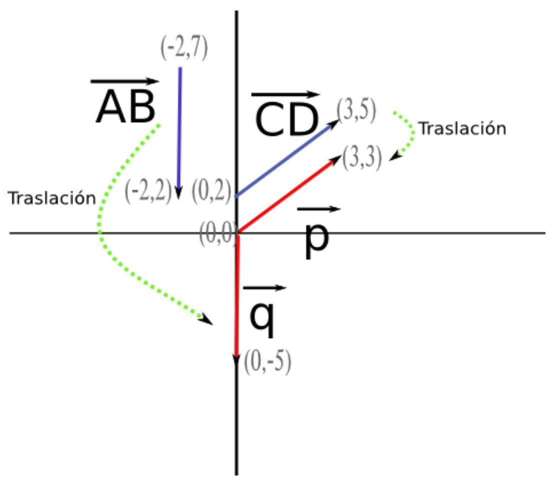


Imagen 4: Representa dos vectores con igual módulo, dirección, pero sentidos contrarios.

Sentido: está indicado por la punta de la flecha. **(signo positivo que por lo general no se coloca, o un signo negativo)**. No corresponde comparar el sentido de dos vectores que no tienen la misma dirección, de modo que se habla solamente de vectores con el mismo sentido o con sentido opuesto.

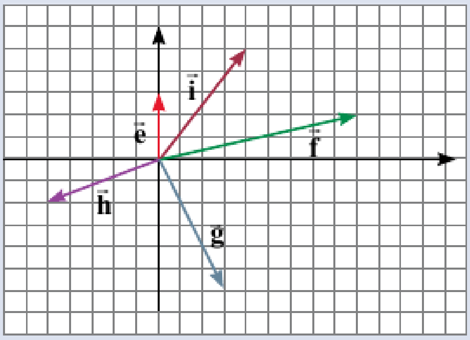


Representación geométrica de un Vector
Ya has aprendido que los vectores son definidos a través de tres características, que son: **módulo, dirección y sentido.** Aunque su posición en el espacio no es uno de los componentes para definirlo, el estudio de los vectores se facilita si los ubicamos en un sistema de coordenadas cartesianas que nos ayude a tener mayor precisión, de

manera de poder representarlos de una forma algebraica como de una manera geométrica.
Imagen 5: Muestra la traslación de los vectores al origen
Una de las características es que cuando tenemos un vector que no está en el origen de nuestro plano cartesiano, lo podemos trasladar, de manera que siempre el origen sea el (0,0) y así facilitar nuestros cálculos, pues sólo necesitaremos el punto final para determinarlo.
En el dibujo anterior hemos llamado **p** al vector **CD** trasladado. Por otro lado hemos llamado **q** al vector **AB** trasladado. Si sus puntos de origen se trasladan al origen, veremos que el vector que antes tenía como coordenadas **(0,2)** y **(3,5)** ha sido traslado, de manera que sólo debemos identificar el punto final que en este caso corresponde a **(3,3).** De igual forma se ha procedido para el vector **q.**

Actividad modelada

Grafica los vectores $\vec{e}$ (0, 3), $\vec{f}$ (9, 2), $\vec{g}$ (3, – 6), $\vec{h}$ (–5, – 2), y $\vec{i}$ (4, 5), calcula el módulo de cada uno de ellos y ordénalos en forma creciente.



Los vectores mencionados se encuentran graficados en la figura, y a continuación se calculará el módulo de ellos.

El módulo del vector $\vec{e}$ es trivial, puesto que es igual a 3 unidades, y para obtenerlo basta con contar los cuadritos en el plano cartesiano.

Un caso más interesante tenemos en cualquiera de los demás vectores. El módulo del vector $\vec{f}$, por ejemplo, se calcula como la hipotenusa de un triángulo rectángulo de catetos **2** y **9** unidades:

$$\sqrt{2^2+9^2} = \sqrt{4+81} = \sqrt{85} = 9{,}2\text{u}$$

Observa que en todos los casos el módulo corresponde a la hipotenusa de un triángulo cuyos catetos son los valores absolutos de las componentes cartesianas del punto final del vector cuando este se inicia en el origen.

Así, por ejemplo, el vector $\vec{g}$ tiene componentes **(3, –6)**, por lo que su módulo es la hipotenusa de un triángulo rectángulo de catetos **3 u** y **6 u**, es decir, su módulo es $\sqrt{9+36} = \sqrt{45} = 6{,}7\,\text{u}$.

Continuando con el mismo procedimiento para los demás vectores, se tendría que el orden creciente de los vectores según su módulo es:

1. $\vec{e}$, **módulo** $= \sqrt{9}\,\text{u} = 3\,\text{u}$
2. $\vec{h}$, **módulo** $= \sqrt{29}\,\text{u} = 5{,}4\,\text{u}$
3. $\vec{g}$, **módulo** $= \sqrt{45}\,\text{u} = 6{,}7\,\text{u}$
4. $\vec{i}$, **módulo** $= \sqrt{41} = 6{,}4\,\text{u}$
5. $\vec{f}$, **módulo** $= \sqrt{85}\,\text{u} = 9{,}2\,\text{u}$

Operaciones geométricas vectoriales
Al igual que los números, los vectores pueden operarse entre si, a través de la suma, la resta, la multiplicación por un escalar, la divición por un escalar, producto punto y producto cruz. Estos dos últimos son propios de los vectores.

Suma geométrica de vectores
Al sumar dos vectores se obtiene otro vector (vector suma o resultante). Para obtener el vector suma es necesario recurrir a lo que se conoce como "regla del paralelogramo". Esto es, se construye un paralelogramo que tenga los vectores como lados y se traza la diagonal del mismo para obtener el vector suma.

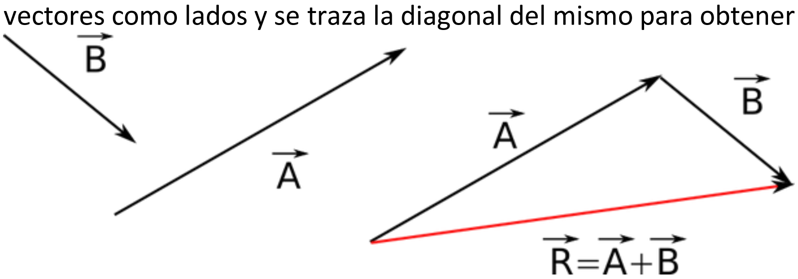
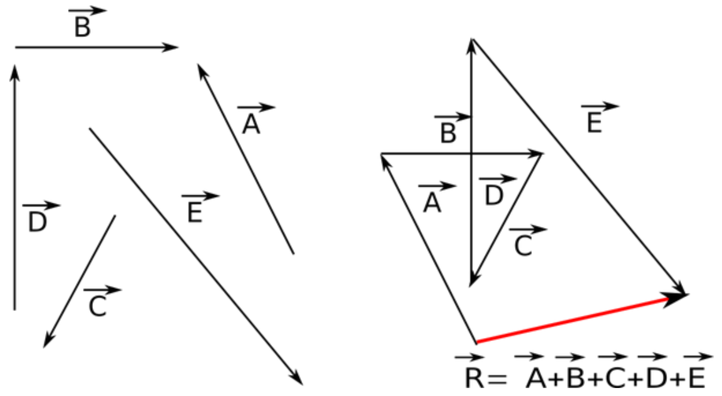


Imagen 6: Muestra la suma de vectores
Si queremos sumar **A + B**, se dibuja uno a continuación del otro, trasladándolo. El vector resultante es el que va desde el punto inicial del primero vector hasta el final del último. Cabe destacar que la suma es conmutativa es decir:
A + B = B + A
Cuando se quiere sumar más de un vector, se procede de la misma forma anterior, pero ahora se colocan uno a

continuación del otro hasta el último. Luego la recta que une el inicio del primer vector con el término del último es el vector resultante.

Imagen 7: Muestra la suma de más de dos vectores



Resta geométrica de vectores

Para la resta se procede de la misma forma que la suma, pero el vector que resta se debe dibujar con sentido contrario, o sea el signo negativo cambia el sentido del vector. Luego el vector resultante es el que va desde el punto inicial del primer vector, hasta el final del vector que se le cambio el sentido.

Cabe mencionar que la resta no es conmutativa

A - B es distinto a **B – A**

A - B = - (B - A)

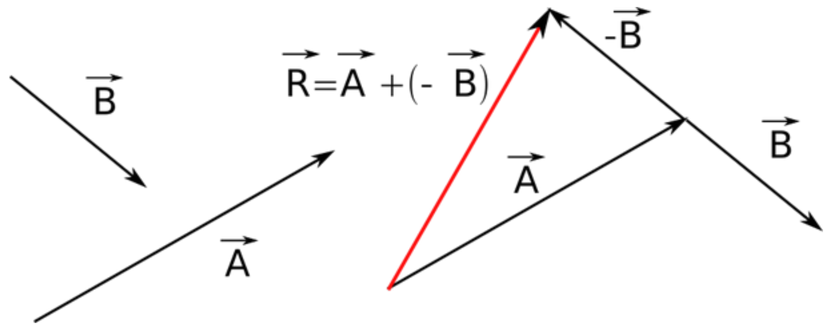


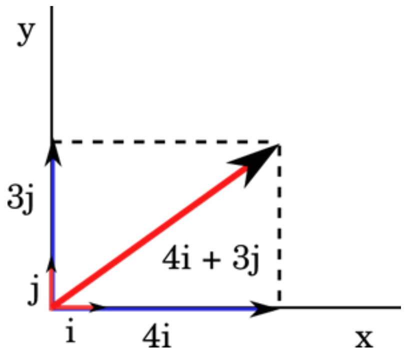
Imagen 8: Muestra la resta de dos vectores

Representación algebraica de un vector

Componentes rectangulares

Se basa en escribir un vector como suma de otros dos los cuales son ortogonales (perpendiculares entre si), para ello se apoya en el plano cartesiano, los vectores que se suman estén en alguno de los ejes. Las componentes rectangulares se llaman así porque se fundamenta en la construcción de un rectángulo.

imagen 9: Todo vector se puede escribir como la suma de otro dos ortogonales



En la imagen se puede ver que el vector **A**, no es más que la suma de un vector en el eje **"X"**y otro en el eje **"Y"** . Cada uno de estos vectores se le conoce con el nombre de componente, asi el vector **Ax** es la componente **"X"** del vector **A.**

Para poder escribir correctamente estos vectores debemos introducir los vectores unitarios, los cuales se detallan a continuación.

Vectores Unitarios

Imagen 10: Vector escrito según sus componentes

Se caracterizan porque su módulo es 1, por lo tanto sólo indican dirección. Como estamos trabajando con el plano cartesiano tendremos los siguientes vectores unitarios asociados a cada uno de los ejes.

$$\hat{u} = \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|}$$

$\hat{u} = (\hat{u}_x, \hat{u}_y, \hat{u}_z)$ *a cada vector unitario según el eje de coordenadas se le simboliza así:*
$\hat{u} = (\hat{i}, \hat{j}, \hat{k})$

Suma y resta de manera algebraica

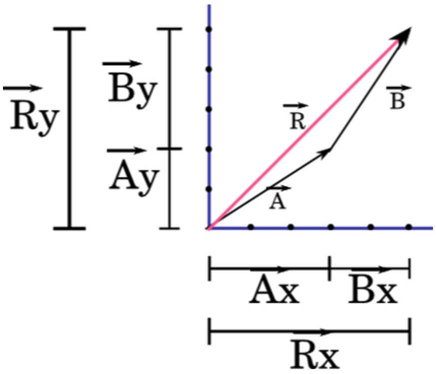


Imagen 11: suma algebraica de vectores

Sean dos vectores **A** y **B** que se quieren sumar, entonces procedemos de la manera gráfica que sabemos, lo que nos da como resultado el vector **R.**

Ahora lo que haremos es escribir tanto el vector **A** como el **B** según sus componentes, entonces nos damos cuenta que la suma de la componentes **"X"** del vector **A** y **B**, es la componente **"X"** del vector **R** y así también con el eje **"Y"**.

Por lo tanto para sumar vectores de manera algebraica se debe escribir cada vector según sus componentes y luego sumar las componentes **"X"** e **"Y"** de los vectores, el resultado será el vector resultante según sus componentes, con las cuales se puede sacar el módulo del vector **R.**

Sea los vectores:

$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j}$

$\vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j}$

$\vec{A} + \vec{B} = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j}$

$\vec{R}_x = (A_x + B_x)\hat{i}$

$\vec{R}_y = (A_y + B_y)\hat{j}$ *así*

$\vec{R} = R_x \hat{i} + R_y \hat{j}$ *y el módulo es:* $|\vec{R}| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$

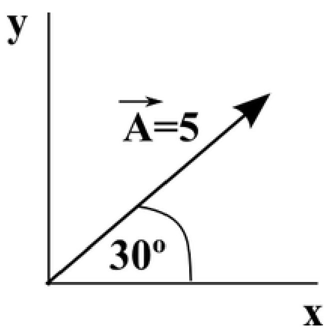
Ejemplo 1:Dados los vectores **A=(3,4)** *y* **B=(1,-2)** *¿Cuál es el vector resultante?*

$\vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$

$\vec{B} = 1\hat{i} - 2\hat{j}$

$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = (3+1)\hat{i} + (4-2)\hat{j}$

$\vec{R} = 4\hat{i} + 2\hat{j}$ *y el módulo es:* $|\vec{R}| = \sqrt{4^2 + 2^2} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5}$



Componentes de un vector

Cálculo de las componentes de un vector

Como no hemos dado cuenta para sumar o restar y operar con los vectores es necesario escribirlos en sus componentes, para ello utilizaremos las proporciones trigonométricas.

Entonces al aplicar estas proporciones tenemos para el vector A que:

Componente **x** es **5 cos 30**
Componente **y** es **5 sen 30**
El vector **A** según sus componentes es

$\vec{A} = 5\ cos30\,\hat{i} + 5\ sen30\,\hat{j}$

$\vec{A} = 5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 5 \cdot \frac{1}{2}\hat{j}$

$\vec{A} = 0{,}77\hat{i} + 2{,}5\hat{j}$

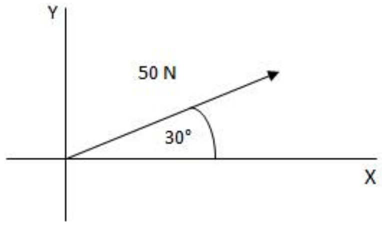
Composición y descomposición de fuerzas

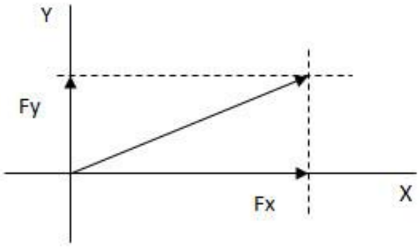
La composición y la descomposición de fuerzas son los procedimientos que consisten en transformar una fuerza en sus dos componentes rectangulares (descomposición) o sus dos componentes rectangulares en una fuerza (composición).

Descomposición de fuerzas

La descomposición de fuerzas en componentes rectangulares consiste en hallar las proyecciones de una fuerza sobre sus dos ejes cartesianos. Es decir que se transforma una fuerza en otras dos que se encuentren sobre los ejes y que sumadas dan la fuerza original.

Por ejemplo, una fuerza de 50 N con un ángulo de 30° la podemos representar de la siguiente manera:

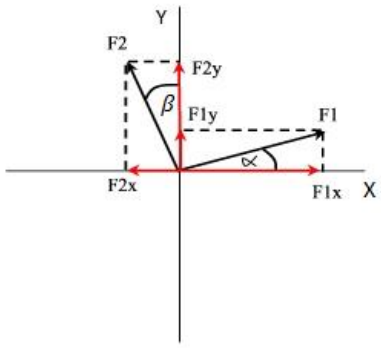


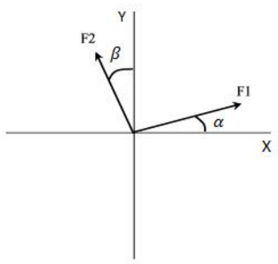


Lo que hacemos entonces es proyectar cada fuerza dada sobre los ejes X e Y, reemplazándola de esta manera por dos fuerzas perpendiculares entre sí que sumadas dan la fuerza original.

Debido a que entre las fuerzas y los ejes se forman triángulos rectángulos, descomponer una fuerza consiste en hallar dos catetos a partir del valor de la hipotenusa y de algún ángulo. Por lo tanto para llevar a cabo la descomposición se aplican relaciones trigonométricas.

También podemos componer fuerzas. Es decir a partir de dos fuerzas hallar una sola. Es equivalente a tener dos catetos de un triángulo y buscar la hipotenusa. Esto se hace utilizando el teorema de Pitágoras (para hallar el largo) y relaciones trigonométricas para hallar el ángulo.





Ejemplo de descomposición con más de una fuerza

Si tenemos varias fuerzas podemos descomponer cada una sobre sus ejes y luego hacer una sumatoria por eje en el caso de que lo que queramos hacer sea sumarlas.

En el siguiente ejemplo se tienen dos fuerzas y se calculan las dos componentes rectangulares para cada una.

Proyectamos las fuerzas sobre los ejes

$F_1 = 100\ newton \qquad \alpha = 20^\circ\ del\ eje\ X$

$F_2 = 80\ newton \qquad \beta = 20^\circ\ del\ eje\ Y$

Para la F1: Planteamos las siguientes relaciones trigonométricas

$$Cos\ \alpha = \frac{F_{1X}}{F_1} \qquad Sen\ \alpha = \frac{F_{1Y}}{F_1}$$

Despejamos las componentes sobre los ejes X e Y

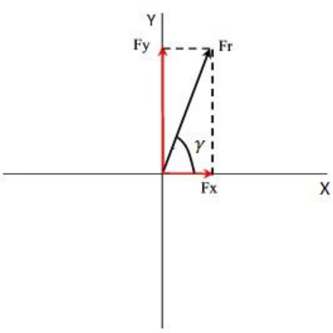
$$F_{1X} = F_1 \cdot Cos\ \alpha \qquad F_{1Y} = F_1 \cdot Sen\ \alpha$$

Para la F2: Planteamos las mismas relaciones trigonométricas para la fuerza número 2

$$Sen\ \beta = \frac{F_{2X}}{F_2} \qquad Cos\ \beta = \frac{F_{2Y}}{F_2}$$

Despejamos las componentes sobre cada eje

$$F_{2X} = F_2 \cdot Sen\ \beta \qquad F_{2Y} = F_2 \cdot Cos\ \beta$$



Luego de tener cada componente separada podemos hacer la sumatoria sobre cada eje y obtenemos una fuerza total F_X para el eje X y otra F_Y para el eje Y.

$$\Sigma F_X = +F_{1X} - F_{2X}$$

$$\Sigma F_Y = +F_{1Y} + F_{2Y}$$

Composición de fuerzas

Para hallar la resultante total hay que realizar el procedimiento inverso, es decir componer las dos fuerzas.

El módulo se calcula como la raíz cuadrada de cada componente al cuadrado:

$$Tg\ \gamma = \frac{F_Y}{F_X}$$

$$\gamma = Arc\,Tg\left(\frac{F_Y}{F_X}\right)$$

$$F = \sqrt{F_X{}^2 + F_Y{}^2}$$

El ángulo se puede calcular con la tangente:

https://es.slideshare.net/chemaportaceli/vectores-3346540

PRUEBA DE ACCESO A CICLOS FORMATIVOS DE GRADO SUPERIOR JUNIO 2016

1. Realiza los siguientes cambios de unidades *(0,2 puntos por apartado)*:

a) 450 m^2 a cm^2
b) 142 nm a m
c) 34°C a K
d) 1 día a seg
e) 250 mL a m^3
f) 30 m/s a km/h
g) 67,9 kg a mg
h) 0,8 mA a μA
i) 980 g/L a kg/m^3
j) 7,2 GV a kV

UNIDAD 2. CINEMÁTICA

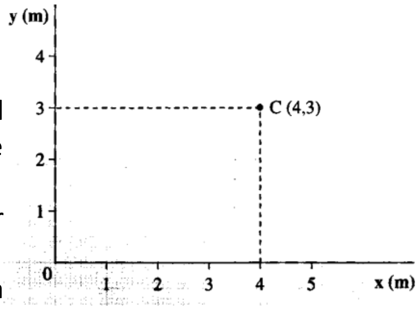
2.1. Movimiento de un cuerpo
2.2. Posición de un cuerpo. Necesidad de un sistema de referencia.
2.3. Diferencia entre posición, distancia recorrida y desplazamiento.
2.4. Velocidad media y velocidad instantanea.
2.5. Concepto de aceleración
2.6. Estudio de algunos movimientos
- **2.6.1. Movimiento rectilíneo uniforma. (MRU)**
- **2.6.2. Movimiento rectilíneo uniformemente variado o acelerado. (MRUA)**
- **2.6.3. Movimientos con gravedad**
  - **Caída libre**
  - **Lanzamiento vertical**
- **2.6.4. Movimiento circular uniforme (MCU)**
- **2.6.5. La aceleración en los movimientos curvilíneos**

EJERCICIOS RESUELTOS DE GRÁFICAS DE MOVMIENTO
EJERCICIOS RESUELTOS DE CINEMÁTICA
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

2.1. Movimiento de un cuerpo

Decimos que un cuerpo está en movimiento cuando cambia de posición a lo largo del tiempo con respecto a un punto de referencia que consideramos fijo.
Pero el movimiento de un cuerpo es un concepto relativo, puesto que su posición se determina en cada instante con relación a un punto de referencia que hemos seleccionado; de tal modo que un cuerpo puede estar en movimiento respecto a un sistema de referencia y en cambio estar en reposo a otro.

2.2. Posición de un cuerpo. Necesidad de un sistema de referencia.



Para determinar la posición de un cuerpo es necesario establecer previamente el sistema de referencia que vamos utilizar. Con frecuencia se utiliza como sistema de referencia un sistema de ejes de coordenadas. Observa la figura anterior:
La posición del cuerpo se determina por sus coordenadas ***x*** e ***y***. En la figura anterior la posición del cuerpo sería x = 4, y = 3.
Si al transcurrir el tiempo las coordenadas del cuerpo varían, decimos que ha cambiado de posición y, por tanto, que está en movimiento. Si se mantienen con el mismo valor durante cierto tiempo, diremos que está en reposo.
La línea descrita por el cuerpo en su movimiento, se conoce con el nombre de **trayectoria.**
Según la forma de la trayectoria, los movimientos se pueden clasificar en: **rectilíneos**, cuando la trayectoria es una recta, y **curvilíneos**, cuando es una curva. Si la curva descrita es una circunferencia el movimiento se conoce con el nombre de **movimiento circular**.

2.3. Diferencia entre posición, distancia recorrida y desplazamiento.

La **posición de un cuerpo** es la distancia medida sobre la trayectoria desde el origen de referencia hasta el punto donde se encuentra el cuerpo.
En la **distancia recorrida** hay que tener en cuenta la posición inicial del cuerpo y medir la distancia recorrida sobre la trayectoria desde la posición inicial hasta la posición final. La distancia recorrida entre dos puntos es la distancia real, medida sobre la trayectoria, que el cuerpo recorre.
El **desplazamiento** es la diferencia entre la posición final del cuerpo y la posición inicial. El valor del desplazamiento entre dos puntos coincide con el de la distancia recorrida, si el cuerpo no cambia de sentido en su movimiento y la trayectoria es rectilínea. Pero si durante el recorrido se produce un cambio de sentido los valores obtenidos para el desplazamiento y la distancia recorrida serán diferentes.

2.4. Velocidad media y velocidad instantanea.

Para conocer la rapidez con que se realiza un movimiento hay que tener en cuenta, la distancia recorrida y el tiempo que se ha tardado en recorrerla.
A la magnitud que nos permite conocer la distancia recorrida por unidad de tiempo se le da el nombre de **velocidad**.
La unidad de velocidad en el Sistema Internacional (SI) es el metro por segundo (m/s), aunque con frecuencia en la vida cotidiana se hable de kilómetros hora (km/h).
La velocidad que obtenemos al dividir la distancia total recorrida (*e*) por el tiempo que se ha empleado en recorrerla (*t*), se conoce con el nombre de **velocidad media**.

$V_m = e / t$ donde:

v_m es la velocidad media del móvil en m/s.
e es la distancia total recorrida en m.
t es el tiempo empleado en recorrer la distancia *e.*

A la velocidad media que posee el cuerpo en un punto determinado de su trayectoria, o en un instante determinado, se la conoce con el nombre de **velocidad instantánea**.

EJEMPLOS:

1. Un móvil recorre 60 metros en 5 segundos. ¿Cuál es su velocidad?
V = e / t = 60 m / 5 s = 12 m / s

2. Un avión realiza un vuelo de 3600 km a la velocidad media de 800 km/h. Calcula el tiempo invertido en el mismo.
V = e / t   t = e / v = 3600 km / 800 km/h = 4,5 h

2.5. Concepto de aceleración

Su sentido es el siguiente: la aceleración es positiva cuando la velocidad aumenta y negativa si la velocidad disminuye.
Por tanto, la **aceleración** mide la **variación de velocidad por unidad de tiempo**.
Para calcular la aceleración, dividimos la variación de la velocidad entre el tiempo que ha tardado en producirse la variación. A esta aceleración se le llama **aceleración media**.

$a = (V_2 – V_1) / (t_2 – t_1)$ donde:
a es la aceleración media
v_2 es la velocidad final en m/s
v_1 es la velocidad inicial en m/s
t_2 es el tiempo final en s
t_1 es el tiempo final en s

La unidad de aceleración en el Sistema Internacional es el metro por segundo al cuadrado (m/s^2).

EJEMPLO:
Una moto que circula a 72 km/h acelera alcanzando al cabo de 10 s una velocidad de 90 km/h. Calcula la aceleración de la moto.
V_1 = 72 km/h = 20 m/s V_2 = 90 km/h = 25 m/s $t_2 - t_1$ = 10 s
a = (25 – 20) / 10 = 5 / 10 = 0,5 m / s^2

2.6. Estudio de algunos movimientos

2.6.1. Movimiento rectilíneo uniforma. (MRU)

Un **movimiento rectilíneo uniforme** es aquel que lleva un cuerpo cuando su trayectoria es una recta y mantiene su velocidad constante durante el intervalo de tiempo considerado.

Las características de este tipo de movimiento son las siguientes:
- La trayectoria es rectilínea.
- Al ser la velocidad constante, su valor en cada punto (velocidad instantánea) coincide con el valor de la velocidad media.
- La aceleración es cero, dado que no se producen variaciones de la velocidad.
- El móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales.

Si el móvil parte del origen de referencia, su posición en cualquier instante se puede obtener a partir de la definición de la velocidad media:

$$\mathbf{v = e / t \qquad e = v \cdot t}$$

Análisis de tablas de datos y gráficas

Las gráficas nos permiten describir el movimiento de un cuerpo, durante un cierto tiempo. Dos gráficas, que se utilizan con mucha frecuencia, son las que relacionan la posición con el tiempo (*e*-*t*) y la velocidad con el tiempo (*v*-*t*).

Para construir una gráfica se sitúa en el eje vertical (**ordenadas**) la variable dependiente (posición, velocidad,...) y en el eje horizontal (**abcisas**) la variable independiente (generalmente el tiempo). A continuación se dibujan los puntos correspondientes a cada par de valores de la tabla y se traza la curva que mejor se ajuste a los puntos.

2.6.2. Movimiento rectilíneo uniformemente variado o acelerado. (MRUA)

Un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado** es el que lleva un móvil cuando su trayectoria es línea recta y su aceleración se mantiene constante y *positiva* durante el intervalo de tiempo considerado.
Un **movimiento rectilíneo uniformemente decelerado** es el que lleva un móvil cuando su trayectoria es línea recta y su aceleración se mantiene constante y *negativa* durante el intervalo de tiempo considerado.

Las características de este tipo de movimiento son las siguientes:

- La trayectoria es rectilínea
- Al ser la aceleración constante, la aceleración instantánea coincide con el valor de la aceleración media.
- Se producen variaciones de la velocidad iguales en tiempos iguales.

La ecuación que nos permite conocer la velocidad del cuerpo en cualquier instante se puede obtener a partir de la definición de la aceleración media:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v_2 - v_1}{t} \Rightarrow v_2 - v_1 = a \cdot t \Rightarrow v_2 = v_1 + a \cdot t$$

donde:
a es la aceleración media (m/s^2).
v_2 es la velocidad final en m/s.
v_1 es la velocidad inicial en m/s.
t es el intervalo de tiempo final (s).
Haciendo cálculos con la ecuación del espacio recorrido para el movimiento rectilíneo uniforme y teniendo en cuenta que la velocidad media es variable, se obtiene que la distancia recorrida por el cuerpo será:

$$e = v_1 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

donde:
e es la distancia total recorrida (m).
v_1 es la velocidad inicial (m/s).
t es el intervalo de tiempo final (s).
a es la aceleración media (m/s^2) A las velocidades v_1 y v_2 se les suele llamar, respectivamente, velocidad inicial (v_0) y velocidad final (v), de manera que las ecuaciones del movimiento rectilíneo variado serán:

$$v = v_0 + a \cdot t \cdot v$$

$$e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

EJEMPLO:
Un móvil parte del reposo con una aceleración constante de 1 m/s ^{2}. Calcular la velocidad al cabo de un minuto y el espacio recorrido en ese tiempo.

$v = v_0 + a \cdot t \cdot v$
$v_0 = 0$ m/s porque está en reposo.
$a = 0{,}5$ m/s^2.
$t = 1$ min $= 60$ s
$v = v_0 + a \cdot t \cdot v = 0 + 0{,}5 \cdot 60 = 30$ m/s
$e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0 \cdot 60 + ½\, 0{,}5 \cdot 60^2 = 900$ m

2.6.3 Movimientos con gravedad

Caída libre

Cuando dejamos caer un cuerpo desde una cierta altura de la superficie terrestre, observamos que cae libremente con movimiento en el cual su velocidad aumenta progresivamente.
Es importante destacar la influencia que tiene el rozamiento con la atmósfera en la caída de los cuerpos.

Cuando el rozamiento es nulo o de valor despreciable, todos los cuerpos tardan el mismo tiempo en caer desde la misma altura. El movimiento es, por tanto, uniformemente acelerado y el valor de la aceleración **(g)**, aproximadamente, es de **9,8 m/s^2**

Sus ecuaciones son:

a = v / t   v = a . t   **v = 9,8 t**

e = ½ 9,8 t^2

EJEMPLO:

Desde una cierta altura se deja caer un objeto, tardando 15 s en llegar al suelo. Calcular la velocidad con que llega al suelo y la altura desde la que cayó.

v = 9,8 t = 9,8.15 = 147 m/s

e = ½ 9,8 t^2= ½ 9,8.15^2= 1102,5 m

Lanzamiento vertical

Si en vez de soltar el cuerpo lo lanzamos verticalmente hacia arriba, se puede comprobar que la velocidad disminuye uniformemente a medida que va subiendo el cuerpo, hasta que llega un momento que su velocidad es cero. Si consideramos despreciable el rozamiento con la atmósfera, el movimiento es uniformemente acelerado y el valor de la aceleración coincide con el de la caída libre, pero con signo negativo, aproximadamente -9,8 m/s^2 en las proximidades de la superficie de la Tierra.

Sus ecuaciones en esta ocasión son:

$$0 = v_0 - 9,8\,t$$
$$e = v_0\,t + ½\,(-9,8)\,t^2$$

EJEMPLO:

Se lanza una pelota hacia arriba con un velocidad de 29,4 m/s. Calcular la altura máxima que alcanza el objeto respecto al punto de lanzamiento y el tiempo que tardará en alcanzarla.

$$0 = v_0 - 9{,}8{\cdot}t \Rightarrow v_0 = 9{,}8{\cdot}t \Rightarrow t = \frac{v_0}{9{,}8} = \frac{29{,}4}{9{,}8} = 3\,s$$

$$e = v_0{\cdot}t + \frac{1}{2}{\cdot}(-9{,}8){\cdot}t^2 = 29{,}4{\cdot}3 + \frac{1}{2}{\cdot}(-9{,}8){\cdot}3^2 = 88{,}2 - 44{,}1 = 44{,}1\,m$$

2.6.4. Movimiento circular uniforme (MCU)

Se define como **movimiento circular** aquél cuya trayectoria es una circunferencia.

El **movimiento circular, llamado también curvilíneo,** es otro tipo de movimiento sencillo.

Estamos rodeados por objetos que describen movimientos circulares: un disco compacto durante su reproducción en el equipo de música, las manecillas de un reloj o las ruedas de una motocicleta son ejemplos de movimientos circulares; es decir, de cuerpos que se mueven describiendo una circunferencia.

A veces el movimiento circular no es completo: cuando un coche o cualquier otro vehículo toma una curva realiza un movimiento circular, aunque nunca gira los 360º de la circunferencia.

La experiencia nos dice que todo aquello que da vueltas tiene movimiento circular. Si lo que gira da siempre el mismo número de vueltas por segundo, decimos que posee **movimiento circular uniforme (MCU)** .

Ejemplos de cosas que se mueven con movimiento circular uniforme hay muchos:

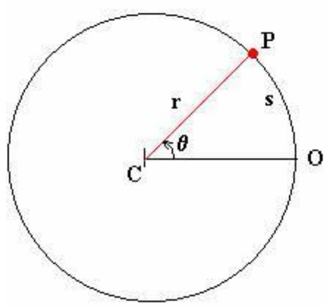
La tierra es uno de ellos. Siempre da una vuelta sobre su eje cada 24 horas. También gira alrededor del sol y da una vuelta cada 365 días. Un ventilador , los viejos tocadiscos, la rueda de un auto que viaja con velocidad constante, son otros tantos ejemplos.

Pero no debemos olvidar que también hay objetos que giran con **movimiento circular variado** , ya sea acelerado o decelerado.

El movimiento circular en magnitudes angulares

La descripción de un **movimiento circular** puede hacerse bien en función de **magnitudes lineales** ignorando la forma de la trayectoria (y tendremos velocidad y aceleración tangenciales), o bien en función de **magnitudes angulares** (y tendremos velocidad y aceleración angulares). Ambas descripciones están relacionadas entre sí mediante el valor del radio de la circunferencia trayectoria.
Al trabajar con magnitudes angulares es imprescindible entender lo relativo a una unidad de medida angular conocida como **radián** .

El radián



Si tenemos un ángulo cualquiera y queremos saber cuánto mide, tomamos un transportador y lo medimos. Esto nos da el ángulo medido en grados. Este método viene de dividir la circunferencia en 360º, y se denomina sexagesimal.
(Para usar la calculadora en grados hay que ponerla en **DEG,** Degrees, que quiere decir grados en inglés).
El sistema de grados sexagesimales es **una** manera de medir ángulos, pero hay otros métodos, y uno de ellos es usando radianes.
Ahora veamos el asunto de medir los ángulos pero en **radianes** .
Para medir un ángulo en radianes se mide el largo del arco (s) abarcado por el ángulo θ de la figura. Esto se puede hacer con un centímetro, con un hilito o con lo que sea. También se mide el radio del círculo.
Para obtener el valor del ángulo (θ) en radianes usamos la fórmula:

$$\theta_{(rad)} = \frac{\textbf{arco}}{\textbf{radio}}$$ y tenemos el ángulo medido en radianes

Hacer la división del arco sobre radio significa ver cuántas veces entra el radio en el arco. Como el radio y el arco deben medirse en la misma unidad, el radián resulta ser **un número sin unidades** .
Esto significa que el valor del ángulo en radianes solo me indica cuántas veces entra el radio en el arco. Por ejemplo, si el ángulo θ mide 3 radianes, eso significa que el radio entra 3 veces en el arco abarcado por ese ángulo.
Su quisiéramos calcular o conocer al valor del arco, hacemos:

$$\textbf{arco} = \theta_{(rad)} \cdot \textbf{radio}$$

¿A cuántos grados equivale un radián?
Pero el valor de un ángulo en radianes se puede expresar (convertir) en grados. En una **circunferencia** entera (360º) el arco entero es el **perímetro** , que es igual a $(2\pi \cdot \mathbf{r})$. Así, a partir de la fórmula

$$\theta_{(rad)} = \frac{\textbf{arco}}{\textbf{radio}}$$ es que 360° equivalen a:

$$360^{\circ} = \frac{2\pi \cdot \cancel{r}}{\cancel{r}} = 2\pi\,\textbf{rad}$$

$$\Rightarrow 1\textbf{rad} = \frac{360^{\circ}}{2\pi} = \frac{360^{\circ}}{2(3,14)} = \frac{360^{\circ}}{6,28} = 57,3^{\circ}$$

Un ángulo de un radián equivale a un ángulo de 57,3º.
Para usar la calculadora en radianes hay que ponerla en " **RAD**
Para convertir grados en radianes podemos usar la equivalència: 360° = 2π rad

Periodo y frecuencia

La principal característica del movimiento circular uniforme es que en cada vuelta o giro completo de 360°, equivalente a un ciclo, se puede establecer un punto fijo como inicio y fin del ciclo.
En física, los ciclos son también llamados revoluciones para un determinado tiempo.
El **periodo (T)** de un movimiento circular es el tiempo que tarda una partícula o un cuerpo en realizar una vuelta completa, revolución o ciclo completo.

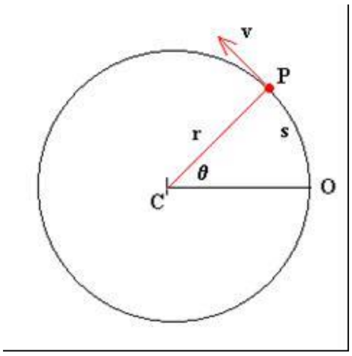
Por ejemplo, el periodo de rotación de la tierra es 24 horas. El periodo de rotación de la aguja grande del reloj es de 1 hora. La unidad utilizada para el periodo es el segundo o, para casos mayores, unidades mayores.
Conocida la frecuencia (en ciclos o revoluciones por segundo) se puede calcular el periodo (T) mediante la fórmula:

$$T = \frac{1}{F} \qquad T = \frac{\mathbf{seg}}{\mathbf{ciclo}}$$

Se denomina **frecuencia** (F) de un movimiento circular al número de revoluciones, vueltas o ciclos completos durante la unidad de tiempo. La unidad utilizada para cuantificar (medir) la frecuencia de un movimiento es el **hertz (Hz)** , que indica el número de revoluciones o ciclos por cada segundo.
Para su cálculo, usamos la fórmula

$$F = \frac{1}{T} \qquad F = \frac{\mathbf{ciclos}}{\mathbf{seg}}$$

o hertz:
(En ocasiones se usa, en vez de **hertz,** seg^{-1} o s^{-1}). Nótese que la frecuencia (F) es la inversa del periodo (T).



Una vez situado el origen O describimos el movimiento circular mediante las siguientes magnitudes angulares.

Posición angular (θ)

Podemos imaginar, como ejemplo, que se tiene una piedra amarrada a una cuerda y la movemos en círculos de radio r. En un instante de tiempo *t* el móvil (en nuestro caso la piedra) se encuentra en el punto P. Su posición angular (lo que la piedra ha recorrido en la circunferencia) viene dada por el ángulo θ, formado por el punto P, el centro de la circunferencia C y el origen O (desde donde empezó a girar la piedra).

La velocidad angular (ω)

Cuando un objeto se mueve en una circunferencia, llevará una velocidad, ya que recorre un espacio, pero también **recorre un ángulo** .
Para tener una idea de la rapidez con que algo se está moviendo con movimiento circular, se ha definido la velocidad angular (**ω)** como el número de vueltas que da el cuerpo por unidad de tiempo.
Si un cuerpo tiene gran velocidad angular quiere decir que da muchas vueltas por segundo.
De manera sencilla: en el movimiento circular la velocidad angular está dada por la cantidad de vueltas que un cuerpo da por segundo.
Otra manera de decir lo mismo sería: en el movimiento circular la velocidad angular está dada por el ángulo recorrido (θ) dividido por unidad de tiempo. El resultado está en grados por segundo o en rad por segundo.

$$\text{velocidad angular}\ \omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}\ \frac{\leftarrow \text{ángulo recorrido}}{\leftarrow \text{tiempo empleado}} \qquad \omega = \frac{\theta}{t}$$

ω = velocidad angular en rad/seg.
θ = desplazamiento angular en rad.
t = tiempo en segundos en que se efectuó el desplazamiento angular.
La velocidad angular también se puede determinar si sabemos el tiempo que tarda en dar una vuelta completa o periodo (T):

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \textbf{Como} \quad T = \frac{1}{F} \quad \textbf{entonces} \quad \omega = \frac{2\pi}{\frac{1}{F}} = 2\pi \cdot \frac{F}{1} = 2\pi F\,\frac{\mathbf{rad}}{\mathbf{seg}}$$

Aquí debemos apuntar que una misma velocidad angular se puede expresar de varias maneras diferentes.
Por ejemplo, para las lavadoras automáticas o para los motores de los autos se usan las **revoluciones por minuto (rpm)** .
También a veces se usan las **rps (revoluciones por segundo)** .
También se usan los **grados por segundo** y los **radianes por segundo** .
Es decir, hay muchas unidades diferentes de velocidad angular. Todas se usan y hay que saber pasar de una a otra, lo que se hace aplicando una regla de 3 simple.

Por ejemplo, pasar una velocidad de 60 rpm a varias unidades diferentes:

$$60\,\mathbf{rpm} = \frac{1\,\mathbf{rev}}{\mathbf{seg}} = \frac{360^{\circ}}{\mathbf{seg}} = \frac{2\pi\,\mathbf{rad}}{\mathbf{seg}}$$

La más importante de todas las unidades de velocidad angular es **radianes por segundo** . Esta unidad es la que se usa en los problemas.

Nota importante:

Según lo anterior es correcto, entonces, decir que la velocidad angular es $\omega = \frac{\mathbf{radianes}}{\mathbf{segundo}}$, pero resulta que el radián es sólo un número comparativo, por lo mismo que la palabra radián suele no ponerse y en la práctica la verdadera unidad es $\frac{1}{\mathbf{seg}}$, que también puede ponerse como $\frac{1}{\mathbf{s}}$, e incluso como $\mathbf{s}^{-1}$. En efecto, muchas veces la velocidad angular se expresa en segundos elevado a menos uno ($\mathbf{s}^{-1}$) y para quienes no lo saben resulta incomprensible.

La velocidad tangencial (v)

Aparte de la **velocidad angular** , también es posible definir la **velocidad lineal** de un móvil que se desplaza en círculo.

Por ejemplo, imaginemos un disco que gira. Sobre el borde del disco hay un punto que da vueltas con movimiento circular uniforme.

Ese punto tiene siempre una velocidad lineal que es tangente a la trayectoria. Esa velocidad se llama **velocidad tangencial** .

Para calcular la velocidad tangencial hacemos: espacio recorrido sobre la circunferencia (o arco recorrido) dividido por el tiempo empleado, que expresamos con la fórmula:

$\mathbf{v}_t = \frac{\mathbf{arco}}{\mathbf{t}} = \frac{\theta_{(rad)} \cdot \mathbf{r}}{\mathbf{t}}$ pero como $\frac{\theta_{(rad)}}{\mathbf{t}} = \omega$ entonces $\mathbf{v}_t = \omega \cdot \mathbf{r}$ que se lee velocidad tangencial es igual a velocidad angular multiplicada por el radio.

Como la velocidad angular (ω) también se puede calcular en función del periodo (T) con la fórmula $\omega = \frac{2\pi}{\mathbf{T}}$ y la velocidad tangencial siempre está en función del radio, entonces la fórmula $\mathbf{v}_t = \omega \cdot \mathbf{r}$ se convierte en $\mathbf{v}_t = \frac{2\pi\mathbf{r}}{\mathbf{T}}$ que se lee: la velocidad tangencial es igual a 2 pi multiplicado por el radio (r) y dividido por el periodo (T).

Además, como ω (velocidad angular) se expresa en $\frac{1}{\mathbf{seg}}$ y el radio se expresa en metros, las unidades de la velocidad tangencial serán metros por segundo (m/seg).

2.6.5. La aceleración en los movimientos curvilíneos

En los movimientos curvilíneos o circulares **la dirección cambia a cada instante** . Y debemos recordar que la velocidad considerada como vector ***v*** podrá variar (acelerar o decelerar) cuando varíe sólo su dirección, sólo su módulo o, en el caso más general, cuando varíen ambos.

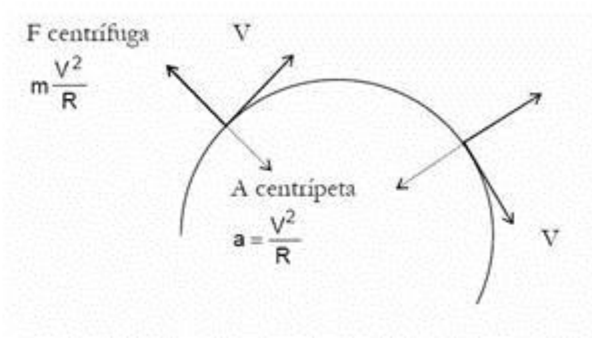
La aceleración asociada a los cambios en dirección

En razón de la aseveración anterior, y desde un punto de vista sectorial (distancia), un **movimiento circular uniforme** es también un **movimiento acelerado** , aun cuando el móvil recorra la trayectoria a ritmo constante.

La dirección del vector velocidad, que es tangente a la trayectoria, va cambiando a lo largo del movimiento, y esta variación de ***v*** que afecta sólo a su dirección da lugar a una aceleración, llamada **aceleración centrípeta** .

Aceleración centrípeta

Cuando se estudió la aceleración en el **movimiento rectilíneo** , dijimos que ella no era más que el **cambio constante** que experimentaba la velocidad por**unidad de tiempo** . En este caso, la velocidad cambiaba únicamente en **valor numérico** (su módulo o rapidez), no así en **dirección** .
Ahora bien, cuando el móvil o la partícula realiza un **movimiento circular uniforme** , es lógico pensar que en cada punto el valor numérico de la velocidad (su módulo) es el mismo, en cambio es fácil darse cuenta de que la dirección del vector velocidad va cambiando a cada instante.
La variación de dirección del vector lineal origina una aceleración que llamaremos **aceleración centrípeta.** Esta aceleración tiene la dirección del radio y apunta siempre hacia el centro de la circunferencia.
Como deberíamos saber, cuando hay un cambio en alguno de los componentes del vector velocidad tiene que haber una **aceleración** . En el caso del movimiento circular esa aceleración se llama **centrípeta** , y lo que la provoca es el cambio de dirección del vector velocidad angular.



Aceleración centrípeta.
Veamos el dibujo de la derecha:
El vector velocidad tangencial cambia de dirección y eso provoca la aparición de una aceleración que se llama aceleración centrípeta, que apunta siempre hacia el centro.
La **aceleración centrípeta** se calcula por cualquiera de las siguientes dos maneras:

$$\mathbf{a}_c = \frac{\mathbf{v}^2}{\mathbf{R}} = \omega^2 \cdot \mathbf{r}$$

La aceleración asociada a los cambios en su módulo (rapidez)

Ya sabemos que un movimiento circular, aunque sea uniforme, posee la aceleración centrípeta debida a los cambios de dirección que experimenta su vector velocidad. Ahora bien, si además la velocidad del móvil varía en su magnitud (módulo) diremos que además posee **aceleración angular** .
Resumiendo: si un móvil viaja en círculo con velocidad variable, su aceleración se puede dividir en dos componentes: una aceleración de la parte radial (la aceleración centrípeta que cambia la *dirección* del vector velocidad) y una aceleración angular que cambia la *magnitud* del vector velocidad, además de una aceleración tangencial si consideramos solo su componente lineal.

Como corolario, podemos afirmar que un **movimiento circular uniforme** posee solo **aceleración centrípeta** y que un **movimiento circular variado** posee**aceleración centrípeta** y, además, **aceleraciones angular y tangencial** .

Aceleración angular

Tal como el movimiento lineal o rectilíneo, el movimiento circular puede ser uniforme o acelerado. La rapidez de rotación puede aumentar o disminuir.
La aceleración angular (α) se define como la variación de la velocidad angular con respecto al tiempo y está dada por:

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{\mathbf{t}}$$

donde:
α = aceleración angular final en rad/ s^2
ω_f = velocidad angular final en rad/s
ω_i = velocidad angular inicial en rad/s
t = tiempo transcurrido en seg
Una forma más útil de la ecuación anterior es: **$\omega_f = \omega_i + \alpha t$**

Aceleración tangencial

Imaginemos de nuevo un disco que gira. Sobre el borde del disco hay un punto que da vueltas con **movimiento circular acelerado** .
Ese punto tiene siempre una velocidad variada que es tangente a la trayectoria. Esa variación de velocidad se llama **aceleración tangencial** .
Es la aceleración que representa un cambio en la velocidad lineal, y se expresa con la fórmula

$$a_t = \alpha \cdot r$$

Donde
α = valor de la aceleración angular en rad/s2
r = radio de la circunferencia en metros (m)
Entonces, la aceleración tangencial es igual al producto de la aceleración angular por el radio.
Otras fórmulas usadas en el movimiento circular
Vimos que la velocidad angular (ω) es igual al ángulo recorrido dividido por el tiempo empleado. Cuando el tiempo empleado sea justo un período (T), el ángulo recorrido será 2 pi (igual a una vuelta).
Entonces podemos calcular la velocidad angular (ω) como:

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ Pero como $T = \frac{1}{F}$, esta misma fórmula se puede poner como: $\omega = 2\pi \cdot F$

EJEMPLOS
1. Un móvil con trayectoria circular recorrió 820° ¿Cuántos radianes son?
Sabemos que 1 rad = 57,3°
Entonces $\frac{820^{\circ}}{57{,}3^{\circ}} = 14{,}31 \text{ radianes}$

2. Un tractor tiene una rueda delantera de 30 cm de radio, mientras que el radio de la trasera es de 1 m. ¿Cuántas vueltas habrá dado la rueda trasera cuando la delantera ha completado 15 vueltas?
En este ejercicio la longitud (distancia, espacio) que recorre cada rueda en una vuelta corresponde al perímetro de cada una (**perímetro del círculo**), cuya fórmula es $P = 2 \cdot \pi \cdot r$, entonces:

$$P_1 = 2 \cdot \pi \cdot 0{,}3\,m = 1{,}884\,m$$

$$P_2 = 2 \cdot \pi \cdot 1\,m = 6{,}28\,m$$

Entonces, si en una vuelta la rueda delantera recorre 1,884 metro, en 15 vueltas recorrerá: 15 • 1,884 m = 28,26 m
¿Cuantas veces la rueda trasera ha tenido que girar (dar una vuelta) para recorrer esa distancia de 28,26 m?
Dividimos esa distancia por la distancia recorrida en una vuelta por la rueda trasera:
28,26 m : 6,28 m = **4,5 vueltas.**
Por lo tanto, la rueda trasera ha tenido que dar cuatro vueltas y media para recorrer la misma distancia que la delantera ha recorrido en 15 vueltas.

3. Un automóvil, cuyo velocímetro indica en todo instante 72 km/h, recorre el perímetro de una pista circular en un minuto. Determinar el radio de la misma. Si el automóvil tiene una aceleración en algún instante, determinar su módulo, dirección y sentido.
Si la pista es circular, la velocidad que tiene el auto es la velocidad tangencial. Si da una vuelta a la pista en un minuto, significa que su periodo (T) es de un minuto.
Ahora, como $\omega = \frac{2\pi}{T}$, entonces: $\omega = \frac{2\pi}{60} = \frac{6{,}28}{60} = 0{,}104\,\frac{1}{s}$ velocidad angular .
Por otro lado, la velocidad tangencial es 20 m/s (72 km/h), reemplazando en la fórmula:
$v_t = \omega \cdot r$ Tenemos $20\,\frac{m}{s} = 0{,}104\,\frac{1}{s} \cdot r$ Calculamos r: $r = \frac{20\,\frac{m}{\cancel{s}}}{0{,}104\,\frac{1}{\cancel{s}}} = 192\,m$

R = 192 m Radio de la pista
Ahora, aunque su velocidad (rapidez) sea constante, igual tiene aceleración centrípeta, cuyo módulo es
$$a_c = \omega^2 \cdot r = \left(0{,}104 \frac{1}{s}\right)^2 \cdot 192\,m = 0{,}010816 \frac{1}{s^2} \cdot 192\,m = 2{,}08 \frac{m}{s^2}$$
Aceleración centrípeta, dirigida hacia el centro de la pista.

4. Un automóvil recorre la circunferencia de 50 cm de radio con una frecuencia F de 10 hz.
Determinar:
a) el periodo.
b) la velocidad angular.
c) su aceleración.

Sabemos que
$\omega = 2\pi \cdot F$, entonces $\omega = 2\pi \cdot F = 2 \cdot \pi \cdot 10 \frac{1}{s} = 62{,}8 \frac{1}{s}$, velocidad angular (039)

El período T es $T = \frac{1}{F} = \frac{1}{10 \frac{1}{s}} = 0{,}1$ s (Período)

Conocemos la velocidad angular y el radio, podemos calcular la velocidad tangencial:
$v_t = \omega \cdot r = 62{,}8 \frac{1}{s} \cdot 0{,}5\,m = 31{,}4 \frac{m}{s}$, velocidad tangencial.

Su aceleración va a ser la aceleración centrípeta, que siempre esta apuntando hacia el centro de la circunferencia. El módulo de esta aceleración se puede calcular por cualquiera de las siguientes dos fórmulas: $a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot r$ Usando la segunda:
$$a_c = \omega^2 \cdot r$$
$$a_c = \left(62{,}8 \frac{1}{s}\right)^2 \cdot 0{,}5\ m$$
$$a_c = 3.943{,}84 \frac{1}{s^2} \cdot 0{,}5\,m = 1.972\ \frac{m}{s^2}$$

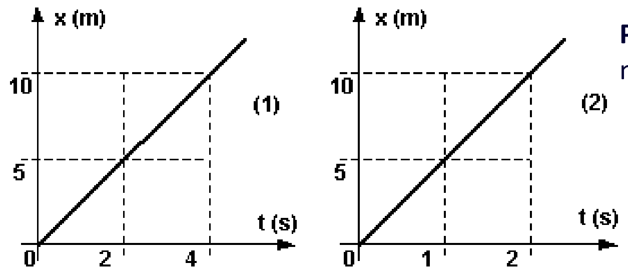
5. ¿Cuál es la aceleración que experimenta un niño que viaja en el borde de un carrusel que tiene 2 m de radio y que da una vuelta cada 8 segundos?

Si el niño da 1 vuelta cada 8 segundos su velocidad angular va a ser:
$$\omega = \frac{2\pi}{t}$$
$$\omega = \frac{2(3{,}14)}{8s} = 0{,}785 \frac{1}{s}$$
Para calcular la aceleración centrípeta tenemos $a_c = \omega^2 \cdot r$ Entonces:
$$a_c = \left(0{,}785 \frac{1}{s}\right)^2 \cdot 2\,m$$
$$a_c = 0{,}62 \frac{1}{s^2} \cdot 2\,m = 1{,}23 \frac{m}{s^2}$$
Es la aceleración centrípeta del niño.

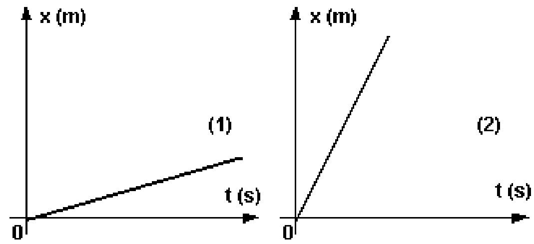
6. Calcular la velocidad angular y la frecuencia con que debe girar una rueda, para que los puntos situados a 50 cm de su eje estén sometidos a una aceleración que sea 500 veces la de la gravedad.

Veamos los datos:
Necesitamos que la aceleración centrípeta sea igual a 500 g:
$$a_c = 500 \cdot g$$
$$a_c = 500 \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 5.000 \frac{m}{s^2}$$
La velocidad angular para la cual se cumpla esto va a ser:
$$a_c = \omega^2 \cdot r$$
$$5.000 \frac{m}{s^2} = \omega^2 \cdot 0{,}5\,m$$
$$\omega^2 = \frac{5.000 \frac{m}{s^2}}{0{,}5\,m}$$
$$\omega^2 = 10.000 \frac{1}{s^2}$$
$$\omega = \sqrt{10.000 \frac{1}{s^2}}$$
$$\omega = 100 \frac{1}{s}$$
Después calculamos la frecuencia (F) a partir de.....
$$\omega = 2\pi \cdot F$$
$$F = \frac{\omega}{2\pi}$$
$$F = \frac{100 \frac{1}{s}}{2\pi}$$
$$F = \frac{100 \frac{1}{s}}{6{,}28} = 15{,}92 \frac{1}{s}$$

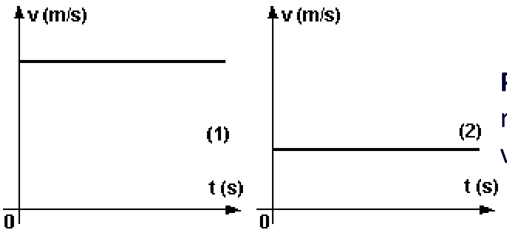
EJERCICIOS RESUELTOS. GRÁFICAS DE MOVIMIENTO



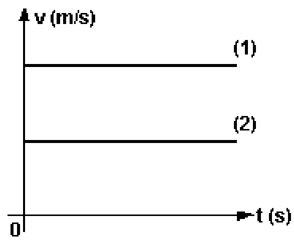
Problema n° 1) De estos dos gráficos, ¿cuál representa el movimiento más veloz? ¿Por qué?



Problema n° 2) ¿Cuál de los dos movimientos representado, el (1) o el (2), tiene mayor velocidad? ¿Por qué?



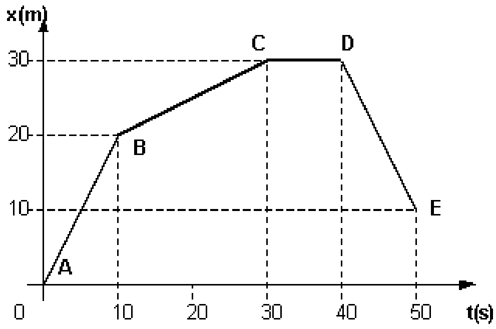
Problema n° 3) ¿Cuál de los dos movimientos representado, el (1) o el (2), tiene mayor velocidad? ¿Por qué?



Problema n° 4) ¿Cuál de los dos movimientos representado, el (1) o el (2), tiene mayor velocidad? ¿Por qué?

Problema n° 5) ¿A cuántos m/s equivale la velocidad de un móvil que se desplaza a 72 km/h?

Problema n° 6) Un móvil viaja en línea recta con una velocidad media de 1.200 cm/s durante 9 s, y luego con velocidad media de 480 cm/s durante 7 s, siendo ambas velocidades del mismo sentido:
¿cuál es el desplazamiento total en el viaje de 16 s?



Problema n° 7) Para la gráfica de la figura, interpretar cómo ha variado la velocidad y hallar la distancia recorrida en base a ese diagrama.

Desarrollo problema 1

Para analizar o comparar gráficos siempre se debe tener en cuenta lo que se representa en cada eje, así como la escala y las unidades en cada eje.

Son gráficos de posición en función del tiempo y se representan rectas, por lo tanto se trata de dos movimientos con velocidad constante, en éste caso la pendiente de la recta es la velocidad, para el caso:

$\Delta v = \Delta x/\Delta t$ $\quad \Delta v1 = \Delta x1/\Delta t1 \quad \Delta v1 = 10\ m/4\ s \quad \Delta v1 = 2{,}5\ m/s$

$\Delta v2 = \Delta x2/\Delta t2 \quad \Delta v2 = 10\ m/2\ s \quad \Delta v2 = 5\ m/s$

El gráfico (2) representa un movimiento más veloz.

Desarrollo problema 2

Para analizar o comparar gráficos siempre se debe tener en cuenta lo que se representa en cada eje, así como la escala y las unidades en cada eje. Como no tiene los ejes graduados no se puede emitir un resultado. OTRA EXPLICACIÓN EN CLASE

Desarrollo problema 3

Para analizar o comparar gráficos siempre se debe tener en cuenta lo que se representa en cada eje, así como la escala y las unidades en cada eje. Como no tiene los ejes graduados no se puede emitir un resultado. OTRA EXPLICACIÓN EN CLASE

Desarrollo problema 4

Para analizar o comparar gráficos siempre se debe tener en cuenta lo que se representa en cada eje, así como la escala y las unidades en cada eje.

En éste caso se representan dos movimientos en un mismo gráfico, por lo tanto no importa si los ejes no están graduados, el movimiento más veloz es el (1).

Desarrollo problema 5

$$v = 72\frac{\boldsymbol{km}}{\boldsymbol{h}}\cdot\frac{1\boldsymbol{h}}{3600\,\boldsymbol{s}}\cdot\frac{1000\,\boldsymbol{m}}{1\boldsymbol{km}} = 72\,\frac{1}{3600\,\boldsymbol{s}}\cdot\frac{1000\,\boldsymbol{m}}{1} = 20\,\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s}}$$

Desarrollo problema 6

Datos:

v_1 = 1.200 cm/s t_1 = 9 s

v_2 = 480 cm/s t_2 = 7 s

a) El desplazamiento es: e = v.t

Para cada lapso de tiempo: e_1 = (1200 cm/s).9 s e_1 = 10800 cm

e_2 = (480 cm/s).7 s e_2 = 3360 cm

El desplazamiento total es: $e_t = e_1 + e_2$ = 10800 cm + 3360 cm **= 14160 cm** = 141,6 m

Desarrollo problema 7

A partir de la pendiente de cada tramo de recta obtenemos la velocidad.

$v_{AB} = \Delta e_{AB}/\Delta t_{AB}$ = (20 m - 0 m)/(10 s - 0 s) **= 2 m/s**

$v_{BC} = \Delta e_{BC}/\Delta t_{BC}$ = (30 m - 20 m)/(30 s - 10 s) **= 0,5 m/s**

$v_{CD} = \Delta e_{CD}/\Delta t_{CD}$ = (30 m - 30 m)/(40 s - 30 s) **= 0 m/s**

$v_{DE} = \Delta e_{DE}/\Delta t_{DE}$ = (10 m - 30 m)/(50 s - 40 s) **= - 2 m/s**

(la velocidad nunca puede quedarse con signo negativo. Hay que explicar qué significa el signo)

$\Delta e_{AE} = e_E - e_A$ = 10 m - 0 m **= 10 m**

Esto se debe a que el móvil regresa por el mismo camino.

EJERCICIOS RESUELTOS. CINEMÁTICA

Problema n° 1) Desde un 5° piso de un edificio se arroja una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 90 km/h, ¿cuánto tardará en llegar a la altura máxima? Usar g = 10 m/s²

Desarrollo problema 1

Datos:

v_0 = 90 km/h v0 = 25 m/s

Ecuaciones:

(1) $v_f = v_0 + g.t$

(2) $e = v_0.t + ½ g.t^2$

(3) $v_f^2 - v_0^2 = 2.g.h$

Para $v_f = 0$ empleamos la ecuación (1): $0 = v_0 + g.t$

$t = -v_0/g = -(25 m/s).(-10 m/s^2) = 2,5 s$

Problema n° 2) Se lanza una pelota hacia arriba y se recoge a los 2 s, calcular: ¿Con qué velocidad fue lanzada? ¿Qué altura alcanzó?

Desarrollo problema 2

Datos:

t = 2 s

Ecuaciones:

(1) $v_f = v_0 + g.t$

(2) $e = v_0.t + ½ g.t^2$

(3) $v_f^2 - v_0^2 = 2.g.h$

Los 2 s se componen de 1 s hasta alcanzar la altura máxima ($v_f = 0$) y 1 s para regresar, de la ecuación (1):

$0 = v_0 + g.t$ $v_0 = -g.t$

$v_0 = -(-10 m/s^2).(1 s) = 10 m/s$

De la ecuación (2):

$e = (10 m/s).(1 s) + (1/2).(-10 m/s^2).(1 s)^2 = 5 m$

Problema n° 3) ¿Cuál será la distancia recorrida por un móvil a razón de 90 km/h, después de un día y medio de viaje?

Desarrollo problema 3

Datos:

v = 90 km/h

t = 1,5 día = 1,5.24 h = 36 h   v = e/t   **e = v.t**   e = (90 km/h).36 h   e = 3240 km

Problema n° 4) Un ciclista que va a 30 km/h, aplica los frenos y logra detener la bicicleta en 4 segundos. Calcular: ¿Qué desaceleración produjeron los frenos? ¿Qué espacio necesito para frenar?

Desarrollo problema 4

Datos:

v_0 = 30 km/h = (30 km/h).(1000 m/1 km).(1 h/3600 s) = 8,33 m/s v_f = 0 km/h = 0 m/s   t = 4 s

Ecuaciones:

(1) $v_f = v_0 + a.t$

(2) $e = v_0.t + ½ a.t^2$

De la ecuación (1): $v_f = v_0 + a.t$ $0 = v_0 + a.t$ $a = -v_0/t$ $a = (-8,33 m/s)/(4 s) = -2,08 m/s^2$

Con el dato anterior aplicamos la ecuación (2):

$e = (8,33 m/s).(4 s) + (-2,08 m/s^2).(4 s)^2/2$ **e = 16,67 m**

Problema n° 5) Un auto parte del reposo. A los 5 s posee una velocidad de 90 km/h. Si su aceleración es constante, calcular: ¿Cuánto vale la aceleración? ¿Qué espacio recorrió en esos 5 s? ¿Qué velocidad tendrá los 11 s?

Desarrollo problema 5

Datos:

v_0 = 0 km/h = 0 m/s

v_f = 90 km/h = (90 km/h).(1000 m/1 km).(1 h/3600 s) = 25 m/s   t = 5 s

Ecuaciones:

(1) $v_f = v_0 + a.t$

(2) $e = v_0.t + ½ a.t^2$

De la ecuación (1): $v_f = a.t$	$t = v_f/a$	a = (25 m/s)/(5 s)	a = 5 m/s ²
De la ecuación (2): $e = v_0.t + a.t^2/2$	$e = a.t^2/2$	e = (5 m/s²).(5 s)²/2	e = 62,5 m

Para t = 11 s aplicamos la ecuación (1): v_f = (5 m/s²).(11 s) **= 55 m/s**

CINEMÁTICA

EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Ac CFGS Opción B (Física y Química)

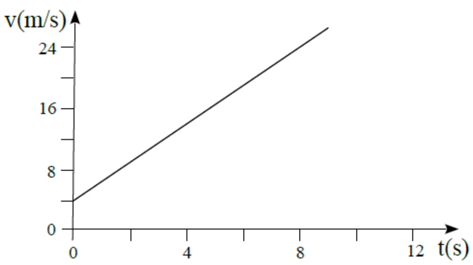
2018

2017

1. Un automovil circula a 90 km/h durante 7 min. .Que distancia habra recorrido en ese tiempo? A continuacion, el vehiculo frena bruscamente, deteniendose en 10 s ¿Cual ha sido la aceleracion y la distancia de frenada? (2 puntos)

2016

2. La gráfica siguiente representa la variación de la velocidad de un móvil con el tiempo. Responde razonadamente a las siguientes preguntas *(0,4 puntos por apartado).*



a) ¿Cuál es su velocidad inicial? ¿Y en el instante t = 8 s?
b) ¿Cuál es la velocidad media durante los 8 primeros segundos?
c) ¿Cuál es su aceleración?
d) ¿De qué tipo de movimiento se trata? ¿Por qué?
e) ¿Cuál es la distancia recorrida por el móvil desde t = 0 a t = 8 s?

2015

3. Desde dos poblaciones, A y B, que distan 8,00 km, salen al encuentro dos vehículos. El primero parte de A desde el reposo con una aceleración constante de 0,600 m/s2. El segundo sale de B, 20,0 s más tarde, con una velocidad constante de 81,0 km/h. Suponiendo que la carretera entre ambos pueblos sea rectilínea, calcula:
a. El instante en que se encontrarán.
b. La velocidad que llevará cada vehículo en el instante de encuentro.

2014

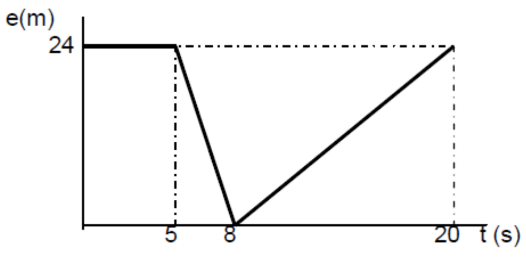
4. Se lanza verticalmente hacia arriba, desde el suelo, un cuerpo con una velocidad de 30 m/s. Calcula: a) La altura a la que se encuentra dos segundos después. b) La altura máxima alcanzada. *Tomar g= 10 m/s2*

2013

5. Calcular la distancia recorrida por un coche que viaja a 120 km/h y frena parándose en 12 segundos.

2012

6.



A partir de la gráfica espacio-tiempo adjunto:
a) Para cada tramo: describir el tipo de movimiento y calcular su velocidad

b) Calcular la velocidad media del móvil en los 20 segundos representados

2011

7. Un automóvil se mueve a 108 km/h. a)¿Qué distancia recorre entre las 09h 37min y las 09h 45 min. b) Cuando son las 09h 45 min el conductor levanta el pie del acelerador y el automóvil tarda 30 segundos en detenerse. ¿Qué distancia ha recorrido en esos 30 segundos?

2010

8. Un coche circula con una velocidad de 120 km/h. En un instante dado el conductor frena y el coche reduce su velocidad

hasta 80 km/h en 5 segundos. Calcular: a) El valor de la aceleración, que se supone constante. b) la distancia recorrida en los 5 segundos de frenada.

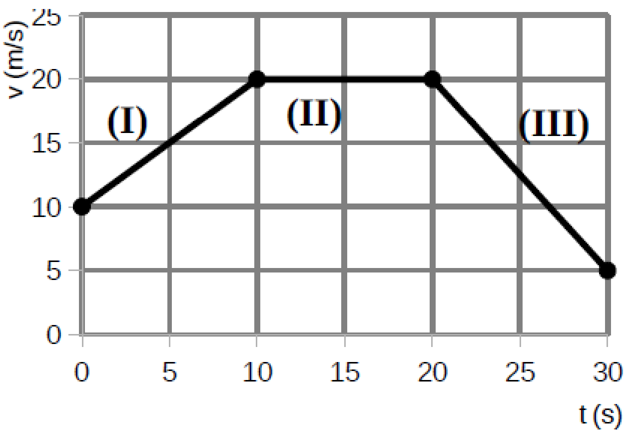
Ac CFGS Opción C (Física)

2018-9

1. A partir de los datos de la gráfica velocidad-tiempo. Determina:

a) El tipo de movimiento y la aceleración en cada tramo. *(1 punto)*

b) La velocidad media en los 30 segundos representados *(1 punto)*



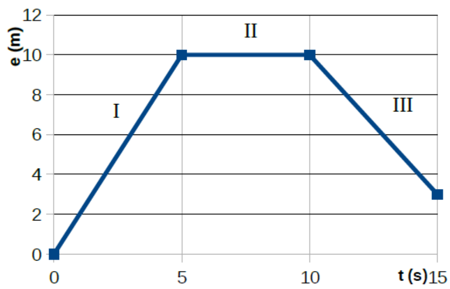
2017

10. Observa el grafico espacio-tiempo y contesta las preguntas:

a) .Que distancia se ha recorrido en cada tramo? (0,5 puntos)

b) .Que velocidad lleva el objeto en cada tramo? (1 punto)

c) Indica el tipo de movimiento en cada tramo. (0,5 puntos)



2015

11. Se deja caer una bola de acero desde la terraza de un edificio de 80 m de altura. Suponiendo que el rozamiento entre la bola y el aire es despreciable, calcula:

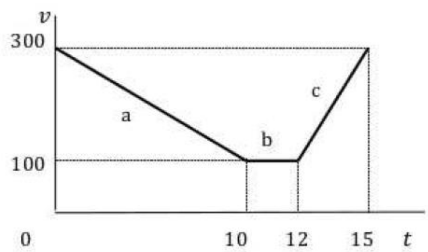
a) El tiempo que tarda la bola en llegar al suelo.

b) La velocidad con la que impacta con el suelo.

2014

12. Un coche circula con una velocidad de 120 km/h. En un instante dado el conductor frena y el coche reduce su velocidad hasta 80 km/h en 4 segundos. Calcular: a) El valor de la aceleración, que se supone constante. b) la distancia recorrida en los 4 segundos de frenada.

13. La gráfica adjunta velocidad-tiempo tiene tres etapas. Las unidades son del sistema internacional. Para cada etapa, describe el movimiento del móvil y calcula su aceleración



2013

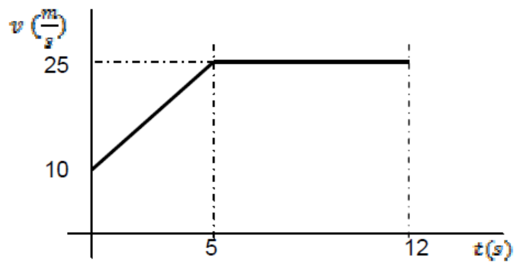
14. Un automóvil viaja a 108 km/h cuando el conductor ve un obstáculo en la carretera e inmediatamente aplica los frenos. Calcula la distancia recorrida por el coche hasta que se detiene si el tiempo de respuesta del conductor ha sido de 0,8 s y la aceleración de frenado es de 5 m/s^2

2012

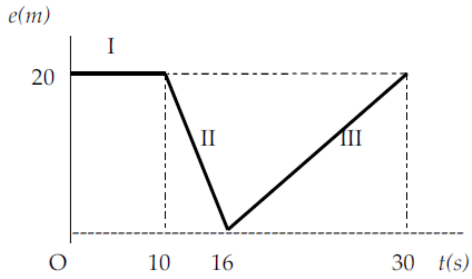
15. A partir de los datos del gráfico velocidad-tiempo adjunto:

a) Para cada tramo, calcula la aceleración y di el tipo de movimiento que representa

b) Calcula la velocidad media en los 12 segundos representados



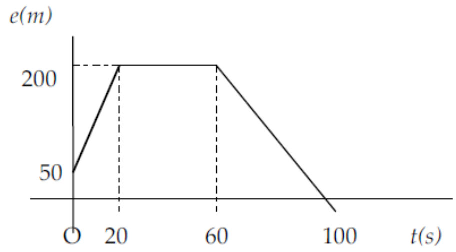
2011



16. El gráfico adjunto representa la variación de la posición con el tiempo de un móvil.
a) ¿Qué distancia recorre el móvil en cada tramo?
b) Calcula la velocidad en cada tramo y describe el tipo de movimiento que efectúa en cada uno.

2010

17. El gráfico adjunto representa la variación de la posición con el tiempo de un móvil.



a) ¿Qué distancia recorre el móvil en cada tramo?
b) Calcula la velocidad en cada tramo y describe el movimiento que efectúa en cada uno de ellos.

Ac UNI 25 (Física)

2019-18

1. Se deja caer cuerpo desde una torre de altura h. Si tarda 2 segundos en llegar al suelo, despreciando la resistencia del aire, determine:

a) La altura de la torre.
b) La velocidad del cuerpo cuando llega al suelo.
Dato: g = 9,8 m/s^2

2019-19

3. Un objeto, con movimiento circular uniforme, efectúa 5 vueltas en 10 s.

a) ¿Cuál es el período de dicho movimiento?
b) Determine el valor de su frecuencia.
c) ¿Cuál es la relación entre ambas magnitudes?

2018-20

Hace unos meses se batió de nuevo el record de aceleración para un coche eléctrico, que pudo pasar de 0 a 100 km/h en tan sólo 1,513 s.

a) Calcule el valor de la aceleración que experimentó el coche, que suponemos constante, en unidades del Sistema Internacional.
b) ¿Qué distancia recorrió el coche en ese tiempo de 1,513 s?

2018-21

Un cuerpo de masa M se lanza con velocidad inicial v_0 sobre una superficie horizontal que presenta un coeficiente de rozamiento μ_1, y se detiene al cabo de un tiempo t. El mismo cuerpo se vuelve a lanzar con velocidad inicial $2v_0$ sobre otra superficie horizontal que presenta un coeficiente de rozamiento μ_2, y se detiene en la mitad de tiempo que en el caso anterior (t/2).

a) ¿Qué relación hay entre los valores de la aceleración del caso 1 y del caso 2?
b) ¿Cuál es la relación entre los coeficientes μ_1 y μ_2?

2017-22

Dos vehículos circulan con velocidades constantes por una carretera y en el mismo sentido. En un momento dado, la distancia que los separa es de 100 Km y 5 horas más tarde el vehículo con mayor velocidad adelanta al que circula más lentamente. Calcule:

a) La distancia recorrida por el vehículo más lento durante las 5 h si su velocidad es de 40 km/h.
b) La velocidad a la que circula el vehículo más rápido.

2017-23

Se lanza verticalmente hacia arriba, desde una altura de 20 m con respecto al suelo, una piedra de 20 g con una velocidad inicial de 30 m/s. Calcule la energía potencial y la energía cinética en los siguientes casos.

a) En el punto más alto.
b) Cuando llega al suelo.

Dato: $g = 10\ \text{m/s}^2$

2016-24

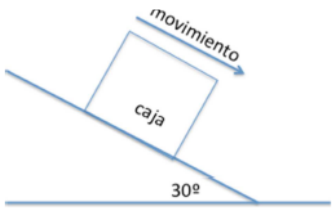
Un vehículo parte del reposo y acelera uniformemente hasta alcanzar una velocidad de 35 m/s en dos minutos.

a) Exprese el valor de la velocidad en unidades de km/h.
b) Obtenga el valor de la aceleración y la distancia que recorre el vehículo al cabo de los dos minutos.

2016-25

2. Considerando despreciable el rozamiento entre las superficies, calcule la aceleración con la que se desliza un cuerpo de 20 Kg de masa colocado en un plano inclinado que forma un ángulo de 30º con la horizontal.

   Dato: $g = 10\ \text{m/s}^2$



2015-26

Un objeto es lanzado hacia arriba con una velocidad inicial de 5 m/s desde una altura de 20 m con respecto al nivel del suelo. En el instante t = 1'5 s, calcule la altura desde el suelo a la que se encuentra el objeto.

Dato: $g = 10\ \text{m/s}^2$

2014-27

Un autobús parte del reposo con una aceleración de 1 m/s^2 y la mantiene constante durante 12 s. A continuación circula con velocidad constante durante 25 s, después de los cuales disminuye la velocidad, hasta detenerse, con una aceleración constante de módulo 1'5 m/s^2 ¿Qué distancia total recorre el autobús?

2013-28

. Dos trenes, separados inicialmente una distancia de 60 km, se acercan el uno al otro por vías paralelas, moviéndose ambos con velocidad constante de 15 km/h. Un pájaro vuela continuamente de un tren a otro en el espacio que los separa, hasta que los trenes se cruzan. Obtenga:

a) El tiempo que tardan los trenes en cruzarse.
b) La distancia total que recorre el pájaro, si vuela a una velocidad media de 20 km/h.

UNIDAD 3. DINÁMICA

3.1. Fuerza y medidas de fuerza
3.2. Fuerzas resultantes
3.2.1. Fuerzas concurrentes
3.3. Leyes de Newton. Principios de la dinàmica.
3.3.1. 1ª Ley de Newton. Principio de inercia.
3.3.2. 2ª Ley de Newton. Principio fundamental.
3.3.3. 3ª Ley de Newton. Principio de la acción y la reacción
3.4. Fuerza de rozamiento
3.5. Fuerza Peso
3.6. Impulso mecánico y cantidad de movimiento.
3.7. Principio de conservación de la cantidad de movimiento en un sistema aislado

EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA
EJERCICIOS

3.1. Fuerza y medidas de fuerza

Todas las ciencias admiten como verdad universal que hay una causa para cada efecto. La de los cambios en el movimiento se llama fuerza. Una fuerza es capaz de: iniciar y/o modificar un movimiento, cambiar la forma de los objetos. Del segundo efecto de las fuerzas, la deformación, trataremos en otro tema. En el primero debemos incluir: producción de movimiento, detención, alteración de su dirección, variación de su rapidez y cambio de sentido.
Los datos de identidad de las fuerzas son su intensidad, dirección y sentido, por lo tanto la fuerza es una magnitud vectorial.

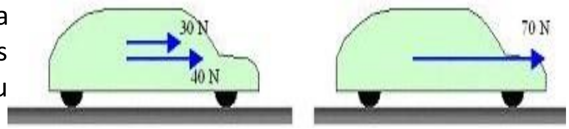
3.2. Fuerzas resultantes

A menudo, sobre un mismo cuerpo intervienen varias fuerzas simultáneamente. Mediante un balance de dichas fuerzas se puede averiguar cómo será el movimiento al que dan lugar. Esto es así porque del balance se obtiene una fuerza, la fuerza resultante, que contiene toda la información del movimiento que origina el conjunto. La simbolizaremos con F_R o F_T

3.2.1. Fuerzas concurrentes

Las fuerzas que, además de actuar sobre un mismo objeto, comparten el punto de aplicación se llaman fuerzas concurrentes. Pueden ser:

Fuerzas en la misma dirección y sentido. La resultante de un sistema formado de dos fuerzas de la misma dirección y el mismo sentido, es una fuerza con la misma dirección y sentido que las componentes, y su módulo es igual a la suma de los módulos de las componentes.



Fuerzas en la misma dirección y en sentidos contrarios. La resultante de un sistema formado por 2 fuerzas de la misma dirección y sentidos contrarios, es una fuerza con la misma dirección que las componentes, su sentido coincide con el de la componente de mayor módulo, y su módulo es igual a la diferencia entre los módulos de las componentes.

Si la resultante obtenida tiene signo negativo, procederemos a realizar el valor absoluto. Ejemplo:
$F_2 – F_1 = |-3| = 3$ N

3.3. Leyes de Newton. Principios de la dinàmica.

En el epígrafe anterior has aprendido que para modificar un movimiento es necesario aplicar una fuerza.

3.3.1. 1ª Ley de Newton. Principio de inercia.

La inercia es la tendencia de los cuerpos a conservar su estado de reposo o movimiento. El físico Isaac Newton construyó la primera de las tres leyes con las que explicó el movimiento.
"Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o movimiento uniforme siempre que no exista una fuerza sobre él".
Esta ley se denomina *Principio de Inercia* porque establece que los cuerpo ofrecen una inercia (resistencia) a los cambios de velocidad. Así, por ejemplo:
Si estamos de pie en un autobús que está parado, cuando éste arranca, nuestro cuerpo tiende a irse hacia atrás; pues "por inercia" nuestro cuerpo tiende a seguir en reposo.
Si estamos de pie en un autobús que está en movimiento, cuando éste frena bruscamente, nuestro cuerpo tiende a irse hacia delante; pues, "por inercia" nuestro cuerpo tiende a seguir con la velocidad que llevaba.

3.3.2. 2ª Ley de Newton. Principio fundamental.

"Siempre que se aplique sobre un cuerpo una fuerza (o un conjunto de ellas cuya resultante no sea igual a cero) se le imprimirá una aceleración con la misma dirección y sentido que la fuerza que la origina y un módulo proporcional a su intensidad".

La 2ª ley de Newton se expresa: $F = m \cdot a$

La unidad de la fuerza es el Newton (N), que es igual a 1 kg·m/s^2

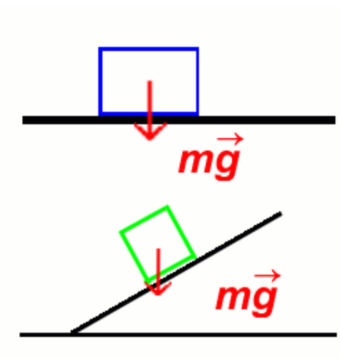
3.3.3. 3ª Ley de Newton. Principio de la acción y la reacción

"Cuando un objeto ejerce una fuerza (acción) sobre otro, el segundo ejerce sobre el primero una fuerza (reacción) de la misma intensidad y dirección, pero de sentido contrario".

EJEMPLO:

3.4. Fuerza de rozamiento

Supongamos que sobre un objeto, que se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal, aplicamos una fuerza horizontal ***F*** lo suficientemente pequeña para que el objeto continúe en reposo.



Sobre el objeto actuará otra fuerza opuesta a *F* para que la resultante sea nula.

Esta fuerza es **la fuerza de rozamiento** (***Froz***) y corresponde a la interacción entre las superficies en contacto (la del objeto y la de apoyo).

La fuerza de rozamiento actúa cuando un cuerpo se desliza o tiende a deslizarse por una superficie material.

Se define como la fuerza que la superficie opone al deslizamiento del cuerpo.

La dirección de la fuerza de rozamiento coincide con la dirección hacia la que tienda a deslizarse o se deslice el cuerpo, y su sentido es opuesto al deslizamiento.

Las leyes clásicas del rozamiento describen los factores de los que depende la fuerza de rozamiento. Fueron enunciadas por Guillaume Amontons (1663-1705) y Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) y establecen que:

- La fuerza de rozamiento entre dos cuerpos es proporcional a la fuerza normal que ejerce un cuerpo sobre el otro.
- La fuerza de rozamiento no depende del área de contacto de ambos cuerpos, aunque sí de la naturaleza de sus materiales.
- La fuerza de rozamiento no depende de la velocidad a la que se deslicen los cuerpos.
- La fuerza de rozamiento tiene sentido opuesto al movimiento (a la velocidad).

Partiendo de estos factores, matemáticamente la **fuerza de rozamiento** se obtiene por medio de la siguiente expresión:

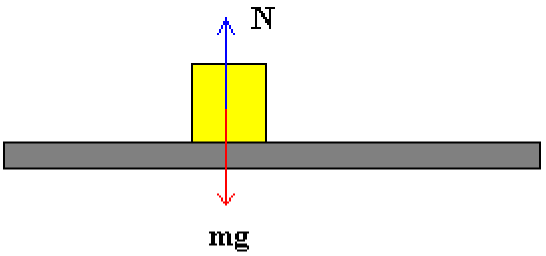
Froz = μ·N donde

μ es el coeficiente de rozamiento. Se trata de un valor adimensional que depende de la naturaleza y del tratamiento de las sustancias que están en contacto.

N es el módulo de la fuerza normal.

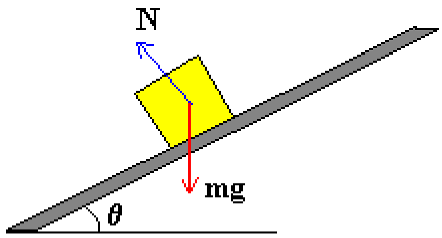
La fuerza normal

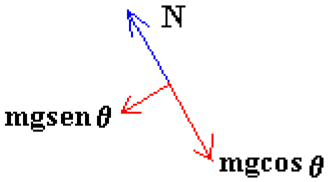
La fuerza normal, reacción del plano o fuerza que ejerce el plano sobre el bloque depende del peso del bloque, la inclinación del plano y de otras fuerzas que se ejerzan sobre el bloque.



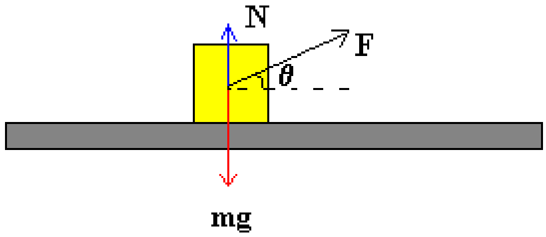
Supongamos que un bloque de masa *m* está en reposo sobre una superficie horizontal, las únicas fuerzas que actúan sobre él son el peso *mg* y la fuerza y la fuerza normal *N.* De las condiciones de equilibrio se obtiene que la fuerza normal *N* es igual al peso *mg*
N=mg

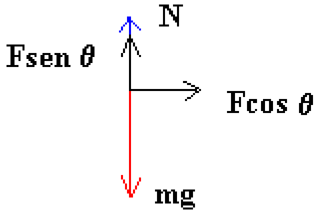
Si ahora, el plano está inclinado un ángulo *q* , el bloque está en equilibrio en sentido perpendicular al plano inclinado por lo que la fuerza normal *N* es igual a la componente del peso perpendicular al plano, *N=mg·cosq*





Consideremos de nuevo el bloque sobre la superficie horizontal. Si además atamos una cuerda al bloque que forme un ángulo *q* con la horizontal, la fuerza normal deja de ser igual al peso. La condición de equilibrio en la dirección perpendicular al plano establece *N+ F·senq =mg*





EJEMPLOS:

1. Si un objeto no tiene aceleración, ¿cuánto debe valer la fuerza de rozamiento con el suelo si la fuerza con la que tiramos de él es 10 N?
La fuerza de rozamiento tendrá que ser de 10 N pero en sentido contrario, para que la resultante sea nula. En ese caso la aceleración es nula.

2. En el ejemplo anterior, si tiramos de él con una fuerza de 5 N más que antes, ¿cuál es la masa del objeto si se mueve con una aceleración de 2 m/s²?
$F_R = F - F_{roz} = 15 – 10 = 5$ N $a = 2$ m/s^2

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow m = \frac{F_R}{a} = \frac{5}{2} = 2{,}5\,kg$$

3. Un objeto de 10 kg está parado sobre el suelo cuando ejercemos una fuerza de 20 N.
¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento?
¿Cuánto vale la aceleración?
Si ahora tiene una aceleración de 1 m/s², ¿qué fuerza estamos ejerciendo sobre él?
La fuerza de rozamiento tendrá que ser 20 N para que el objeto esté parado.
Si está parado la aceleración es 0 m/s^2
$F_R = F – F_{roz} = m \cdot a = 10 \cdot 1 = 10$ N
$F_R = F – F_{roz} = 10$ N $F = F_{roz} + 10 = 20 + 10 = 30$ N

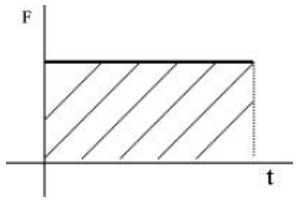
3.5. Fuerza Peso

El movimiento que adquiere un cuerpo al caer libremente se debe a la atracción de la Tierra sobre el mismo. El Peso de

un cuerpo es la fuerza con la que la tierra atrae al cuerpo. **P = m . g**
Masa. Unidad de medida: kg
Aceleración de la gravedad g = (9,8 m/s^2).
1 kg·m/s^2 = 1 newton (N).
La dirección del peso siempre es vertical y su sentido descendente (dirigido hacia el suelo).

3.6. Impulso mecánico y cantidad de movimiento.

Impulso mecánico



El impulso es el producto entre una fuerza y el tiempo durante el cual está aplicada. Es una magnitud vectorial. El módulo del impulso se representa como el área bajo la curva de la fuerza en el tiempo, por lo tanto si la fuerza es constante el impulso se calcula multiplicando la F por Δt.

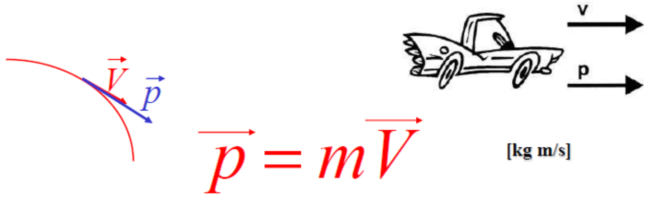
$$I = F \cdot \Delta t$$

I = Impulso [kg·m/s]
F = Fuerza [N]
Δt = Intervalo de tiempo [s]
Unidad de impulso: El impulso se mide en kg·m/s, una unidad equivalente a N·s.

Cantidad de Movimiento

La cantidad de movimiento o momento lineal es el producto de la velocidad por la masa. La velocidad es un vector mientras que la masa es un escalar. Como resultado obtenemos un vector con la misma dirección y sentido que la velocidad.
La cantidad de movimiento sirve, por ejemplo, para diferenciar dos cuerpos que tengan la misma velocidad, pero distinta masa. El de mayor masa, a la misma velocidad, tendrá mayor cantidad de movimiento.

$$\bar{p} = m \cdot \bar{v}$$



p = Cantidad de movimiento [kg·m/s]
m = Masa [kg]
v = Velocidad [m/s]
Unidad de cantidad de movimiento: La cantidad de movimiento se mide en kg·m/s. Tiene la misma unidad que el impulso aunque sean conceptos diferentes.

Relación entre impulso y la cantidad de movimiento

El impulso aplicado a un cuerpo es igual a la variación de la cantidad de movimiento, por lo tanto el impulso también puede calcularse como:

$$I = \Delta p$$

Dado que el impulso es igual a la fuerza por el tiempo, una fuerza aplicada durante un tiempo provoca una determinada variación en la cantidad de movimiento, independientemente de la masa (teorema del impulso mecánico)

$$F \cdot \Delta t = \Delta p$$

3.7. Principio de conservación de la cantidad de movimiento en un sistema aislado

Newton fue el primero en darse cuenta que para cambiar la cantidad de movimiento es necesario que sobre el cuerpo actúe una fuerza. El cambio de la cantidad de movimiento dependerá tanto del valor de la fuerza como del tiempo que esté actuando esa fuerza, de forma que podremos escribir: p= F. t (Esta es la forma en la que Newton expresó la segunda ley de la dinámica.

P = F.t   F = P / t = (m v) / t = m (v/t) = m.a

Recuerda el teorema del impulso mecánico: $F \cdot \Delta t = \Delta p$

Si la fuerza resultante es nula, F = 0, también será nula la variación el momento lineal $\Delta p = 0$, lo que equivale a decir que el momento lineal es constante (si no hay cambio, p = cte)

Si te fijas, la conservación de la cantidad de movimiento de un cuerpo equivale al Principio de inercia.

Si la resultante de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es nula, su momento lineal o cantidad de movimiento es constante y si la masa del cuerpo es constante, su velocidad también lo es. Este razonamiento lo podemos expresar así:

F = 0 $\Delta p = 0$ mv = cte   y si   m = cte   v = cte

Principio de conservación de la cantidad de movimiento:

Por lo tanto, en un sistema aislado no hay variación de la cantidad de movimiento, o lo que es lo mismo, la cantidad de movimiento total del sistema permanece constante.

Si la resultante de las fuerzas exteriores que actúan sobre un sistema de partículas es nula, la cantidad de movimiento del sistema permanece constante.

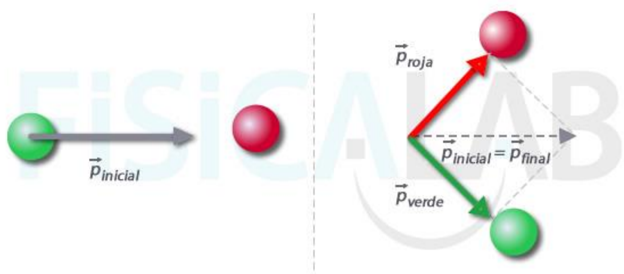
Cuna de Newton

La cuna de Newton, también conocida como péndulo de Newton, ilustra la conservación del momento lineal en ausencia de fuerzas exteriores.

Cuando lanzas una de las bolas de los extremos contra las demás, la fuerza es transmitida a través del resto de bolas hasta la bola del extremo contrario. Este proceso se repite, idealmente, de manera indefinida. En la realidad, la fuerzas disipativas hacen que las bolas terminen parándose.

Choques y explosions

En física decimos que un **sistema aislado** es aquel que no interacciona con el exterior, y por tanto no se ve sometido a fuerzas externas a él. Las partículas que intervienen en choques, explosiones, colisiones, motores a reacción, etc, se pueden considerar sistemas aislados en los que las fuerzas exteriores se pueden despreciar frente a la intensidad de las interiores. El principio de conservación del momento lineal tiene una importante aplicación en el estudio de estos fenómenos, cuando no conocemos las causas que los originan, ya que antes del fenómeno y después del fenómeno el momento lineal de todo el sistema debe ser elmismo.



Conservación del momento en un choque

Si al lanzar la bola verde contra la roja, esta última adquiere el momento lineal p(roja), la única posibilidad es que la bola verde salga disparada en la dirección que marca la imagen, y con el momento lineal p(verde). Esto es debido a que el momento lineal final del sistema, que es la suma vectorial (regla del paralelogramo) de los momentos lineales de cada una de las bolas, debe coincidir con el momento lineal inicial, anterior al choque, que es el que tenía la bola verde.

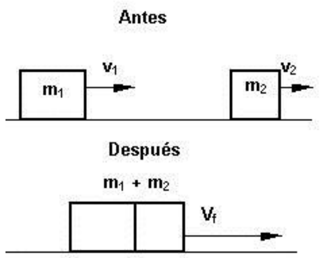
El principio de conservación del movimiento, es un caso particular del principio de conservación de la energia.

Para este caso estamos analizando choques inelásticos, o sea que no existe deformaciones de los cuerpos durante la colisión, y también se considerará que no hay pérdidas por calor.

Recordemos la Ley de conservación de la cantidad de movimiento:
En cualquier sistema o grupo de cuerpos que interactúen, la cantidad de movimiento total, antes de las acciones, es igual a la cantidad de movimiento total luego de las acciones.
$\Sigma m.v = 0$
$m_i.v_i = m_f.v_f$
$\Delta P = \Delta p_1 + \Delta p_2$

EJEMPLOS

1. Un cuerpo de masa m = 4kg se mueve según una recta con velocidad de 6 m/s. Delante de el marcha otro de 6kg, con velocidad de 3 m/s, en el mismo sentido. siendo el choque plástico (INELÁSTICO) determinar la velocidad de ambos después del choque.



El enunciado nos dice, que el choque es plástico o inelástico, lo que quiere decir que los dos cuerpos continúan unidos luego del choque.
Como sabemos que la cantidad de movimiento en cualquier choque es conservativa podemos plantear las siguientes ecuaciones.

$$\boxed{\Delta P = P_f - P_i = 0}$$

$$(m_1 + m_2) \cdot v_f - (m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2) = 0$$

$$(m_1 + m_2) \cdot v_f = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$$

$$v_f = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{(m_1 + m_2)}$$

Reemplazando los datos obtenemos como resultado que la velocidad final del conjunto es 4,2 m/s.

$$v_f = \frac{4 \cdot 6 + 6 \cdot 3}{(4 + 6)} = \boxed{4{,}2 \frac{m}{s}}$$

"DESPUÉS DE UN CHOQUE PLÁSTICO O INELÁSTICO, LOS DOS CUERPOS QUEDAN UNIDOS Y SE MUEVEN A LA MISMA VELOCIDAD"

2. Una esfera de 2KG se mueve hacia la derecha a una velocidad de 5 m/s y choca contra otra de 3KG que se mueve a 2 m/s en igual dirección y sentido. Despues del choque la esfera de 3Kg se mueve a 4,2 m/s. Determinar la velocidad de la otra esfera después del choque.

Como siempre decimos, el impulso es conservativo en cualquier choque con lo cual siempre podemos plantear la siguiente ecuacion.

$$\boxed{\Delta P = P_f - P_i = 0}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

De la ecuacion solo tenemos que despejar v1' que representa la velocidad del cuerpo 1 después del choque, si despejamos y reemplazamos los valores obtenemos como resultado lo siguiente.

$$\frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 - m_2 v'_2}{m_1} = v'_1$$

$$\frac{2 \cdot 5 + 3 \cdot 2 - 3 \cdot 4{,}2}{2} = v'_1$$

$$\boxed{1{,}7 \ {}^{m}/_{s} = v'_1}$$

3. Un cuerpo de 2 kg de masa se dirige en línea recta a 5 m/s hacia otro cuerpo de 3 kg que se encuentra detenido. Luego del choque ambos cuerpos quedan pegados. Calcular la velocidad final de los mismos.

Planteamos la fórmula de conservación de la cantidad de movimiento.

$$m_1 \cdot V_{1\,(0)} + m_2 \cdot V_{2\,(0)} = m_1 \cdot V_{1\,(f)} + m_2 \cdot V_{2\,(f)}$$

Como sabemos que ambos cuerpos quedan pegados, reemplazamos las dos velocidades finales por una sola (V_f).

$$m_1 \cdot V_{1\,(0)} + m_2 \cdot V_{2\,(0)} = m_1 \cdot V_{(f)} + m_2 \cdot V_{(f)}$$

Despejamos la velocidad final del sistema y reemplazamos por los valores del ejercicio.

$$m_1 \cdot V_{1\,(0)} + m_2 \cdot V_{2\,(0)} = V_{(f)} \cdot (m_1 + m_2)$$

$$\frac{m_1 \cdot V_{1\,(0)} + m_2 \cdot V_{2\,(0)}}{m_1 + m_2} = V_{(f)}$$

$$V_{(f)} = \frac{2\,kg \cdot 5\,\frac{m}{s} + 3\,kg \cdot 0\,\frac{m}{s}}{2\,kg + 3\,kg} = \frac{10\,\cancel{kg} \cdot \frac{m}{s}}{5\,\cancel{kg}} = 2\,\frac{m}{s}$$

DINÁMICA
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Ac CFGS OPCIÓN B (Física y Química)

2018-1

Se coloca un proyectil de 400 g de masa sobre un banco de pruebas sin rozamiento y se le aplica una fuerza constante de 10 N. Calcula:

a) La aceleración que soporta el proyectil. *(0,5 puntos)*

b) La velocidad y la distancia recorrida al cabo de 1,2 segundos. *(1 punto)*

c) El trabajo realizado por la fuerza hasta ese instante. *(0,5 puntos)*

2015-2

Un hombre tira de un trineo de 70 kg con una fuerza de 100 N, mediante una cuerda que forma un ángulo de 28º con la horizontal. El coeficiente de rozamiento entre el trineo y la nieve es de 0,10. Calcula:

a. La fuerza normal ejercida por la superficie sobre el trineo.

b. La aceleración que experimentará el trineo.

Dato: g = 9,81 m/s^2.

2015-3

Pregunta 2: Un bloque de 30 kg de masa está en reposo sobre una superficie horizontal. Se tira de él mediante una cuerda que forma un ángulo de 25º, con la horizontal, aplicándole una tensión de 150 N. El coeficiente de rozamiento cinético entre la superficie del bloque y el suelo es μ_c = 0,30.

a. ¿Cuál es el valor de la fuerza de rozamiento del bloque con el suelo?

b. ¿Con qué aceleración se moverá?

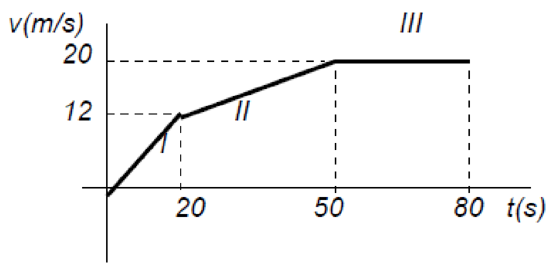
2014-4

2) Lanzamos un bloque de madera de masa por un suelo horizontal, con el que tiene un coeficiente de rozamiento al deslizamiento μ=0,2 , con una velocidad inicial de 5 m/s.

a) Calcula la aceleración de frenado del bloque. , b)¿Qué velocidad tendrá al cabo de 1 s?

Tomar g= 10 m/s^2

2013-5



2. La gráfica adjunta corresponde a la variación de la velocidad con el tiempo de un móvil de 1200 kg de masa que se mueve con movimiento rectilíneo.

Calcula la fuerza resultante que actúa sobre el móvil en cada uno de los tres tramos.

Ac CFGS OPCIÓN C (Física)

2018-6

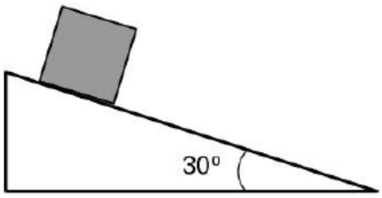
Se dispara un proyectil de 8 kg de masa, con un cañón de 1200 kg, tras lo cual, el cañón sufre un retroceso a una velocidad de 1 m/s.

a) ¿Cuál será la velocidad a la que ha salido disparado el proyectil? *(1 punto)*

b) Si pasan 3 s hasta que se para ¿Qué fuerza actúa sobre el proyectil? *(1 punto)*

2017

7. Calcula la aceleracion con la que cae un bloque de 5 kg, que se encontraba inicialmente en reposo, por una rampa inclinada 30°. Considera despreciable el rozamiento. (2 puntos)
DATOS: *Toma $g = 10\ m/s^2$.*



2015
8. Un vagón de 4000 kg de masa se desplaza por una vía rectilínea a 4,0 m/s y choca contra otro vagón de 5000 kg que se mueve por la misma vía y a la misma velocidad, pero en sentido contrario. Después del choque permanecen enganchados y se mueven juntos.
a) Calcula la velocidad de los vagones después del choque.
b) ¿Se conserva la cantidad de movimiento antes y después del choque? ¿Por qué? ¿Y la energía mecánica? ¿Por qué?

2013
9. Calcular el impulso mecánico que se realiza en un golpe con la raqueta de tenis cuando el jugador devuelve con velocidad de 25 m/s una pelota de 70 g de masa que le llega con la velocidad de 20 m/s. Calcula también la fuerza que ha actuado sobre la pelota. El tiempo de contacto entre la raqueta y la pelota se estima en 0,2 s

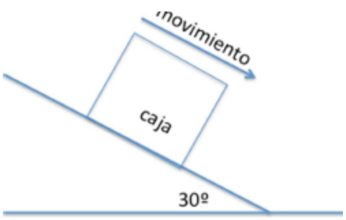
2012
10. Un bloque de 30 kg de masa se mueve por un plano horizontal, sin rozamiento, bajo la acción de una fuerza de 250 N. Calcula la aceleración que adquiere el bloque
a) Si la fuerza actúa horizontalmente.
b) Si la fuerza actúa formando un ángulo de 50 º con la horizontal

2011
11. Un bloque de 300 kg es empujado por una fuerza horizontal cuyo valor es 1200N. El coeficiente de rozamiento dinámico es μ = 0'2. Calcular la aceleración del bloque. *Toma $g = 9'8\ m/s^2$*

Ac UNI 25 (Física)

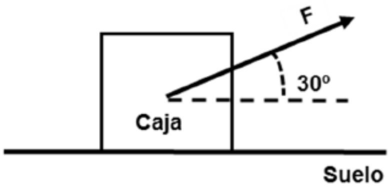
2019
2018-12
Un cuerpo de masa M se lanza con velocidad inicial v_0 sobre una superficie horizontal que presenta un coeficiente de rozamiento μ_1, y se detiene al cabo de un tiempo t. El mismo cuerpo se vuelve a lanzar con velocidad inicial $2v_0$ sobre otra superficie horizontal que presenta un coeficiente de rozamiento μ_2, y se detiene en la mitad de tiempo que en el caso anterior (t/2).
a) ¿Qué relación hay entre los valores de la aceleración del caso 1 y del caso 2?
b) ¿Cuál es la relación entre los coeficientes μ_1 y μ_2?

2016-13
Considerando despreciable el rozamiento entre las superficies, calcule la aceleración con la que se desliza un cuerpo de 20 Kg de masa colocado en un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal.
Dato: $g = 10\ m/s^2$



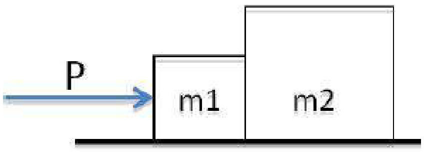
2015-14

La figura representa una caja, cuya masa es de 70 kg, apoyada en un suelo horizontal y que tiene amarrada una cuerda que forma un ángulo de 30º con respecto a dicha superficie. Un hombre tira de esa cuerda y en la dirección de la misma, con una fuerza de 400 N. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre la caja y el suelo es de 0'5, calcule la aceleración de la caja. Dato: $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$



2014-15

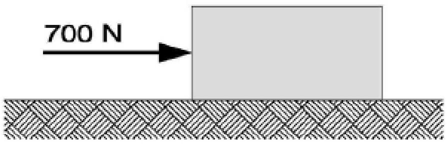
Dos bloques de masas m_1 =1 kg y m_2 =2 kg, apoyados en una mesa horizontal, son empujados por una fuerza P, tal y como se muestra en la figura. El coeficiente de rozamiento entre los bloques y la mesa es de 0,2, calcule el valor de la fuerza P para que los bloques adquieran una aceleración de 2 m/s^2.



$g = 10\ \mathrm{m/s^2}$

2013-16

Un bloque de 100 kg de masa se apoya sobre un plano horizontal con rozamiento. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el plano y el bloque vale 0'2 y que sobre el bloque actúa una fuerza horizontal constante $F = 700\,N$, tal y como se muestra en la figura, calcule la aceleración del bloque. Dato: $g = 10\ m/s^2$.



UNIDAD 4. TRABAJO. POTENCIA Y ENERGÍA

4.1. La energia
- **3.1.1. Introducción**
- **3.1.2. Tipos de energia**

4.2. Energía mecànica
4.3. Energía cinètica
4.4. Energía potencial
4.5. Principio de conservación de la energía mecànica
4.6. Trabajo y potencia
- **4.6.1. El Trabajo**
- **4.6.2. La potencia**

4.7. Equivalencia entre calor y Trabajo: concepto de calor como proceso de transferència de energia.
4.8. Principio de conservación de la energia mecànica en ausencia de fuerzas disipativas.
4.9. Balance de energia en presencia de fuerzas disipativas.

EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA
OTROS EJERCICIOS

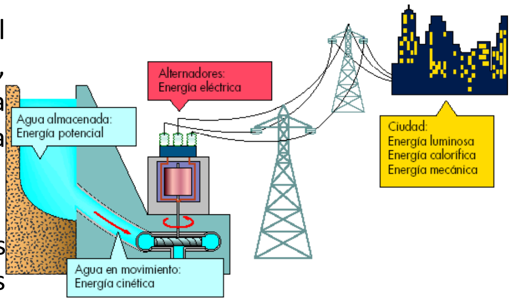
4.1. La energia

4.1.1. Introducción

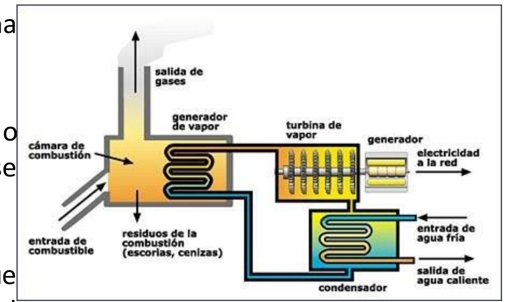
Al mirar a nuestro alrededor se observa que las plantas crecen, los animales se trasladan y que las máquinas y herramientas realizan las más variadas tareas. Todas estas actividades tienen en común que precisan del concurso de la energía.
La energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza.
La energía se manifiesta en los cambios físicos, por ejemplo, al elevar un objeto, transportarlo, deformarlo o calentarlo.
La energía está presente también en los cambios químicos, como al quemar un trozo de madera o en la descomposición de agua mediante la corriente eléctrica.
Se trata de una magnitud física y por lo tanto, medible. La unidad de energía en el Sistema Internacional es el julio (J), la misma que el trabajo.
Un julio es la energía necesaria para elevar un peso de 1 newton (N) hasta un 1 metro (m): *1 J = 1 N . 1 m*
El kilojulio (KJ), se utiliza mucho también, así como el kilovatio por hora (Kw·h) que equivale a $3{,}6 \cdot 10^6$ J.

4.1.2. Tipos de energia

Energía eléctrica: es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce, fundamentalmente, 3 efectos: luminoso, térmico y magnético. Ej.: La transportada por la corriente eléctrica en nuestras casas y que se manifiesta al encender una bombilla.



Energía térmica: La Energía térmica se debe al movimiento de las partículas que constituyen la materia. Un cuerpo a baja temperatura tendrá menos energía térmica que otro que esté a mayor temperatura.
La transferencia de energía térmica de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura se denomina calor.



La **Energía química** es la que se produce en las reacciones químicas. Una pila o una batería poseen este tipo de energía. Ej.: La que posee el carbón y que se manifiesta al quemarlo.

La **Energía nuclear** es la energía almacenada en el núcleo de los átomos y que se libera en las reacciones nucleares de fisión y de fusión. Ej.: la energía del uranio, que se manifiesta en los reactores nucleares.

Energía luminosa, radiante o electromagnética: se trata de la energía de las ondas electromagnéticas como: los rayos infrarrojos, los rayos de luz, los rayos ultravioletas, los rayos X, etc. La mayor parte de este tipo de energía la recibimos del Sol.

Energía sonora: está relacionada con la transmisión por el aire de ciertas ondas, vibraciones o sonidos (ondas materiales o mecánicas) que son perceptibles por el oído humano haciendo posible entre otras cosas la comunicación.

Energía nuclear: proviene de las reacciones nucleares que se producen bien de forma espontánea en la naturaleza o bien de forma artificial en las centrales nucleares.

4.2. Energía mecànica

La energía mecánica de un cuerpo está constituida por la suma de dos componentes; la energía que dicho cuerpo adquiere por el hecho de moverse, denominada Energía de movimiento o Energía cinética (Ec), y la energía que posee en virtud de la posición que ocupa, a la que llamamos Energía de posición o Energía potencial (Ep).

Em = Ep + Ec

4.3. Energía cinètica

El valor de la energía cinética (Ec) de un cuerpo que se esté moviendo va a depender de la masa de dicho cuerpo y de la velocidad con que éste se desplace. Así, una persona de 80 kg poseerá el doble de energía cinética que otra de 40 kg cuando ambas se muevan a la misma velocidad.

La medida matemática de la energía cinética se obtienen mediante la siguiente ecuación: **$Ec = ½\ m\ v^2$** donde *m* representa el valor de la masa del cuerpo en kg y *v* es la velocidad a la que se desplaza expresada en m/s.

4.4. Energía potencial

El valor de la energía potencial (Ep) de este mismo cuerpo cuando esté en reposo, va a depender tanto de la masa como de la altura a la que esté situado con respecto al suelo. Así, un cuerpo de 80 kg poseerá mayor energía potencial que otro de 40 kg si ambos se encuentran situados a la misma altura. Obtenemos el valor matemático de la energía potencial mediante la siguiente ecuación: **Ep = m g h** donde *m* representa el valor de la masa del cuerpo en kg, *g* es la aceleración de la gravedad cuyo valor se considera constante: 9,8 m/s^2, *h* es el valor de la altura a la que esté situado el cuerpo, expresada en metros.

El aumento de energía cinética de un cuerpo implica una disminución equivalente de su energía potencial y viceversa, de esta manera la energía mecánica de dicho cuerpo se mantiene constante.

El valor de la energía mecánica vendrá expresado en julios.

EJEMPLOS:

1. Calcula el valor de la energía cinética de un objeto de 10 kg de masa cuando lleva una velocidad de 2 m/s.

m = 10 kg v = 2 m/s

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4 = 20\,J$$

2. Calcula el valor de la energía potencial de un objeto de 2 kg de masa cuando se encuentra a una altura de 5 m.

m = 2 kg g = 9,8 m/s^2 h = 5 m

Ep = m g h = 2 . 9,8 . 5 = 98 J

4.5. Principio de conservación de la energía mecànica

En la realización de todos nuestros quehaceres cotidianos; subir y bajar escaleras, ir a comprar, limpiar, caminar... consumimos una determinada cantidad de energía. Pero lo que identificamos como consumo es más bien una transformación, nos movemos porque transformamos la energía química que nos aportan los alimentos en energía mecánica (movimiento muscular).

El principio de conservación de la energía mecánica dice:

"*La energía mecánica de un cuerpo se conserva cuando sobre él sólo actúa el peso".*

Si sobre un cuerpo actúa la fuerza de rozamiento la energía mecánica se ve disminuida en la cantidad que representa dicha fuerza.

EJEMPLOS:

Un objeto de 1 kg se lanza verticalmente hacia arriba, con una velocidad de 10 m/s. (g = 10 m/s^2) calcula:

a) La energía mecánica del objeto en el momento de lanzarlo.

b) La energía cinética y la velocidad del objeto cuando éste se encuentra a una altura de 2 m.
c) La energía potencial cuando el objeto alcanza su altura máxima, y la medida de dicha altura.

a)

m = 1 kg   v = 10 m/s   g = 10 m/s^2 h = 0 m

Em = Ec + Ep = ½ m v^2 + m g h = ½ 1 10^2 + 0 = 50 J

b)

m = 1 kg   g = 10 m/s^2 h = 2 m   v =?

Con la altura podemos conocer la energía potencial: Ep = m g h = 1 . 10 . 2 = 20 J

Teniendo en cuenta el principio de conservación de la energía, en este momento la energía mecánica es 50 J (calculado en el apartado anterior). Entonces: Em = Ec + Ep   50 = Ec + 20   Ec = 30 J

Además, utilizando la formula de la energía cinética podemos calcular la velocidad v = 7,75 m/s.

c)

m = 1 kg   v = 0 m/s   g = 10 m/s^2 h = ?

Em = Ec + Ep   50 = Ec + Ep   pero como la velocidad es cero cuando llega a la altura máxima, la energía cinética es cero y la energía potencial es igual a la energía mecánica.   Ep = 50 J

A partir de la fórmula de la energía potencial se puede calcular la altura máxima hmáx = 5 m.

4.6. Trabajo y potencia

4.6.1. El Trabajo

La realización de cualquier trabajo exige el empleo de cierta dosis de energía. Pero bajo el punto de vista de la Física, por mucha energía que apliquemos en mover un objeto, si no somos capaces de desplazarlo, no habremos realizado ningún trabajo.

Según esta disciplina, para realizar un trabajo es necesario que al aplicar una fuerza sobre un cuerpo logremos que dicho cuerpo se desplace. Así realizamos trabajo cuando tiramos del carro de la compra, levantamos objetos,...

El valor del **trabajo** (T o W) realizado, cuando el cuerpo se desplace en la misma dirección en que se aplica la fuerza, se calcula mediante la ecuación: **W = F e cosα** donde:

W es el trabajo en julios (J)

F es la fuerza en newtons (N)

e es el desplazamiento (posición final menos posición inicial) en metros

α es el ángulo formado entre la fuerza y el desplazamiento producido.

Si el trabajo se realiza en la misma dirección del movimiento: **W = F e** ***(EXPLICACIÓN EN CLASE)***

Tan importante como la cantidad de trabajo efectuado es la velocidad con que este se efectúe. Para ello existe en Física una magnitud denominada ***Potencia***.

4.6.2. La potencia

La **potencia** se define como la velocidad con la que se realiza un trabajo. La potencia es el trabajo realizado por unidad de tiempo. Su ecuación es: **P = W / t** donde:

W es el trabajo realizado y se mide en julios

t es el tiempo empleado, en segundos

P es la potencia, cuya unidad en el sistema internacional es el julio por segundo (J/s) a la que también se le llama vatio (w).

El vatio resulta ser una unidad muy pequeña por lo que normalmente se utilizan múltiplos de ella, tales como el kilovatio (Kw) que equivale a 1000 vatios o el caballo de vapor (c.v.) que son 735 vatios.

EJEMPLO:
Para desplazar un objeto 5 m hemos tenido que aplicar una fuerza equivalente a 40 N durante 50 segundos. Calcular el valor del trabajo realizado y la potencia consumida.
F = 40 N e = 5 m t = 50 s
W = F e = 40 . 5 = 200 J P = W / t = 200 J / 50 s = 4 W

4.7. Equivalencia entre calor y trabajo: concepto de calor como proceso de transferencia de energia.

Si calor y trabajo son ambos formas de energía en tránsito de unos cuerpos o sistemas a otros, deben estar relacionadas entre sí. La comprobación de este tipo de relación fue uno de los objetivos experimentales perseguidos con insistencia por el físico inglés James Prescott Joule (1818-1889). Aun cuando efectuó diferentes experimentos en busca de dicha relación, el más conocido consistió en determinar el calor producido dentro de un calorímetro a consecuencia del rozamiento con el agua del calorímetro de un sistema de paletas giratorias y compararlo posteriormente con el trabajo necesario para moverlas.
La energía mecánica puesta en juego era controlada en el experimento de Joule haciendo caer unas pesas cuya energía potencial inicial podía calcularse fácilmente de modo que el trabajo *W*, como variación de la energía mecánica, vendría dado por: $W = \Delta Ep = m\ g\ h$ siendo *m* la masa de las pesas, *h* la altura desde la que caen y *g* la aceleración de la gravedad.
Por su parte, el calor liberado por la agitación del agua que producían las aspas en movimiento daba lugar a un aumento de la temperatura del calorímetro y la aplicación de la ecuación calorimétrica: $Q = m\ c\ (Tf - Ti)$
permitía determinar el valor de *Q* y compararlo con el de *W*.

Tras una serie de experiencias en las que mejoró progresivamente sus resultados, llegó a encontrar que el trabajo realizado sobre el sistema y el calor liberado en el calorímetro guardaban siempre una relación constante y aproximadamente igual a 4,2. Es decir, por cada 4,2 joules de trabajo realizado se le comunicaba al calorímetro una cantidad de calor igilal a una caloría.
Ese valor denominado *equivalente mecánico del calor* se conoce hoy con más precisión y es considerado como **4,184 joules/calorías.**
La relación numérica entre calor *Q* y trabajo *W* puede, entonces, escribirse en la forma:
***W* (joules) = 4,18 · *Q*(calorías)**
La consolidación de la noción de calor como una forma más de energía, hizo del equivalente mecánico un simple factor de conversión entre unidades diferentes de una misma magnitud fisica, la energía; algo parecido al número que permite convertir una longitud expresada en pulgadas en la misma longitud expresada en centímetros.

Todos los cuerpos poseen energía interna, debido en parte a la energía cinética de sus partículas. Esta energía se llama energía térmica. A mayor velocidad de las partículas mayor es la energía del cuerpo.
La temperatura es una magnitud macroscópica. Los cuerpos con más temperatura pasan energía a los cuerpos con menos temperatura, hasta que éstas se igualan.
La **temperatura** está directamente relacionada con la **energía térmica** de un cuerpo. A más **temperatura**, más **velocidad** tendrán sus partículas.
La energía térmica se asocia a la energía cinética de las partículas que componen un cuerpo.
Cuanto mayor sea la temperatura mayor será la energía de las partículas y mayor será la velocidad de las partículas.
Las partículas en los sólidos sólo pueden vibrar, mientras que en los gases se mueven casi con total libertad.
Cuando a un sólido se le da calor, aumenta la energía térmica de sus partículas y éstas vibran con más velocidad. Cuando su velocidad es lo suficientemente grande ya no pueden mantenerse juntas y se separan. Así el sólido va pasando a estado líquido o gaseoso.
Lo contrario pasa cuando un gas pierde calor, sus partículas pierden energía y pueden terminar juntándose dando lugar a sólidos o líquidos.

Calor y trabajo son dos tipos de energía en tránsito, es decir, energía que pasa de un cuerpo a otro. Ambas tienen la misma unidad, Julio en el S.I.

La principal diferencia entre ambas es la forma en la que se transfieren. El calor se transfiere entre dos cuerpos que tienen diferente temperatura. El trabajo se transfiere cuando entre dos cuerpos se realizan fuerzas que provocan desplazamientos o cambios dimensionales.
El calor se transfiere a través de un **vínculo térmico** (diferencia de temperatura). El trabajo se transfiere a través de un **vínculo mecánico** (fuerzas y desplazamientos).

El calor se puede transferir mediante **convección** , **radiación** o **conducción** .

4.8. Principio de conservación de la energia mecànica en ausencia de fuerzas disipativas.

Fuerzas conservativas o no disipativas
Cuando sólo actúan este tipo de fuerzas, la energía mecánica total se conserva, o sea, NO varía.
Ejemplos de fuerzas conservativas: la gravitatoria, la elástica y la eléctrica.

Fuerzas disipativas o no conservativas
Son aquellas que transforman la energía mecánica en calor, por ejemplo: la fuerza de rozamiento.

Definiciones:
Una fuerza es conservativa si el trabajo efectuado por ella sobre una partícula que se mueve en cualquier viaje de ida y vuelta es 0.
Una fuerza es no conservativa (o disipativa) si el trabajo efectuado por ella sobre una partícula que se mueve en cualquier viaje de ida y vuelta es distinto de 0.

Llamamos **energía mecánica** de un cuerpo a la suma de la energía cinética E_c y potencial E_p que posee:

$$Em=Ec+Ep$$

La **energía mecánica** de un cuerpo se mantiene ***constante*** cuando todas las fuerzas que actúan sobre él son *conservativas*.
Es probable que en numerosas ocasiones hayas oido decir que "la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma". En realidad, tal afirmación es uno de los principios más importantes de la Física y se denomina **Principio de Conservación de la Energía**. Vamos a particularizarlo para el caso de la energía mecánica.
Para ententer mejor este concepto vamos a ilustrarlo con un ejemplo. Imagina una pelota colgada del techo que cae sobre un muelle. Según el principio de conservación de la energía mecánica, *la energía mecánica de la bola es siempre la misma* y por tanto durante todo el proceso dicha energía permanecerá constante, tan sólo cambiarán las aportaciones de los distintos tipos de energía que conforman la energía mecánica.
Para comprobar el ***principio de conservación de la energía mecánica*** razonamos de la siguiente manera:
El **teorema de la energía cinética** establece que la variación de energía cinética ΔE_c entre dos puntos (la cual se traduce en una variación de su velocidad) que sufre un cuerpo es igual al trabajo realizado por la **fuerza resultante** que actua sobre el cuerpo entre los puntos inicial y final. Esto se cumple tanto si las fuerzas son conservativas como si no.
$W=\Delta Ec$
Por otro lado, en el caso de fuerzas conservativas, dicho trabajo coincide con la variación de energía potencial cambiada de signo.
$W=-\Delta Ep$
De lo anterior, y teniendo en cuenta que en ambos casos nos referimos al mismo trabajo, podemos escribir:
$\Delta Ec=-\Delta Ep$ $\quad \Delta Ec+\Delta Ep=0$ $\quad \Delta(Ec+Ep)=0$ $\quad \mathbf{\Delta Em=0}$
Por tanto **la energía mecánica no cambia, permanece constante.**

EJEMPLOS
1. Determina la altura máxima que alcanzará un cuerpo que es lanzado verticalmente a 9* m/s. *Utiliza el Principio de Conservación de la Energía para resolver el problema.

Datos

Valor de la velocidad inicial: v_i = 9 m/s
Consideraciones previas
Este problema puede ser resuelto exclusivamente teniendo en cuenta las expresiones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (m.r.u.a), ya que se trata de una caida libre. Aquí nos piden, en cambio, que usemos el Principio de Conservación de la Energía Mecánicapara ello

La única fuerza que actúa sobre el cuerpo, el peso, es conservativa (despreciamos rozamiento con el aire)
La energía mecánica del sistema permanece constante en todo momento en ausencia de fuerzas no conservativas (ΔE_m = 0).
Se produce una transformación paulatina de la energía cinética inicial del cuerpo, en energía potencial. Dicho de otro modo: Ec_f=0; Ep_0=0;
Consideramos el valor de la gravedad g = 9,8 m/s^2
Resolución
$\Delta Em=0$ $\quad Em_f = Em_i \quad Ec_f + Ep_f = Ec_i + Ep_i \quad 0 + Ep_f = Ec_i + 0 \quad Ep_f = Ec_i$
$m \cdot g \cdot h_f = 1/2 \cdot m \cdot v_i^2 \quad g\, h_f = 1/2\, v_i^2 \quad 2 \cdot g\, h_f = v_i^2 \quad 2 \,.\, 9{,}8\, h_f = 9^2 \quad 19{,}6\, h_f = 81$
de donde h_f = 4,13 m

2. Se deja caer un objeto de masa 5 kg desde una altura de 20m. calcula
a) la energía mecánica inicial
b) velocidad del objeto al llegar al suelo.

3. Se dispara una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20 m/s. Calcular
a) Altura máxima
b) Altura a la que se encuentra cuando su v= 6m/s

LOS HAREMOS EN CLASE

4.9. Balance de energia en presencia de fuerzas disipativas.

En el caso general de que en nuestro sistema aparezcan *fuerzas no conservativas o disipativas*, **la energía mecánica no se conserva**.
Existen dos contribuciones para el trabajo total W_t:
Trabajo de *fuerzas conservativas* W_c
Trabajo de *fuerzas no conservativas* W_{nc}
Por tanto: Wt=Wc+Wnc
Si sobre un cuerpo actúan fuerzas conservativas y no conservativas, la **variación de energía mecánica** coincide con el ***trabajo*** realizado por las ***fuerzas no conservativas***

Wnc=ΔEm

La ***fuerza de rozamiento*** es uno de los casos más destacados de **fuerza no conservativa o disipativa**. Imagina el caso sencillo en que lanzas una canica deslizándose *por el suelo* a cierta velocidad. Al cabo de un tiempo, esta acabará por pararse. La energía mecánica de la canica está formada únicamente por su energía cinética (Em=Ec+Ep). Suponiendo la fricción con el aire despreciable, la fuerza de rozamiento, disipativa, va a ser la responsable de que nuestra canica vaya, poco a poco, perdiendo su energía mecánica (coincidente en este caso con la cinética).

EJEMPLO
Lanzamos una bola de 2 kg de peso en linea recta a una velocidad de 4 m/s rodando por el suelo. Sabiendo que recorre 20 m antes de detenerse y suponiendo que la fricción con el aire es nula, calcula el valor de la fuerza de rozamiento con el suelo.

Datos
Masa del cuerpo: m = 2 kg

Velocidad del cuerpo (módulo): v_i = 4 m/s
Desplazamiento (módulo): Δr (e) = 20 m

Consideraciones previas

Para el estudio que nos ocupa, podemos considerar que la energía potencial es nula y por tanto el incremento de la energía mecánica coincide con el incremento de la energía cinética

Dado que el cuerpo acaba deteniéndose, la energía cinética final es cero (Ec_f=0)

El ángulo que forma la fuerza de rozamiento con el vector desplazamiento es de 180 grados (π rad): lo que hace que la fuerza no dissipativa, la fuerza de rozamiento, sea negativa. Recordad: El Trabajo de rozamiento **Wroz = - Froz. e**

Resolución

Con las consideraciones anteriores nos queda:

$\Delta Em = \Delta Ec + \Delta Ep \qquad \Delta Em = (Ec_f - Ec_i) + (Ep_f - Ep_i) = (0 - Ec_i) + (0 - 0) = - Ec_i = - 1/2\ m\ v_i^2 = -(1/2).2.4^2 = -16$ J

ΔEm =Wnc

Wnc = W roz = - Froz.e = -Froz.20

ΔEm =Wnc $\qquad \Delta Em$ = -Froz.20 $\qquad$ - 16 = -Froz.20 $\qquad$ Froz = 16/20 = 0,8 N

TRABAJO Y ENERGÍA
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Ac CFGS Opción B: Física y Química

2018-1

Desde una ventana situada a 9 m del suelo, se dejar caer una pelota de 0,2 kg de masa. Calcula:
a) La energía cinética de la pelota cuando se encuentre a 4m del suelo. *(1,2 puntos)*
b) La velocidad cuando llegue al suelo. *(0,8 puntos)*
Considerar $g = 10\ m/s^2$

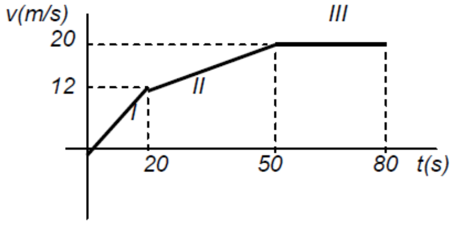
2017
2. Un coche de 1250 kg, inicialmente en reposo, arranca con una aceleracion de 0,8 m/s^2, desplazandose 1 km por una carretera horizontal que se supone sin rozamiento. .Que trabajo realiza el motor? .Cual ha sido su potencia? (2 puntos)

2016
3. Se deja caer un cuerpo de 12 kg desde una altura de 40 m. Supón despreciable la resistencia del aire. Determina *(0,5 puntos por apartado)*:
a) La energía potencial cuando está a una altura de 30 m.
b) La energía cinética que tiene en ese instante y su velocidad.
c) El trabajo que efectúa cuando choca contra el suelo.
d) La velocidad con la que llega al suelo.
Dato: g = 9,81 m/s2.

2015
4. Un hombre tira de un trineo de 70 kg con una fuerza de 100 N, mediante una cuerda que forma un ángulo de 28º con la horizontal. El coeficiente de rozamiento entre el trineo y la nieve es de 0,10.
Calcula:
a. La fuerza normal ejercida por la superficie sobre el trineo.
b. La aceleración que experimentará el trineo.
Dato: g = 9,81 m/s2.

2014
5. Lanzamos un bloque de madera de masa por un suelo horizontal, con el que tiene un coeficiente de rozamiento al deslizamiento m=0,2 , con una velocidad inicial de 5 m/s. a) Calcula la aceleración de frenado del bloque. , b)¿Qué velocidad tendrá al cabo de 1 s? To*mar g= 10 m/s2*

2013
6.



2. La gráfica adjunta corresponde a la variación de la velocidad con el tiempo de un móvil de 1200 kg de masa que se mueve con movimiento rectilíneo.

Calcula la fuerza resultante que actúa sobre el móvil en cada uno de los tres tramos.

I
2012
7. Un montacargas eleva un peso de 1500 Kg N al piso 15 de un edificio, siendo 3’2 m la altura de cada piso.
a) Calcúlese la energía potencial de dicho peso a esa altura.
b) Debido a una mala manipulación el peso cae a la calle. Calcúlese la velocidad de llegada al suelo, considerando despreciable el rozamiento con el aire.

Tomar g= 9'8 m/s2

2011

8. a) Calcula la energía cinética de un avión de 5 toneladas de masa, moviéndose a una velocidad de 756 km/h . b) Calcula a qué altura debe volar el avión para que su energia potencial valga lo mismo que la energía cinética del apartado a. *Toma g= 9'8 m/s2*

2010

9. El motor de un automóvil de es capaz de comunicarle una aceleración de durante partiendo del reposo. a) Despreciando rozamientos, determina la energía cinètica del automóvil a final de los 12 s. b)¿Cuál es la potencia desarrollada por el motor en CV? Datos: 1CV=736W

Ac CFGS Opción C: Física

2018-10

Para subir el primer tramo de una montaña rusa, hasta los 5 m de altura, el motor de la atracción debe realizar un trabajo de 10000 J durante 25 s.

a) ¿Qué potencia desarrolla el motor? *(0,5 puntos)*

b) Al llegar arriba del todo, se suelta y se deja caer libremente por todo el recorrido. Calcula la velocidad que lleva la vagoneta cuando se encuentra en lo alto de un bucle a 3 m del suelo. *(1,5 puntos)*

DATOS: Toma g = 10 m/s²

2017

11. Un coche de 1250 kg, inicialmente en reposo, arranca con una aceleracion de 0,8 m/s^2, desplazandose 1 km por una carretera horizontal que se supone sin rozamiento. .Que trabajo realiza el motor? .Cual ha sido su potencia? (2 puntos)

2016

12. Se deja caer un cuerpo de 12 kg desde una altura de 40 m. Supón despreciable la resistencia del aire. Determina *(0,5 puntos por apartado)*:

a) La energía potencial cuando está a una altura de 30 m.
b) La energía cinética que tiene en ese instante y su velocidad.
c) El trabajo que efectúa cuando choca contra el suelo.
d) La velocidad con la que llega al suelo.
Dato: g = 9,81 m/s2.

2015

13. Un hombre tira de un trineo de 70 kg con una fuerza de 100 N, mediante una cuerda que forma un ángulo de 28º con la horizontal. El coeficiente de rozamiento entre el trineo y la nieve es de 0,10.

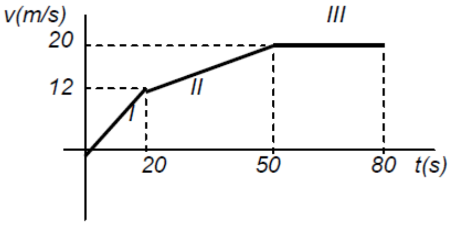
Calcula:
a. La fuerza normal ejercida por la superficie sobre el trineo.
b. La aceleración que experimentará el trineo.
Dato: g = 9,81 m/s2.

2014

14. Lanzamos un bloque de madera de masa por un suelo horizontal, con el que tiene un coeficiente de rozamiento al deslizamiento m=0,2 , con una velocidad inicial de 5 m/s. a) Calcula la aceleración de frenado del bloque. , b)¿Qué velocidad tendrá al cabo de 1 s? To*mar g= 10 m/s2*

2013

15.



2. La gráfica adjunta corresponde a la variación de la velocidad con el tiempo de un móvil de 1200 kg de masa que se mueve con movimiento rectilíneo.

Calcula la fuerza resultante que actúa sobre el móvil en cada uno de los tres tramos.

I

2012

16. Un montacargas eleva un peso de 1500 Kg N al piso 15 de un edificio, siendo 3’2 m la altura de cada piso.

a) Calcúlese la energía potencial de dicho peso a esa altura.

b) Debido a una mala manipulación el peso cae a la calle. Calcúlese la velocidad de llegada al suelo, considerando despreciable el rozamiento con el aire.

Tomar g= 9’8 m/s2

2011

17. a) Calcula la energía cinética de un avión de 5 toneladas de masa, moviéndose a una velocidad de 756 km/h . b) Calcula a qué altura debe volar el avión para que su energia potencial valga lo mismo que la energía cinética del apartado a. *Toma g= 9’8 m/s2*

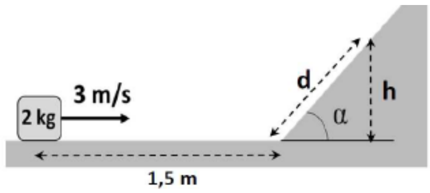
2010

18. El motor de un automóvil de es capaz de comunicarle una aceleración de durante partiendo del reposo. a) Despreciando rozamientos, determina la energía cinètica del automóvil a final de los 12 s. b)¿Cuál es la potencia desarrollada por el motor en CV? Datos: 1CV=736W

Ac Uni 25: Física

2019-19

2. Un bloque de 2 kg de masa se mueve con una velocidad constante de 3 m/s a lo largo de 1,5 m de una superficie horizontal sin rozamiento, hasta que encuentra una rampa, también sin rozamiento, que forma un ángulo α = 45° con la horizontal. Determine:



a) La altura que alcanza el bloque sobre la superficie inclinada.

b) La distancia recorrida sobre la superficie inclinada hasta quedar momentáneamente en reposo.

2018

2017-20

Se lanza verticalmente hacia arriba, desde una altura de 20 m con respecto al suelo, una piedra de 20 g con una velocidad inicial de 30 m/s. Calcule la energía potencial y la energía cinética en los siguientes casos.

a) En el punto más alto.

b) Cuando llega al suelo.

Dato: $g = 10\ m/s^2$

2016

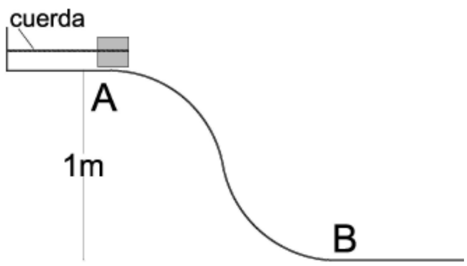
2015-21

Una persona pasea en bicicleta en línea recta sobre una calle horizontal a una velocidad de 10 m/s y deja de pedalear cuando la calle adquiere una pendiente de 3º. Considerando despreciable el rozamiento, obtenga la altura alcanzada en el instante en el que la bicicleta se detiene.

Dato: $g = 10 \text{ m/s}^2$

2014-22

Un bloque rectangular de 6 Kg está sujeto mediante una cuerda y apoyado en un punto A (situado a una altura de 1 m desde el suelo). En un cierto instante se corta la cuerda y el bloque comienza a deslizar desde A, por una superficie sin rozamiento, hasta el punto B situado en el suelo, tal y como se muestra en la figura. Una vez el bloque alcanza el punto B, el movimiento continúa sobre el suelo, que es un plano horizontal sin rozamiento. Obtenga la velocidad del bloque en el suelo.



$g = 10 \text{ m/s}^2$

2013

UNIDAD 5. CAMPO GRAVITATORIO (Sólo para Acc UNIV 25)

5.1. Ley de la gravitación universal
5.2. Concepto de campo. Campo gravitatorio
5.3. Intensidad de un campo gravitatorio

1. LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

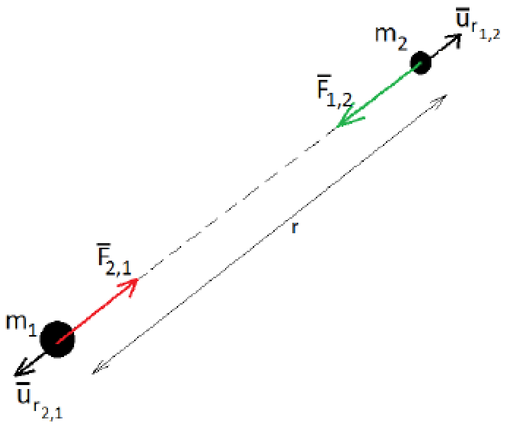
A partir de las leyes de Kepler, Newton dedujo la ley de la gravitación universal. Se trata pues de una ley deductiva.
"Toda partícula material atrae a cualquier otra partícula material con una fuerza directamente proporcional al producto de las masas de ambas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa."

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Siendo m_1 y m_2 sus masas; r la distancia entre ellas y G una constante universal que recibe el nombre de constante de gravitación.

Su expresión en forma vectorial es:

$$\vec{F} = -G\,\frac{m_1\, m_2}{r^2}\,\overrightarrow{u_r}$$



Siendo $\mathbf{u_r}$ un vector unitario cuya dirección es la recta que une los centros de las dos partículas que se atraen y cuyo sentido va dirigido desde la partícula que origina la fuerza hacia fuera. Este sentido dado al vector unitario es el que explica la aparición del signo negativo en la expresión vectorial ya que el sentido de la fuerza gravitatoria será contrario al vector unitario que le corresponda.
En la figura anterior se puede observar que las fuerzas gravitatorias que actúan sobre cada una de las partículas son fuerzas de acción y reacción (tercer principio de la Dinámica) y, por tanto, tienen el mismo valor, son de sentidos contrarios y sus líneas de acción coinciden con la recta que las une.

La constante de gravitación G

Se trata de una constante universal, es decir, su valor es el mismo en cualquier parte del universo (conocido) e independiente del medio en el que se encuentren los cuerpos.
Newton no determinó el valor de esta constante ya que la formulación de la ley tal como lo hizo difiere de la formulación que se hace actualmente y que se está viendo aquí.

El valor de G es

$$G = 6{,}670 \cdot 10^{-11}\,\frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

Dos problemas resueltos

1. Calcula la masa de la Tierra a partir del peso de los cuerpos en su superficie. El radio de la Tierra es de 6380 kilómetros.
El peso de un cuerpo de masa m situado en la superficie del planeta es la fuerza con que la Tierra lo atrae. En módulo su valor es, según la ley de gravitación universal

$$F = G\frac{M_T\, m}{R_T^2}$$

Donde M_T es la masa de la Tierra y R_T es el radio del planeta.
Por otra parte, podemos aplicar la segunda ley de Newton teniendo en cuenta que la aceleración de caída de los cuerpos

en la superficie de la Tierra es g.

$$F = m \cdot a = mg$$

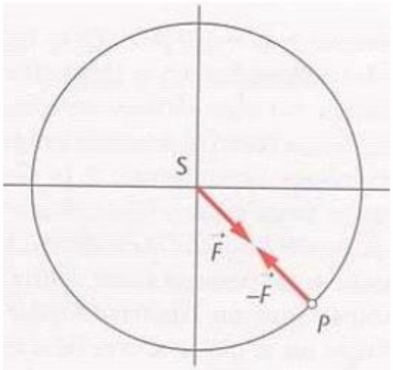
Como ambas fuerzas son iguales,

$$mg = G\frac{M_T\, m}{R_T^2}$$

Despejando la masa de la Tierra

$$M_T = \frac{g\, R_T^2}{G} = \frac{9{,}8 \cdot 6{,}38 \cdot 10^6}{6.67 \cdot 10^{-11}} = 5{,}98 \cdot 10^{24}\, kg$$

2. Calcula la masa del Sol a partir del periodo de traslación de la Tierra. Distancia entre la Tierra y el Sol, 149 millones de kilómetros.



La fuerza que ejerce el Sol sobre la Tierra es, según la ley de la gravitación universal (en módulo)

$$F = G\frac{M_T\, M_s}{R^2}$$

Donde M_T es la masa de la Tierra, M_s es la masa del Sol y R es la distancia entre la Tierra y el Sol.

Por otra parte, el movimiento de la Tierra alrededor del Sol es un movimiento circular resultado de una fuerza central o centrípeta cuya expresión es según la segunda ley de Newton

$$F = M_T \cdot a_c$$

Donde la aceleración centrípeta es

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

En esta expresión v representa la velocidad en de la Tierra en órbita alrededor del Sol.
Suponiendo, como venimos haciendo, que se trata de un movimiento circular uniforme,

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Por tanto,

$$F = M_T \cdot \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Como ambas fuerzas son iguales

$$G\frac{M_T\, M_s}{R^2} = M_T \cdot \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Despejando la masa del Sol,

$$M_s = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 \cdot (1{,}49 \cdot 10^{11})^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (3{,}156 \cdot 10^7)^2} = 1.99 \cdot 10^{30} kg$$

Este procedimiento se puede utilizar para calcular la masa de cualquier planeta con satélites sin más que conocer su periodo de revolución de alguno de esos satélites alrededor del planeta (dato que se obtiene de la observación).

2. CONCEPTO DE CAMPO. CAMPO GRAVITATORIO.

Las fuerzas se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios. Si nos centramos en si los cuerpos que interaccionan se tocan o no podemos clasificarlas en:
- Fuerzas de contacto. Son fuerzas que están aplicadas directamente sobre los cuerpos cuyo movimiento se estudia. Por ejemplo cuando empujamos una mesa.
- Fuerzas a distancia. Generalmente son fuerzas a las que se ven sometidas las partículas por acción de otra partícula. La fuerza gravitatoria es una fuerza a distancia. Estas fuerzas quedan determinadas en función de la distancia que separa los centros de gravedad de las partículas implicadas.

Dentro del grupo de las fuerzas (interacciones) a distancia tenemos, por ejemplo, la interacción gravitatoria, la interacción eléctrica y la interacción magnética. Desde un punto de vista clásico, para poder explicar la interacción a distancia entre dos partículas se introduce el concepto de campo, utilizado por primera vez por Michael Faraday (1791-1867).

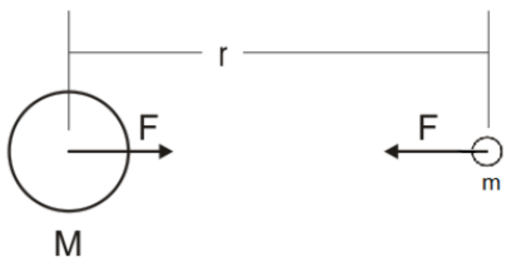
“Campo: es la región del espacio en cuyos puntos se presentan o pueden apreciarse algunas propiedades físicas.”
Estas propiedades físicas pueden tener carácter escalar o vectorial.
- Campos escalares. La presión atmosférica, la temperatura, por ejemplo, son magnitudes escalares que pueden definir campos escalares, es decir, regiones del espacio donde dichas propiedades sólo dependen de la posición del punto y del tiempo. Así, por ejemplo, un mapa de isobaras representa las regiones del campo donde la presión tiene el mismo valor.
- Campos vectoriales. También llamados campos de fuerzas. Son, por ejemplo, los campos gravitatorios, eléctricos o magnéticos. Una partícula en presencia de un campo gravitatorio se ve afectada por una fuerza gravitatoria, una carga eléctrica en presencia de un campo eléctrico se verá afectada por una fuerza eléctrica.
La magnitud física que define un campo vectorial es la intensidad del campo

Campo gravitatorio.
Se dice que existe un campo gravitatorio en una región del espacio si una masa colocada en un punto de esa región experimenta una fuerza gravitatoria.
Toda partícula con masa genera un campo gravitatorio a su alrededor, es la zona de influencia de la fuerza gravitatoria que puede generar sobre otra partícula.
Si cada masa genera su propio campo gravitatorio ¿qué partícula está inmersa en el campo de cuál? En general, la partícula que genera el campo es la de mayor masa, por eso decimos que los cuerpos sobre la Tierra se encuentran inmersos en el campo gravitatorio terrestre, o que la Luna gira alrededor de la Tierra porque aquella se encuentra en el mismo campo. Así, también decimos que la Tierra se encuentra en el campo gravitatorio solar, que afecta a todos los planetas que giran a su alrededor. Este campo gravitatorio solar también afecta de algún modo a los satélites de los planetas, pero al ser su intensidad inferior al campo gravitatorio planetario, se dice que cada satélite está afectado por el campo gravitatorio de su planeta.

3. INTENSIDAD DE UN CAMPO GRAVITATORIO

Las magnitudes que caracterizan un campo gravitatorio son:
- Intensidad del campo gravitatorio, define un campo gravitatorio vectorial.
- Potencial del campo gravitatorio, define un campo gravitatorio escalar.
La primera (intensidad de campo) está relacionada con la fuerza que el campo puede ejercer sobre una masa. La segunda (potencial del campo) está relacionada con el trabajo que dicha fuerza puede realizar. Veremos aquí cómo se define y utiliza la intensidad de campo gravitatorio.

1. Situación de partida, como se ha dicho está relacionada con la fuerza que el campo puede ejercer sobre una masa situada en un punto determinado del campo. Supongamos la situación general representada en la figura adjunta.



Al ser M mayor, decimos que m se encuentra inmersa en el campo gravitatorio generado por M.

2. La fuerza de atracción entre las dos masas es, en módulo,
$$F = G\,\frac{M\,m}{r^2}$$
Según la segunda ley de Newton, la masa m sometida a una fuerza tiene una aceleración $F = m\,a$
Esta aceleración se ha interpretado de varias formas:
- Si M es muy grande respecto de m y r es pequeño (por ejemplo, un cuerpo sobre la superficie de un planeta). Entonces la aceleración es la de la gravedad, que se ha venido expresando como g.
- Si M es muy grande respecto de m y r es grande (por ejemplo un planeta alrededor del Sol o un satélite alrededor de un planeta). Entonces la aceleración es centrípeta, resultado de la fuerza central que el cuerpo M está ejerciendo sobre el cuerpo m.

3. En realidad las dos formas son una misma, se denomina intensidad de campo gravitatorio (g) que ejerce la masa M en

un punto situado a una distancia r de su centro de masa

$$g = a = \frac{F}{m} = \frac{G\,\frac{M\,m}{r^2}}{m} = G\,\frac{M}{r^2}$$

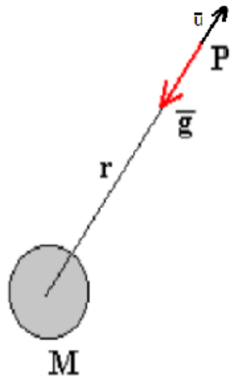
$$\boldsymbol{g = G\,\frac{M}{r^2}}$$

- Si M es la masa de la Tierra entonces decimos que g representa la intensidad del campo gravitatorio terrestre a una distancia r de su centro de masas.
- Si M es la masa del Sol entonces decimos que g representa la intensidad del campo gravitatorio solar a una distancia r de su centro de masas.
- Si M es la masa de la Luna entonces decimos que g representa la intensidad del campo gravitatorio lunar a una distancia r de su centro de masas.
- etc...

La intensidad de campo gravitatorio de una masa M en un punto representa la fuerza que experimentaría la unidad de masa colocada en dicho punto. Su unidad en el S.I. es, por tanto, N·/ kg, o también m·/ s^2.

4. Consideraciones a tener en cuenta:
- La intensidad del campo gravitatorio en un punto viene determinada por la aceleración que experimenta un objeto colocado en dicho punto.
- Esta aceleración es independiente de la masa del objeto. Depende de la masa que crea el campo y la distancia del punto considerado.
- La dirección de la intensidad del campo (aceleración gravitatoria) es la que pasa por el centro de masa del cuerpo que crea el campo y el punto del espacio donde se está considerando el valor del campo.
- El sentido de la intensidad del campo (aceleración gravitatoria) es hacia el centro de masas que crea el campo. Por tanto, según el criterio establecido en pág. 4 para definir el vector unitario, su expresión vectorial será:

$$\vec{g} = -G\,\frac{M}{r^2}\,\hat{u}$$



- Es claro que si sustituimos M por la masa de la Tierra (5,98 . 10^{24} kg) y r por el radio terrestre (6,38 . 10^6 m), obtenemos para g un valor conocido:

$$\vec{g} = -G\,\frac{M}{r^2}\,\hat{u} = -6{,}67\cdot 10^{-11}\,\frac{5{,}98\cdot 10^{24}}{(6{,}38\cdot 10^{6})^2} = -9{,}8\,\hat{u}$$

$$g = 9{,}8\,\frac{N}{kg} = 9{,}8\,m\cdot s^{-2}$$

5. Principio de superposición
Una región del espacio puede estar bajo la influencia no de un campo gravitatorio sino de varios. Cuando hay más de una masa generando un campo gravitatorio se aplica el principio de superposición: el campo gravitatorio será el resultado de la suma vectorial de los campos generados por cada una de las masas.

Para n masas generando un campo gravitatorio, $\vec{g}_t = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \cdots + \vec{g}_n$

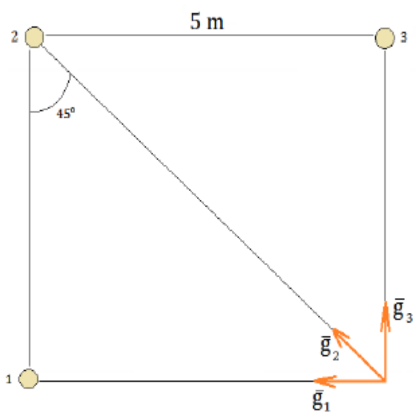
Problema resuelto

1. En tres vértices de un cuadrado de 5 m de lado se disponen sendas masas de 12 Kg. Determinar el campo gravitatorio en el cuarto vértice. ¿Qué fuerza experimentará una masa de 4 kg situada en dicho vértice.

· Sistema de referencia tiene su origen donde se encuentra la masa 1.

· Diagonal del cuadrado: $r_2 = \sqrt{50} = 7{,}07\ m$

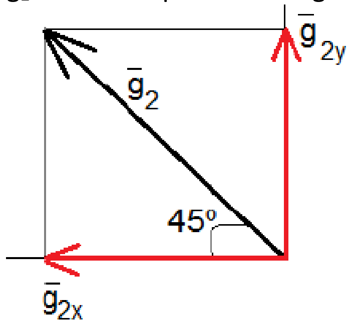
· Determinación del módulo de las intensidades del campo gravitatorio creado por cada masa en el vértice del cuadrado:



$$g_1 = g_3 = G\frac{m_1}{r_1^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{12}{5^2} = 3{,}2 \cdot 10^{-11}\ N/kg$$

$$g_2 = G\frac{m_2}{r_1^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{12}{7{,}07^2} = 1{,}6 \cdot 10^{-11}\ N/kg$$

g_2 se descompone de la siguiente manera:



$$g_{2x} = g_2 \cdot \cos 45 = 1{,}13 \cdot 10^{-11}\ N/kg$$

$$g_{2y} = g_2 \cdot \operatorname{sen} 45 = 1{,}13 \cdot 10^{-11}\ N/kg$$

· Expresamos ahora las intensidades de campo gravitatorio en función de los vectores unitarios cartesianos,

$$\vec{g}_1 = -3{,}2 \cdot 10^{-11}\,\hat{\imath} \quad (N/kg)$$

$$\vec{g}_3 = 3{,}2 \cdot 10^{-11}\,\hat{\jmath} \quad (N/kg)$$

$$\vec{g}_2 = -1{,}13 \cdot 10^{-11}\,\hat{\imath} + 1{,}13 \cdot 10^{-11}\hat{\jmath} \quad (N/kg)$$

· La intensidad de campo gravitatorio total en el vértice del cuadrado será, según el principio de superposición,

$$\vec{g}_T = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \vec{g}_3 = -3{,}2 \cdot 10^{-11}\,\hat{\imath} - 1{,}13 \cdot 10^{-11}\,\hat{\imath} + 3{,}2 \cdot 10^{-11}\,\hat{\jmath} + 1{,}13 \cdot 10^{-11}\hat{\jmath}$$

$$\vec{g}_T = -4{,}33 \cdot 10^{-11}\,\hat{\imath} + 4{,}33 \cdot 10^{-11}\,\hat{\jmath} \quad (N/kg)$$

Su módulo será:

$$g_T = \sqrt{(-4{,}33 \cdot 10^{-11})^2 + (4{,}33 \cdot 10^{-11})^2} = 6{,}1 \cdot 10^{-11}\ N/kg$$

· En cuanto a la fuerza gravitatoria que experimentaría una masa de 4 kg situada en dicho vértice,

$$\vec{F} = m\vec{g}_T = 4 \cdot (-4{,}33 \cdot 10^{-11}\,\hat{\imath} + 4{,}33 \cdot 10^{-11}\,\hat{\jmath}) = -1{,}73 \cdot 10^{-10}\hat{\imath} + 1{,}73 \cdot 10^{-10}\hat{\jmath}$$

Cuyo módulo es,

$$F = mg_T = 4 \cdot 6{,}1 \cdot 10^{-11} = 2{,}44 \cdot 10^{-10}\ N$$

CAMPO GRAVITATORIO
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Ac CFGS Opción B: Física y Química

NO

Ac CFGS Opción C: Física

NO

Ac Uni 25: Física

2019-1

La aceleración que experimenta un cuerpo cuando se deja caer cerca de la superficie de un planeta es 2,45 m/s^2. Si el radio del planeta es la mitad del radio terrestre, ¿cuál es la relación entre la masa de dicho planeta y la del planeta Tierra?
Datos: aceleración de la gravedad en la Tierra g = 9,8 m/s^2.

2018

2017-2

La masa del protón es $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}\ kg$ y su carga eléctrica $q_p = 1{,}602 \times 10^{-19}\ C$. Considere dos protones en el vacío separados una distancia d. Obtenga el cociente entre la fuerza eléctrica y la fuerza de atracción gravitatoria que ejercen los protones entre sí.

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$; $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$

2016-3

Tenemos en el espacio dos esferas de 700 y 1000 Kg, cuyos centros están separados 200 m. Calcule el módulo de la fuerza de atracción gravitatoria entre las dos masas.

Dato: $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$

2015-4

Un asteroide tiene una masa de 7×10^{15} kg. A una distancia de 600 km de su centro se encuentra un cuerpo de 4000 kg de masa. Calcule el campo gravitatorio creado por el asteroide a la distancia de 600 km.

Dato: $G = 6'67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$

2014

2013

UNIDAD 6. CAMPO ELÉCTRICO Y ELECTRICIDAD

6.1. Electrostática
- **6.1.1. Introducción**
- **6.1.2. ¿Qué es la carga eléctrica?**
- **6.1.3. Ley de Coulomb**
  - **6.1.3.1. Fuerza Eléctrica**
  - **6.1.3.2. Unidad de Carga Eléctrica**
- **6.1.4. Introducción al Concepto de Campo Eléctrico**
- **6.1.5. Introducción al Concepto de Potencial Eléctrico**

6.2. La corriente eléctrica
- **6.2.1. Aislantes y conductores**
- **6.2.2. Magnitudes de la corriente eléctrica**
  - **6.2.2.1. Diferencia de potencial (ddp, voltaje o tensión eléctrica. También llamada “fuerza electromotriz: fem)**
  - **6.2.2.2. Intensidad de corriente**
  - **6.2.2.3. Resistencia: Ley de Onm**
  - **6.2.2.4. Instrumentos de medida**
- **6.2.3. Circuito eléctrico**
- **6.2.4. Generadores**
- **6.2.5. Efectos de la corriente eléctrica**
- **6.2.6. Energía y potencia eléctrica**
- **6.2.7. Tipos de circuitos eléctricos**
  - **6.2.7.1. Circuitos en Serie**
  - **6.2.7.2. Circuitos en Paralelo**
- **6.2.8. Transformaciones energéticas en un circuito**

FÓRMULAS DEL CAMPO ELÉCTRICO
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA
OTROS EJERCICIOS

5.1. Electrostática

https://www.fisicalab.com/tema/electrostatica-intro#contenidos

5.1.1. Introducción

Desde que los griegos descubrieron las curiosas propiedades del ambar al ser frotado, hasta los actuales nanoconductores, el estudio de la electricidad ha ocupado algunas de las mentes más lúcidas de la humanidad.
La **electrostática** es la rama de la Física que estudia las interacciones entre cuerpos cargados eléctricamente que se encuentran en resposo. En este tema estudiaremos los fundamentos y leyes que gobiernan la **electricidad** y descubriremos que la carga eléctrica es una propiedad intrínseca de la materia, al igual que lo es la masa.

¿Has probado a frotar un bolígrafo de plástico en un jersey de lana y acercarlo a un grupo de pequeños papeles? Si no lo has hecho todavía podrás comprobar que los trocitos de papel son atraídos por tu bolígrafo e incluso algunos pueden quedar suspendidos en él.

Fuerza Eléctrica

Si frotas un bolígrafo de plástico con un trozo de lana (por ejemplo, un jersey) y lo aproximas a un grupo de pequeños papeles, estos quedarán "pegados" al bolígrafo. Dicha atracción es provocada por la fuerza eléctrica.

Esta fuerza de atracción capaz de vencer la fuerza de la gravedad, denominada **fuerza eléctrica**, es y ha sido objeto de estudio por numerosos científicos a lo largo de la historia.
Y es que esta capacidad que poseen algunos objetos al ser rozados, ya era conocida por los antiguos griegos. En concreto, Tales de Mileto (s. VII a.C.) comprobó que al frotar ciertos cuerpos con un paño aparecían ciertas fuerzas "inexplicables" y que eran mucho más intensas en el ámbar, en griego, *elektron*.
Sin embargo, no se comienza a comprender estos fenómenos hasta la llegada del Renacimiento. A principios del siglo XVII, William Gilbert (1554-1603) descubrió numerosos materiales que poseían un comportamiento similar al ámbar, a los que llamó "eléctricos". Basándose en este hecho, estableció una clasificación que diferenciaba entre sustancias eléctricas y no eléctricas. Años más tarde, dicha clasificación fué rechazada por Charles François de Cisternay du Fay (1698-1739), quién descubrió que existen dos tipos de electricidad estableciendo la teoría del doble fluido eléctrico: vítreo (opuesto al ámbar) o resinoso (como el ámbar).

Benjamin Franklin

Michael Faraday

Ernest Rutherford

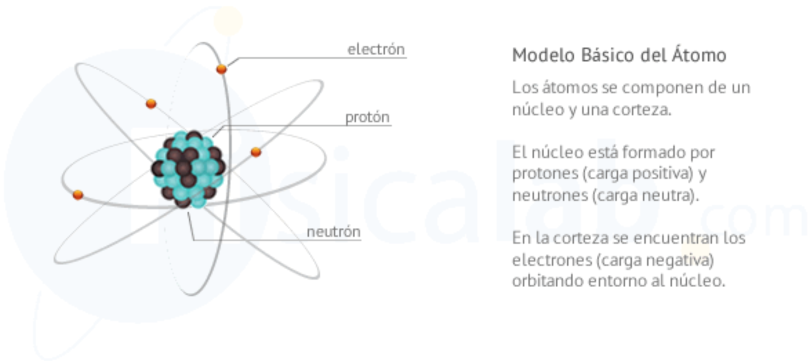
Por otro lado Benjamin Franklin (1706-1790), en el siglo XVIII estableció que la electricidad era un fluido que puede encontrarse en exceso (carga positiva) o en defecto (carga negativa), estableciendo así lo que se conoce como la teoría del fluido eléctrico único. Sin embargo en ese mismo siglo, Michael Faraday (1791-1867), determinó que Franklin estaba parcialmente equivocado y que la electricidad no se trataba de un fluido si no de partículas con carga. Esa carga fué bautizada por el físico George Johnstone Stoney (1826-1911) como **electrón** (en honor al ámbar), aunque no sería hasta 1897 cuando Joseph John Thomson (1856-1940) lo descubre por medio de una serie de experimentos con rayos catódicos. Posteriormente, Ernest Rutherford encontró otra partícula subatómica con carga opuesta al electrón que llamó **protón**.

Hoy en día sabemos que **la materia es intrínsecamente eléctrica** porque las partículas que componen los átomos poseen esta propiedad.

Todos estos estudios condujeron a una importante conclusión, y es que:
La interacción que se produce entre dos cuerpos electrizados por frotamiento, denominada **interacción electrostática**, puede ser de caracter atractivo o repulsivo.

5.1.2. ¿Qué es la carga eléctrica?

En la física moderna, la **carga eléctrica** es una propiedad intrínseca de la materia responsable de producir las interacciones electrostáticas.
En la actualidad no se sabe qué es o por qué se origina dicha carga, lo que si se conoce es que **la materia ordinaria se compone de átomos** y estos a su vez se componen de otras partículas llamadas protones (p^+) y electrones (e^-). Los primeros se encuentran en lo que se denomina núcleo del átomo y los segundos, en lo que se denomina corteza, girando entorno al núcleo. Dado que se encuentran en la periferia, estos se fugan (se pierden) o ingresan (se ganan) con facilidad.
Al igual que existen dos tipos de electrización (atractiva y repulsiva), existen dos tipos de carga (positiva y negativa). Los electrones poseen carga negativa y los protones positiva, aunque son idénticas en valor absoluto. Robert Millikan, en 1909 pudo medir el valor de dicha carga, simbolizado con la letra e, estableciendo que:
$e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ culombios (C)



Propiedades de la carga eléctrica

1. Dado que la materia se compone de protones y electrones, y su carga es *e*, podemos deducir que **la carga eléctrica es una magnitud cuantizada**, o lo que es lo mismo, la carga eléctrica de cualquier cuerpo es siempre un **múltiplo del valor de e**.
2. En cualquier caso, la carga eléctrica de un cuerpo se dice que es:
Negativa, cuando tiene más electrones que protones.
Positiva, cuando tiene menos electrones que protones.
Neutra, cuando tiene igual número de electrones que de protones.
3. En cualquier fenómeno físico, la carga del sistema que estemos estudiando es idéntica antes y después de que ocurra el fenómeno físico, aunque se encuentre distribuida de otra forma. Esto constituye lo que se conoce como el **principio de conservación de la carga**: **La carga ni se crea ni se destruye ya que su valor permanece constante**.
4. Las cargas pueden circular libremente por la superficie de determinados cuerpos. Aquellos que permiten dicho movimiento reciben el nombre **conductores** y aquellos que no lo permiten se denominan **aislantes**.
5. La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas, tal y como establece la ley de Coulomb, depende del inverso del cuadrado de la distancia que los separa.

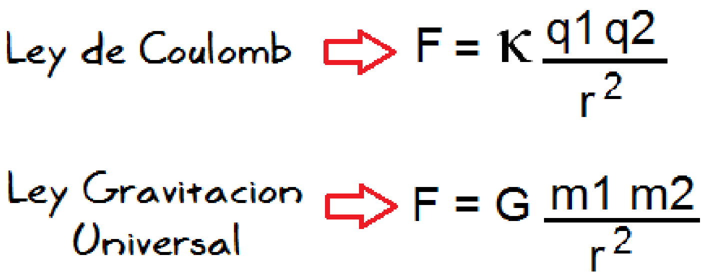
	Carga
Protón	$1{,}67\cdot 10^{-19}$ C
Neutrón	0
Electrón	$-1{,}67\cdot 10^{-19}$ C

5.1.3. Ley de Coulomb

5.1.3.1. Fuerza Eléctrica

En 1785, Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), físico e ingeniero francés que también enunció las leyes sobre el rozamiento, presentó en la Academia de Ciencias de París, una memoria en la que se recogían sus experimentos realizados sobre cuerpos cargados, y cuyas conclusiones se pueden resumir en los siguientes puntos:
Los cuerpos cargados sufren una **fuerza de atracción o repulsión** al aproximarse.
El valor de dicha **fuerza es proporcional al producto del valor de sus cargas**.
La fuerza es de **atracción** si las cargas son de **signo opuesto** y de **repulsión** si son del **mismo signo**.
La fuerza es **inversamente proporcional** al cuadrado de la distancia que los separa.
Estas conclusiones constituyen lo que se conoce hoy en día como la **ley de Coulomb**.

La **fuerza eléctrica** con la que se atraen o repelen dos cargas puntuales en reposo es directamente proporcional al producto de las mismas, inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa y actúa en la dirección de la recta que las une.



$F = K \cdot Q \cdot q / r^2$

donde:

F es la fuerza eléctrica de atracción o repulsión. En el S.I. se mide en Newtons (N).

Q y q son los valores de las dos cargas puntuales. En el S.I. se miden en Culombios (C).

r es el valor de la distancia que las separa. En el S.I. se mide en metros (m).

K es una constante de proporcionalidad llamada constante de la ley de Coulomb. No se trata de una constante universal y depende del medio en el que se encuentren las cargas. En concreto para el vacío k es aproximadamente $9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2$ utilizando unidades en el S.I.

Si te fijas bien, te darás cuenta que si incluyes el signo en los valores de las cargas, el valor de la fuerza eléctrica en esta expresión puede venir acompañada de un signo. Este signo será:

positivo. cuando la fuerza sea de repulsión (las cargas se repelen).

negativo. cuando la fuerza sea de atracción (las cargas se atraen).

Por tanto, si te indican que dos cargas se atraen con una fuerza de 5 N, no olvides que en realidad la fuerza es -5 N, porque las cargas se atraen.

EJEMPLOS:

1. ¿Con que fuerza se atraen o se repelen un electrón y un protón situados a 10^{-7} m de distancia? ¿Qué indica el signo de la fuerza que has obtenido? (datos: $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C; $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C; K = 9 . 10^9 $N \cdot m^2/c^2$)

Datos

$q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C

$q_p = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C

$r = 10^{-7}$ m

Aplicando la expresión de la fuerza eléctrica de la ley de Coulomb, obtenemos que:

$F = K \cdot q_e \cdot q_p / r^2$ $\quad F = 9 \cdot 10^9 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot -1.6 \cdot 10^{-19} / (10^{-7})^2$ $\quad F = -2.30 \cdot 10^{-14}$ N

El signo negativo en la fuerza indica que las cargas se atraen, ya que son cargas de distinto signo.

2. Una carga de 3×10^-6 C se encuentra 2 m de una carga de -8×10^-6 C, ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de atracción entre las cargas?

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \qquad F = \left[9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right] \frac{(3x10^{-6}C) \cdot (-8x10^{-6}C)}{(2m)^2} \qquad F = -54x10^{-3}N = -0.054N$$

3. Una carga de -5×10^-7 C ejerce una fuerza a otra carga de 0.237 N a una distancia de 3.5 metro, ¿cuál es el valor de la segunda carga?

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \qquad q_2 = \frac{F \cdot d^2}{K \cdot q_1} \qquad q_2 = \frac{(0.237N)(3.5m)^2}{\left[9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right] \cdot -5x10^{-7}C} \qquad q_2 = -0.644x10^{-3}C$$

4. ¿Cuál es la distancia a la que debemos colocar dos cargas puntuales en el vacío o en el aire, q_1 = 4 µC y q_2 = -4 µC, para que se atraigan con una fuerza de 4.8 N? K = 9 . 10^9 $N \cdot m^2/c^2$)

PARA REALIZAR EN CLASE

5.1.3.2. Unidad de Carga Eléctrica

En el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) la carga eléctrica (q) es una magnitud derivada cuya unidad recibe el nombre de culombio (C), en honor al físico francés Charles-Augustin de Coulomb. Para definirla se hace uso de la intensidad de corriente eléctrica que es una magnitud fundamental en el S.I. y cuya unidad es el amperio (A). De esta forma:

Un **culombio** (C) es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa cada segundo (s) la sección de un conductor por el que circula una corriente eléctrica de un amperio (A).

1 C = 1 A·s

Un culombio es una unidad de carga muy grande por lo que es común utilizar submúltiplos de esta. A continuación puedes encontrar algunos de los más utilizados:

Miliculombio. 1 mC = 10^{-3} C
Microculombio. 1 µC = 10^{-6} C
Nanoculombio. 1 nC = 10^{-9} C
Picoculombio. 1 pC = 10^{-12} C

La cantidad de electricidad Q se calcula así: $Q = I \cdot t$ donde I es la intensidad de la corriente en amperios (A) y t el tiempo en segundos (s)

5.1.4. Introducción al Concepto de Campo Eléctrico

Tal y como establece la ley de Coulomb, la fuerza eléctrica es una fuerza a distancia. Si tenemos una carga positiva q y situamos próxima a ella otra carga positiva q', que llamaremos carga testigo, q' sufrirá de forma instantánea la acción de una fuerza eléctrica de repulsión que la obligará a moverse.

Si lo piensas bien, esto se cumple en todas las direcciones del espacio alrededor de la carga q, por tanto es lógico pensar que la propia carga crea un área de influencia donde hace notar su presencia independientemente de la carga testigo.

Para explicar la instantaneidad con la que se aplican las fuerzas a distancia y dicha área de influencia, el físico inglés Michael Faraday (1791-1867) introdujo el concepto de campo de fuerzas. En concreto, para el caso de la fuerza eléctrica:

Un **campo eléctrico** es la perturbación que genera una carga eléctrica en el espacio que la rodea, de tal forma que si introducimos una carga testigo en dicho campo actuará sobre ella una fuerza eléctrica.

Las magnitudes que describen a los campos eléctricos son:

La intensidad del campo eléctrico en un punto

El potencial eléctrico en un punto.

Intensidad del Campo Eléctrico

Para determinar la existencia o inexistencia de un determinado campo eléctrico, así como sus características, es necesario introducir dentro de él una carga q' que nos sirva de testeador. Esta carga q' se denomina carga de prueba o carga testigo y por convenio siempre se considera positiva.

Si la carga testigo sufre la acción de una fuerza eléctrica, querrá decir que se encuentra en el seno de un campo eléctrico y gracias a ella podremos cuantificarlo por medio de una nueva magnitud denominada intensidad del campo eléctrico.

La **intensidad del campo eléctrico** (E→) en un punto es una magnitud vectorial que representa la fuerza eléctrica(F→) que actúa por unidad de carga testigo positiva, *q'*, situada en dicho punto.

E→=F→ / q'   **E = F / q'**

La unidad de intensidad del campo eléctrico en el Sistema Internacional (S.I.) es el newton por culombio (N/C).

Así, la intensidad del campo eléctrico, llamada más comunmente campo électrico (de forma simplificada), es un vector que tiene la misma dirección y sentido que la fuerza eléctrica que actúa sobre la carga testigo positiva. Además, su módulo se puede obtener mediante la siguiente expresión: E=Fq'

EJEMPLO

Una carga de 5×10^-6 C se introduce a una región donde actúa un campo de fuerza de 0.04N. ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico en esa región?

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.04N}{5x10^{-6}C} = 8000\frac{N}{C}$$

5.1.5. Introducción al Concepto de Potencial Eléctrico

Si introducimos una carga q' en el seno de un campo eléctrico, la carga sufrirá la acción de una fuerza eléctrica y como consecuencia de esto, adquirirá cierta energía potencial eléctrica (también conocida como energía potencial electrostática). Si lo vemos desde una perspectiva más simple, podemos pensar que el **campo eléctrico crea un área de influencia** donde cada uno de sus puntos tienen la propiedad de poder **conferir una energía potencial** a cualquier carga que se sitúe en su interior.

A partir de este razonamiento, se establece una nueva magnitud escalar propia de los campos eléctricos denominada **potencial eléctrico** y que representa la energía potencial electrostática que adquiere una unidad de carga positiva si la situamos en dicho punto.

El **potencial eléctrico** en un punto del espacio de un campo eléctrico es la **energía potencial eléctrica** que adquiere una **unidad de carga positiva** situada en dicho punto.

V=Ep / q'

donde:

V es el potencial eléctrico en un punto del campo eléctrico. Su unidad en el S.I. es el julio por culombio (J/C) que en honor a Alesandro Volta recibe el nombre de Voltio.

E_p es la energía potencial eléctrica que adquiere una carga testigo positiva q' al situarla en ese punto.

El hecho de que todas las magnitudes sean escalares, permite que el estudio del campo eléctrico sea más sencillo. De esta forma, si conocemos el valor del potencial eléctrico V en un punto, podemos determinar que la energía potencial eléctrica de una carga q situada en él es: **Ep=V·q**

Potencial eléctrico creado por una carga puntual

Tal y como estudiamos en el apartado de intensidad del campo eléctrico, una única carga q es capaz de crear un campo eléctrico a su alrededor.

El potencial eléctrico del campo eléctrico creado por una carga puntual *q* se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$V = K\frac{Q}{r}$$

donde:

V es el potencial eléctrico en un punto.

K es la constante de la ley de Coulomb.

q es la carga puntual que crea el campo eléctrico.

r es la distancia entre la carga y el punto donde medimos el potencial.

Si observas detenidamente la expresión puedes darte cuenta de que:

Si la carga *q* es positiva, la energia potencial es positiva y el potencial eléctrico V es positivo.

Si la carga *q* es negativa, la energía potencial es negativa y el potencial eléctrico V es negativo.

Si no existe carga, la energía potencial y el potencial eléctrico es nulo.
El potencial eléctrico no depende de la carga testigo q' que introducimos para medirlo.

EJEMPLO
¿Cuál es el potencial eléctrico creado por una carga puntual de -2 mC en un punto situado a 5 metros de ella en el vacío?

$$V = K\frac{Q}{r}$$ $V = 9.10^{9} . (-2).10^{-3} / 5 = - 18.10^{6} / 5 = - 3,6.10^{6}$ V

5.2. La corriente eléctrica

	Carga
Protón	$1,67{\cdot}10^{-19}$ C
Neutrón	0
Electrón	$-1,67{\cdot}10^{-19}$ C

5.2.1. Aislantes y conductores

En ciertos materiales los átomos comparten sus electrones. Al poder moverse con libertad los electrones de unos átomos a otros, estos materiales son buenos **conductores** de la electricidad. Es el caso de los metales.
Por el contrario, en otras sustancias los electrones están más fuertemente ligados a los núcleos. En este caso la electricidad no se conduce con facilidad y el material se denomina **aislante**. Este es el caso del plástico, del vidrio,...

5.2.2. Magnitudes de la corriente eléctrica

La **corriente eléctrica** es el movimiento de electrones a lo largo de los conductores.
Hay tres magnitudes que la corriente eléctrica nos obliga a conocer para poder explicar el movimiento de los electrones. Se trata de la **diferencia de potencial**, la **intensidad** y la **resistencia**.

5.2.2.1. Diferencia de potencial (ddp, voltaje o tensión eléctrica. También llamada “fuerza electromotriz: fem)

Si en los dos extremos de un hilo conductor no hay el mismo número de cargas negativas, estas se desplazan con la intención de igualar el nivel de cada uno. Ese desplazamiento es la corriente eléctrica.
Como ves esa diferencia, denominada **diferencia de potencial** o **tensión**, es imprescindible para que los electrones se muevan. Esta magnitud se mide en **voltios (V)**. Los generadores se encargan de mantener continuamente el desnivel de electrones entre los extremos de un circuito eléctrico.
Un ejemplo de generador, de uso cotidiano, es la pila.

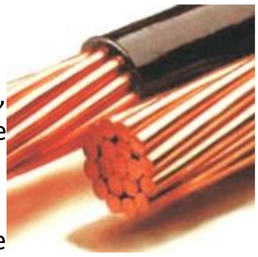
5.2.2.2. Intensidad de corriente

La cantidad de electrones que se desplazan cada unidad de tiempo por el recorrido eléctrico se llama intensidad. La intensidad se miden amperios (A).
Su ecuación es: **I = Q / t** donde:
I es la intensidad de corriente en amperios (A)
t es el tiempo en segundos (s)
Q es la carga eléctrica en culombios (C)

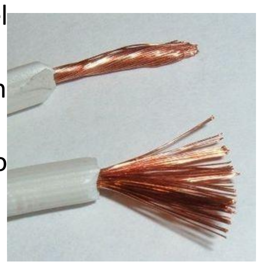
EJEMPLO:
***Calcula la intensidad de corriente eléctrica si por un punto del conductor pasan 90 culombios en 1 minuto*.**

Q = 90 C
t = 1 min = 60 s
I = Q / t = 90 C / 60 s = 1,5 A

5.2.2.3. Resistencia: Ley de Onm



Para medir la corriente eléctrica hay que tener en cuenta las características del cable conductor, ya que de ellas depende la velocidad del paso de electrones. La mayor o menor oposición que ofrece el conductor al paso de cargas negativas se denomina **resistencia**.
La resistencia se origina por el choque de los electrones con los átomos y depende de:



- el **material** del que esté hecho. No todos los metales conducen igual de bien. Los que mejor lo hacen son la plata y el cobre. El precio del primero ha hecho del cobre el material más usado con fines eléctricos.
- el **grosor** del cable. Cuanto mayor sea su sección, la intensidad de corriente es también mayor.
- la **longitud** del conductor. La intensidad de corriente se ve disminuida cuanto más largo es el cable.

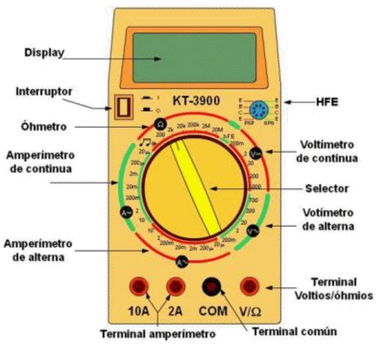
La unidad de la resistencia es el **ohmio (Ω)**.

La Ley de Ohm afirma que:
"el cociente entre la diferencia de potencial (V) aplicada a los extremos de un conductor y la intensidad (I) que circula por él es una cantidad constante denominada resistencia (R)"
La ecuación que representa la ley de Ohm es: **R = V / I** **V = I R** donde:
V es la diferencia de potencial en voltios (V)
R es la resistencia en ohmios (⍰)
I es la intensidad de corriente en amperios (A)

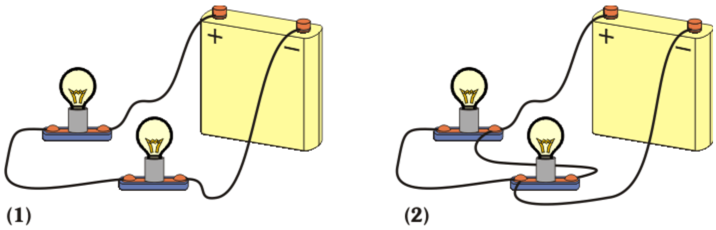
EJEMPLO:
¿Cuál es la resistencia de un conductor por el que circula una corriente de 10 amperios con una diferencia de potencial de 220 voltios?
I = 10 A V = 220 V R = V / I = 220 V / 10 A = 22 Ω

5.2.2.4. Instrumentos de medida

Para medir las diferentes magnitudes eléctricas, existen instrumentos específicos siendo los más utilizados el voltímetro, el amperímetro y el polímetro.



<u>*Voltímetro*</u>.-Mide el voltaje o tensión eléctrica. El aparato se conecta en paralelo con el componente o generador cuya tensión se quiere medir. La resistencia interna del aparato es muy alta de modo que a través de él casi no circula corriente. Suele tener varias escalas, voltios o milivoltios siendo preciso elegir la escala adecuada a la tensión que se va a medir. Si trabajamos con tensiones muy elevadas debemos tener cuidado para no dañarlo.



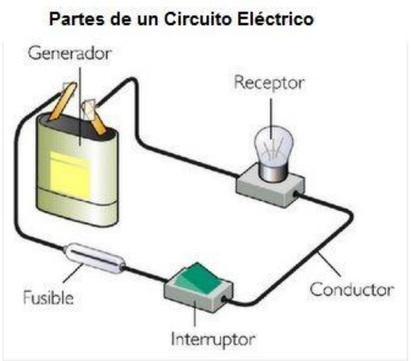
Conexión de bombillas en serie (1) y en paralelo (2)

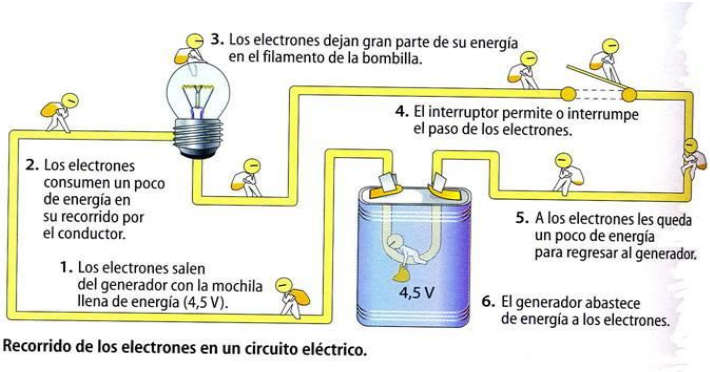
Amperímetro.- Mide la intensidad de la corriente
Se conecta en serie con el circuito. La resistencia interna del aparato es muy pequeña por lo que apenas afecta a la corriente del circuito. También aquí debemos seleccionar la escala adecuada a la intensidad que vamos a trabajar. Si conectamos el aparato en paralelo podemos dañarlo.

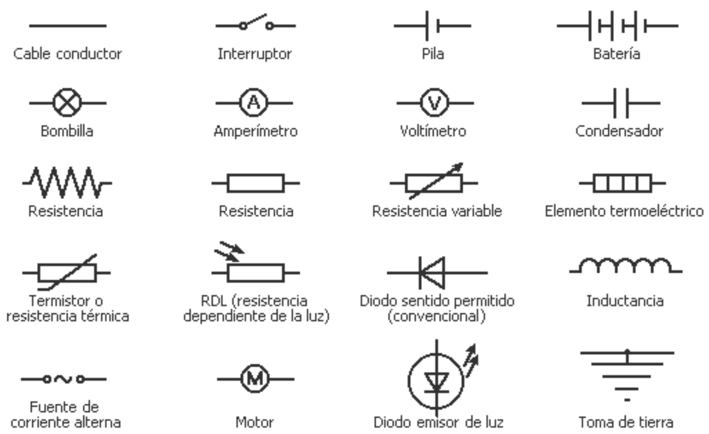
Polímetro.- Es más avanzado que los anteriores, nos permite medir tensión, intensidad, resistencia,… en diferentes escalas de medida. Puede ser analógico o digital.

5.2.3. Circuito eléctrico

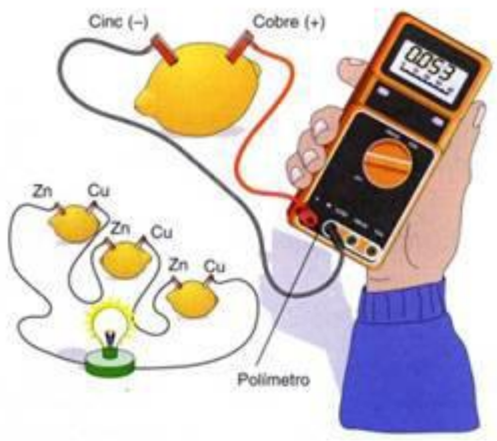
Conjunto de operadores unidos de tal forma que permitan el paso de corriente eléctrica para conseguir algún efecto útil (luz, calor, movimiento,…). Los elementos básicos de un circuito eléctrico son:



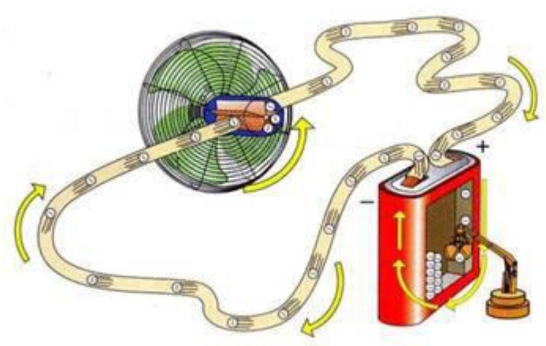




5.2.4. Generadores



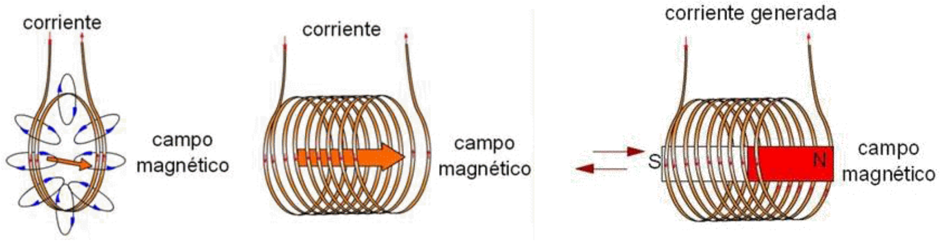
La obtención de energía eléctrica se puede producir de varias formas, por frotamiento, presión, luz, acción de campos magnéticos, reacciones químicas,… Los métodos más utilizados son los dos últimos.



El uso de la energía química para la producción de energía eléctrica se da en las pilas.
Ciertas sustancias naturales tienen la propiedad de generar corriente eléctrica en su interior gracias a la reacción química que se produce entre sus componentes. Si tomamos varios limones y unas chapas de cobre y cinc podremos fabricar una pila de voltaje muy bajo, se trata de una pila muy básica.
Las pilas y baterías comerciales son generadores químicos de energía

eléctrica que utilizan elementos capaces de desarrollar un flujo de electrones más intenso.

Hans Christian Oesterd (1777-1851), físico danés, observó, mediante un experimento que la aguja de una brújula situada cerca de una corriente eléctrica se desviaba. Esto le llevó a una conclusión muy sencilla:
La corriente eléctrica pasando a través de un conductor actúa como un imán.
Michael Faraday (1791-1867) se enteró del experimento de Oesterd y se le ocurrió la siguiente idea: ¿es posible que el movimiento de un imán genere corriente eléctrica? Para comprobar esta hipótesis construyó una bobina, arrollamiento de un cable conductor y situó un imán en su interior. Produjo el movimiento de uno respecto al otro y observó que se generaba un flujo eléctrico, a este fenómeno lo denominó inducción magnética, base del funcionamiento de las dinamos.



Si enrollamos un cable alrededor de un hierro (un tornillo, varillas,…) tendremos una bobina mucho más potente ya que el hierro facilita la circulación del campo magnético por el interior de la bobina. Este diseño se denomina electroimán y tiene múltiples aplicaciones, timbres, grúa industrial, …

Los alternadores y las dinamos son máquinas eléctricas que transforman la energía mecánica de rotación, que reciben a través de su eje en energía eléctrica alterna y continua respectivamente.

El alternador.- Cuando un conductor se desplaza a través de un campo magnético se genera en este una corriente eléctrica inducida.

La dinamo y el motor.- Empleando un imán y una espira con unos anillos colectores es posible generar corriente eléctrica alterna, si sustituimos los anillos colectores por un solo anillo dividido en dos partes aisladas entre sí tendremos una dinamo. En este caso la corriente circula en un solo sentido, corriente continua (bicicletas)
La dinamo es una máquina reversible puede trabajar como generador o como motor. Como generador transforma la energía mecánica en energía eléctrica y como motor transforma la energía eléctrica en mecánica de rotación.

5.2.5. Efectos de la corriente eléctrica

- Efecto luminosos
- Efecto térmico o efecto Joule.- Cuando la corriente eléctrica atraviesa un conductor aumenta su temperatura. Este efecto no es deseado en los conductores. La cantidad de calor producida en un conductor depende de las características de éste, es decir, de su resistencia, del tiempo y de la cantidad de corriente que circula por el mismo.
- Efecto magnético.- Como ya vimos descubierto por Oesterd
- Efecto químico.- Cuando la corriente eléctrica atraviesa disoluciones electrolíticas o conductoras.
- Efectos fisiológicos.- Efectos que produce la corriente eléctrica sobre los seres vivos. Se pueden clasificar en:
  - Efectos beneficiosos, aparatos para tratamientos en medicina, electrocardiogramas, electrocirugía, electrodiálisis…
  - Efectos perjudiciales producen electrocución. Paradas cardiorespiratorias, quemaduras,…

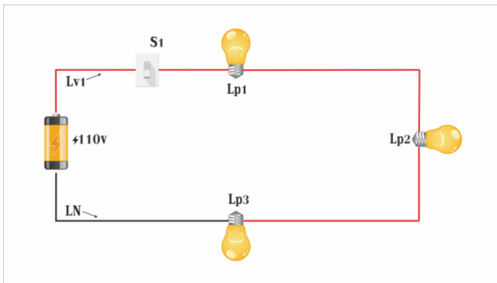
5.2.6. Energía y potencia eléctrica

La energía o trabajo eléctrico, W, es el producto de la fuerza electromotriz (voltaje o tensión) necesaria para transportar las cargas eléctricas por el valor de estas cargas. Se mide en Julios (J).
$E = W = (\text{fem}).(\text{carga}) = V\, q = V\, I\, t$
La potencia eléctrica podemos definirla como la cantidad de energía eléctrica generada o transformada por unidad de tiempo.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} = V \cdot I$$

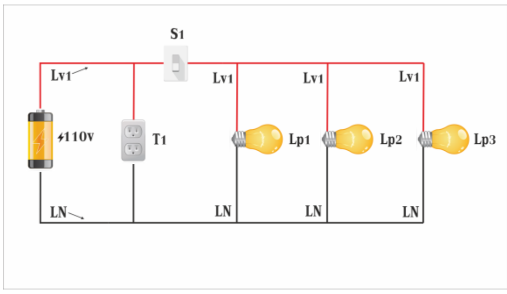
Luego, también se cumple: **E = V I t = P.t**

5.2.7. Tipos de circuitos eléctricos



En un circuito eléctrico, hay tres formas de conexionar los generadores y los receptores: en serie, en paralelo y mixto.

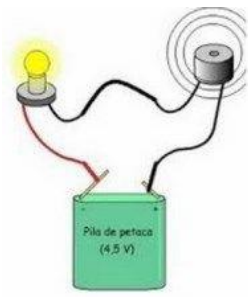
Serie.- Los elementos de un circuito están conectados en serie cuando se colocan uno a continuación de otro formando una cadena, de modo que la corriente que circula por un determinado elemento será la misma que para el resto.



Paralelo.- Los elementos de un circuito están conectados en paralelo cuando todos ellos están conectados a los mismos puntos y por tanto, a todos se les aplica el mismo voltaje o tensión.

5.2.7.1. Circuitos en Serie

Las características de los circuitos en serie son:



Los elementos están conectados como los eslabones de una cadena (el final de uno con el principio del otro). La salida de uno a la entrada del siguiente y así sucesivamente hasta cerrar el circuito. Veamos una bombilla y un timbre conectados en serie:

Todos los elementos que se conectan en serie tienen la misma intensidad, o lo que es lo mismo, la misma intensidad recorre todos los elementos conectados en serie. Fíjate que la intensidad que sale de la pila es la misma que atraviesa cada receptor.

$\mathbf{I_t = I_1 = I_2 = I_3 \ldots}$

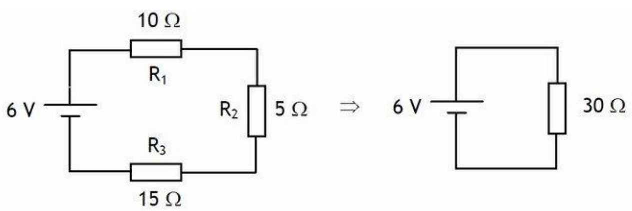
La tensión total de los elementos conectados en serie es la suma de cada una de las tensiones en cada elemento: $\mathbf{V_t = V_1 + V_2 + V_3 \ldots}$

La resistencia total de todos los receptores conectados en serie en la suma de la resistencia de cada receptor.

$\mathbf{R_t = R_1 + R_2 + R_3 \ldots.}$

Si un elemento de los conectados en serie deja de funcionar, los demás también. Date cuenta que si por un elemento no circula corriente, al estar en serie con el resto, por los demás tampoco ya que por todos pasa la misma corriente o intensidad (es como si se cortara el circuito).

Veamos cómo se resuelve un circuito en serie con 3 resistencias



Ejercicios de Circuitos en Serie

Lo primero será calcular la resistencia total. Esta resistencia total también se llama resistencia equivalente, porque podemos sustituir todas las resistencias de los receptores en serie por una sola cuyo valor será el de la resistencia total. Fíjate en el circuito siguiente:

$R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 10 + 5 + 15 = 30\ \Omega$.
El circuito equivalente quedaría como el de la derecha con una sola resistencia de 30 ohmios.

Ahora podríamos calcular la Intensidad total del circuito. Según la ley de ohm:
$I_t = V_t/R_t = 6/30 = 0{,}2$ A que resulta que como todas las intensidades en serie son iguales:
$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = 0{,}2$ A. Todas valen 0,2 amperios.

Ahora solo nos queda aplicar la ley de ohm en cada receptor para calcular la tensión en cada uno de ellos:
$V_1 = I_1 \times R_1 = 0{,}2 \cdot 10 = 2V$
$V_2 = I_2 \times R_2 = 0{,}2 \cdot 5 = 1V$
$V_3 = I_3 \times R_3 = 0{,}2 \cdot 15 = 3V$

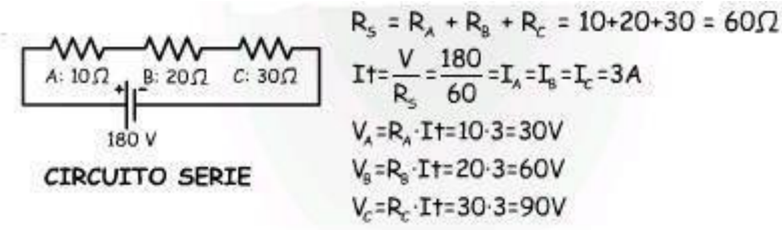
Ahora podríamos comprobar si efectivamente las suma de las tensiones es igual a la tensión total:
$V_t = V_1 + V_2 + V_3 = 2 + 1 + 3 = 6$ V Como ves resulta que es cierto, la suma es igual a la tensión total de la pila 6 Voltios.

Recuerda: Para tener un circuito resuelto por completo es necesario que conozcas el valor de R, de I y de V del circuito total, y la de cada uno de los receptores.

Como ves ya tenemos todos los datos del circuito, por lo tanto ¡Ya tenemos resuelto nuestro circuito en serie!.

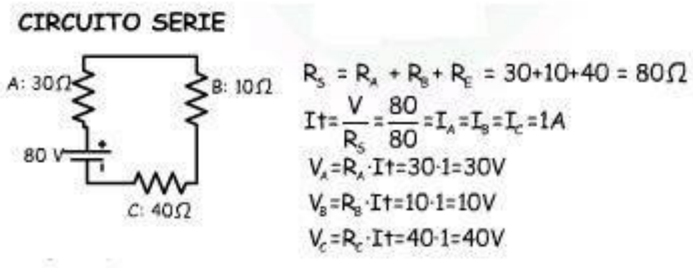
Puede que nos pidan calcular las potencias en el circuito. En este caso sabiendo la fórmula la potencia que es:
P = V . I
Pt = Vt . It = 6 . 0,2 = 1,2 W
P1 = V1 . I1 = 2 . 0,2 = 0,4 W
P2 = V2 . I2 =1 . 0,2 = 0,2 W
P3 = V3 . I3 = 3 . 0,2 = 0,6 W
Fíjate que en el caso de las potencias la suma de las potencias de cada receptor siempre es igual a la potencia total (en serie y en paralelo) $P_t = P_1 + P_2 + P_3$.

Si no s piden la energía consumida en un tiempo determinado solo tendremos que aplicar la fórmula de la energía:
E = P . t.
Por ejemplo vamos hacerlo para 2 horas.
$E_t = P \cdot t = 1{,}2 \times 2 = 2{,}4$ wh (vatios por hora).
Si nos piden en KWh (kilovatios por hora) antes de aplicar la fórmula tendremos que pasar los vatios de potencia a kilovatios dividiendo entre mil.
P = 0,0012 . 2 = 0,0024Kwh



También podríamos calcular las energía de cada receptor: E1 = P1 x t ; E2 = P2 x t ...., pero eso ya lo dejamos para que lo hagas tu solito.

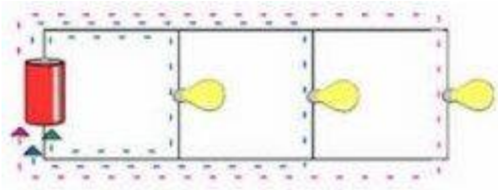
Aquí tienes otros dos circuitos en serie resueltos:



Ojo que no te despiste la colocación de las resistencias en el segundo circuito, si te fijas están una a continuación de otra, por lo tanto están en serie.

5.2.7.2. Circuitos en Paralelo

Las características de los circuitos en paralelo son:



Los elementos tienen conectadas sus entradas a un mismo punto del circuito y sus salidas a otro mismo punto del circuito.

Todos los elementos o receptores conectados en paralelo están a la misma tensión, por eso: $\mathbf{V_t = V_1 = V_2 = V_3}$ **.....**

La suma de la intensidad que pasa por cada una de los receptores es la intensidad total:

$\mathbf{I_t = I_1 + I_2 + I_3}$ **.....**

OJO no te confundas, si te fijas es al revés que en serie.

La resistencia total o equivalente de los receptores conectados en paralelo se calcula con la siguiente fórmula:

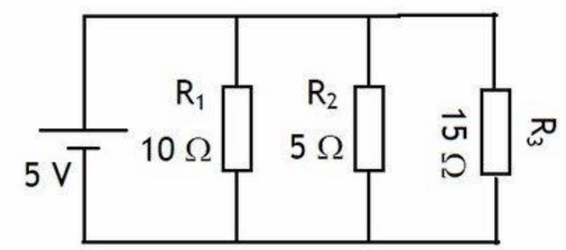
$$\frac{1}{Re} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$

$$Rt = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \ldots}$$

Si un receptor deja de funcionar, los demás receptores siguen funcionando con normalidad. Este es el principal motivo por lo que la mayoría de los receptores se conectan en paralelo en las instalaciones.

Vamos a calcular un circuito en paralelo.

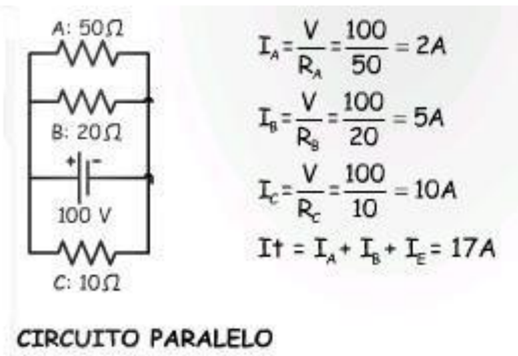
Ejercicios de Circuitos en Paralelo



Podríamos seguir los mismos pasos que en serie, primero resistencia equivalente, luego la It, etc. En este caso vamos a seguir otros pasos y nos evitaremos tener que utilizar la fórmula de la resistencia total.

Sabemos que todas las tensiones son iguales, por lo que:
Vt = V1 = V2 = V3 = 5 V; todas valen 5 voltios.

Ahora calculamos la intensidad en cada receptor con la ley de Ohm; **I = V / R.**
I1 = V1 / R1 = 5/10 = 0,5 A
I2 = V2 / R2 = 5/5 = 1 A
I3 = V3 / R3 = 5/15 = 0,33 A



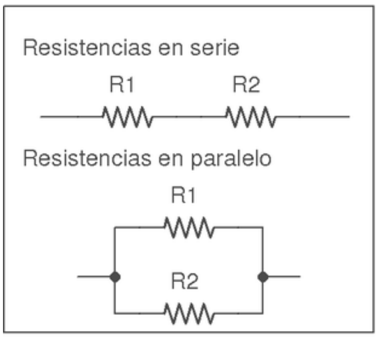
La intensidad total del circuito será la suma de todas las de los receptores.
It = I1 + I2 + I3 = 0,5 + 1 +0,33 = 1,83 A

Date cuenta que la I3 realmente es 0,333333333... por lo que cometeremos un pequeño error sumando solo 0,33, pero es tan pequeño que no pasa nada.

¿Nos falta algo para acabar de resolver el circuito? Pues NO, ¡Ya tenemos nuestro circuito en paralelo resuelto! ¿Fácil no?.

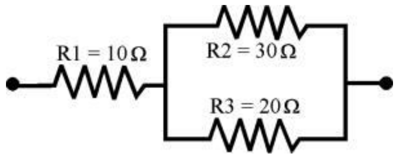
Repito que podríamos empezar por calcular Rt con la fórmula, pero es más rápido de esta forma. Si quieres puedes probar de la otra manera y verás que te dará lo mismo.
Para calcular las potencias y las energías se hace de la misma forma que en serie.
Aquí, otro circuito en paralelo resuelto:

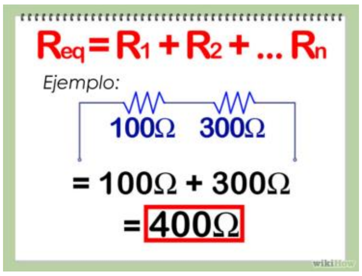
Recuerda:
V = I . R　　　R = V / I　　　I = V / R

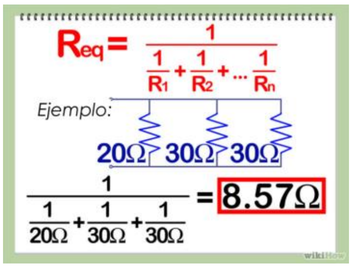


- En serie: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3...$
- En paralelo: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}...$
- Mixto: según posición, combinación de las anteriores.

Mixto (LO VEREMOS EN CLASE)







5.2.8. Transformaciones energéticas en un circuito

Un circuito se compone en esencia de un generador y de receptores que son accionados mediante interruptores.
El generador se encarga de transformar energía no eléctrica en eléctrica para suministrarla al circuito.
La energía eléctrica en sí no tiene utilidad práctica. Para que se pueda utilizar es preciso que sea transformada en otros tipos de energía. Ésta es la misión de los receptores. Veamos algunos ejemplos:

- Las lámparas transforman energía eléctrica en luminosa y calorífica.
- Los motores (lavadoras, bombas, grúas, etc.) transforman la energía eléctrica en mecánica.
- Los altavoces transforman la energía eléctrica en sonora.
- Las estufas, los calentadores y, en general, todos los aparatos que hacen elevar la temperatura llevan una resistencia que transforma la energía eléctrica en calorífica.

El trabajo realizado por la corriente eléctrica, es decir, la energía eléctrica transformada en no eléctrica por un receptor vendrá dado por la expresión:
W = V . Q　donde:
T es el trabajo realizado en julios (J)
V es la diferencia de potencial en voltios (V)
Q es la carga eléctrica en culombios (C)

W = V . Q = V.I.t = P.t
O bien: **W** = V . Q = V.I.t = I.R.I.t = $\mathbf{I^2.R.t}$ (en Julios)

Esta última expresión, constituye la **Ley de Joule**, cuyo enunciado dice: "*La energía calorífica desprendida de una resistencia es directamente proporcional a la resistencia, al cuadrado de la intensidad y al tiempo*".

Para medir la energía eléctrica "consumida", y que pagamos los consumidores en el recibo de luz, se emplea el kilovatio-hora (KWh):

1 KWh = 3.600.000 J

Otras unidades de uso común para medir la energía calorífica son la caloría (cal) y la kilocaloría (Kcal):

1 J = 0,24 cal

1 cal = 4,18 J

1 kcal = 1000 cal

EJEMPLO:

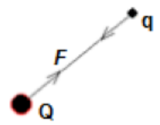
¿Cuántos julios de calor genera una corriente de 0,3 amperios que atraviesa una resistencia de 48 Ω durante una hora?

R = 48 Ω   I = 0,3 A   t = 1 h = 3600 s

W = R · I^2 · t = 48 · 0,3^2 · 3600 = 15.552 J

FÓRMULAS DEL CAMPO ELÉCTRICO

1. CAMPO ELÉCTRICO



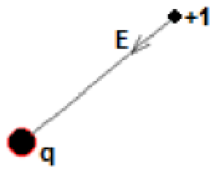
Ley de Coulomb:

Fuerza de interacción entre dos cargas eléctricas *Q* y *q* situadas a una distancia *r* entre sí.

Módulo: $F_{12} = F_{21} = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ Sentido: según el valor de las cargas. Repulsiva del mismo signo.

Donde K es la Constante de Coulomb de valor: $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

Concepto de campo eléctrico



Cuando, se supone, que solamente está presente una carga *Q*.

$\vec{E} = K \frac{q}{r^2}$ $|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q}$ o $F = E \cdot q$

Potencial eléctrico

Potencial *V* supone la energía potencial de la unidad de carga positiva imaginariamente situada en P, *V=E$_p$/q*. El potencial es escalar y se mide en volt (V). $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$

ELECTROSTÁTICA Y ELECTRICIDAD
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Ac CFGS Opción B: Física y Química

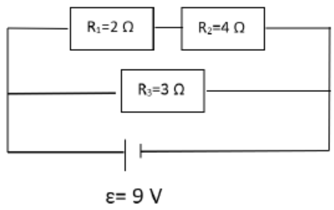
2018-1

Una resistencia de 2 Ω y otra de 4 Ω están conectadas en serie, a su vez se conectan en paralelo a otra resistencia de 3 Ω. El circuito se completa con una batería de F.E.M. 9 V y una resistencia interna despreciable. Determinar:

a) La resistencia equivalente. *(1 punto)*

b) La intensidad que circula por el circuito. *(0,5 puntos)*

c) La potencia suministrada por la batería. *(0,5 puntos)*



2017

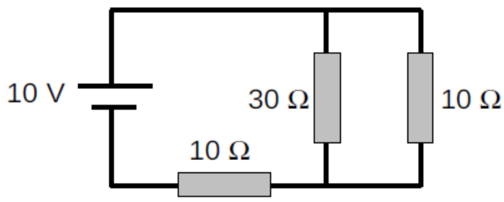
2. El circuito electrico de una habitacion tiene conectadas en serie, cinco bombillas de 500 Ω de resistencia. Si la instalacion tiene una diferencia de potencial de 220 V, calcula la intensidad que circula y la potencia desarrollada. (2 puntos)

2015

3. Sea un circuito con dos resistencias en paralelo de 10 Ω y 30 Ω, que se conectan en serie a otra resistencia 10 Ω y a una batería de 10 V, calcula:

a) La intensidad de la corriente eléctrica en el circuito.

b) La potencia suministrada por la batería.

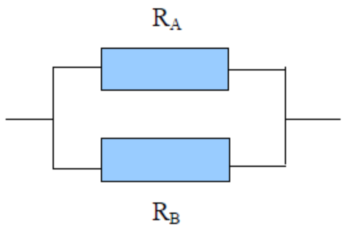


2014

4. Se tienen dos resistencias de RA= 8W y RB= 20W, asociadas en paralelo. Si por la primera pasa una intensidad de 2 A.

a) ¿Cuál es la ddp aplicada en bornes de la asociación?

b) Cuál es la intensidad total que circula por la asociación?



2012

5. Por una resistencia de 12 W circula una corriente de 1,5 A. ¿Cuál será el valor de la intensidad si intercalamos entre A y B otra resistencia de 20 W conectada en serie a la primera?

2011

6. Un calentador eléctrico tiene 4 resistencias de nichrome de 10 W en serie. El calentador está diseñado para usarlo a 220 V de tensión. Calcula la potencia que desarrolla y la intensidad que circula.

2010

7. Por una resistencia de 2 ohmios circula una corriente de 6 A. ¿Cuál será el valor de la intensidad si añadimos al circuito otra resistencia de 8 ohmios conectada en serie a la primera?

Ac CFGS Opción C: Física

2018-8

Dos cargas idénticas se encuentran en el vacío, separadas una distancia de 25 cm. Si la fuerza de repulsión entre ellas es de 150 N, determina el valor de las cargas en μC. *(2 puntos)*

DATOS: $K = 9{\cdot}10^9$ Nm²/C².

2018-9

En las especificaciones de una batidora podemos ver que está diseñada para desarrollar una potencia de 500 W a 220 V.

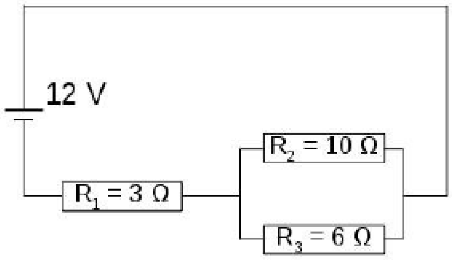
a) Determina la intensidad de corriente y la resistencia cuando está en funcionamiento. *(1 punto)*

b) Calcula la nueva intensidad, si se añade una resistencia de 100 Ω, en serie a la anterior. *(1 punto)*

2017

10. Dos cargas *q1 = +2 μC* y *q2 = -5 μC*, se encuentran separadas 10 cm. Calcula el valor, la direccion y el sentido del campo electrico en el punto medio de la recta que une ambas cargas. DATOS: $K = 9{\cdot}10^9$ *Nm²/C²*. (2 puntos)

11. Para el circuito de la figura, con R1 = 3 Ω; R2 = 10 Ω y R3 = 6 Ω. Calcula la resistencia equivalente, la intensidad total que circula por el circuito y la potencia electrica. (2 puntos)



2015

12. Dos cargas de +10 nC y – 10 nC respectivamente están en el vacío, separadas por una distancia de 2,5 m. Calcula:

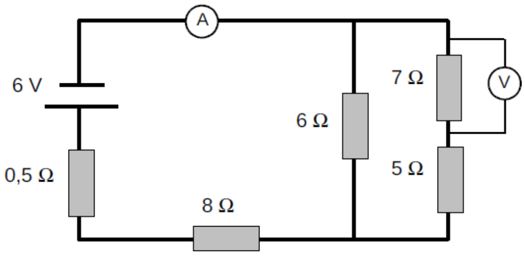
a) El vector campo eléctrico (módulo, dirección y sentido) en el punto medio entre ambas cargas.

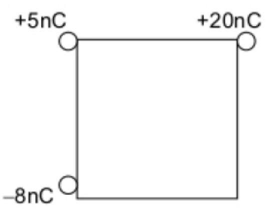
b) El potencial eléctrico en dicho punto.

Dato: $K_0 = 9{,}0{\cdot}10^9\ N{\cdot}m^2/C^2$

13. Dado el esquema del circuito de la figura, determina las lecturas del amperímetro y del voltímetro.

Razona tus respuestas.





2014

14. En tres de los vértices de un cuadrado de 4 cm. de lado hay tres cargas cuyos valores y signos están en el esquema. Calcula el potencial eléctrico en el cuarto vértice.

15. Un circuito está formado por un generador de 16 V de fem y 6 Ω de resistencia interna, y una resistencia externa de 44 Ω. Calcular: a) la intensidad de corriente que circula y b) La ddp en bornes del generador

2013

16. Dos partículas positivas con cargas de 12 nC se encuentran separadas 30 cm.

a) Calcula el potencial eléctrico en un punto P de la recta que une ambas cargas y que está a 10 cm de una de ellas;

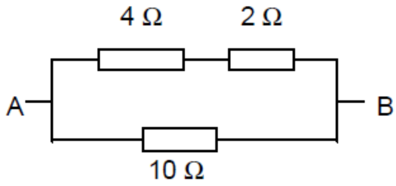
b) Calcula de nuevo el potencial en el mismo punto P pero con la carga situada a 10 cm siendo de signo negativo. *Dato: $K = 9.10^9$ S.I.*

17. Un hilo metálico tiene 120 Ω de resistencia. Se corta en tres trozos de igual longitud y se conectan en paralelo. ¿Cuál es el valor de la resistencia de la asociación en paralelo construida?

2012

18. Dos cargas positivas, iguales, situadas en el aire y a 5 cm de distancia se repelen con una fuerza de 38 N . Calcula el valor de las cargas *Dato: K = 9. 10^9 S.I.*

19. a) Hallar la resistencia equivalente de la asociación de la figura
b) Calcular la intensidad total y la intensidad que circula por cada rama si la diferencia de potencia entre los bornes de la asociación A y B es de 15 V



2011

20. Dos cargas de $Q_1 = +6\mu C$ y $Q_2 = -2\mu C$ y están situadas en el eje X, la positiva en + 6 cm y la negativa en -6 cm . ¿Cuál es el valor, dirección y sentido de la fuerza sobre una carga $q = -2\mu C$ situada en el origen?
Dato : K = 9x10^9 Nm^2/C^2

21. Se dispone de dos bombillas con las siguientes especificaciones (24V, 75W) y (24V, 60W) . **a)** Calcular la resistencia de cada bombilla. **b)** Si ambas bombillas se conectan en paralelo a una fuente de alimentación de 24 V , ¿qué intensidad circulará por cada una de ellas? **c)** Calcular la intensidad que circulará por cada bombilla si se conectan en serie a la misma fuente de 24 V

2010

22. Dos cargas eléctricas A, B, cuyos valores son qA = +30 µC y qB = +15 µC distan entre sí 50 cm. Calcular la intensidad del campo eléctrico en el punto medio de la recta que une ambas cargas e indica su orientación *Dato : K = 9x10^9 Nm^2/C^2*

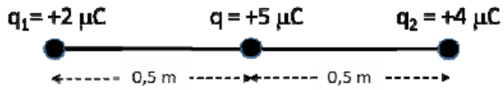
23. Un electrodoméstico tiene dos resistencias de nichrome de 30 Ω en paralelo. Calcular la intensidad que circula por el electrodoméstico y la potencia que desarrolla cuando se conecta a la red de 220 V.

Ac Uni 25: Física

2019-24

Se colocan dos cargas eléctricas $q_1 = 2\mu C$ y $q_2 = 4\mu C$, separadas una distancia de 1 m. En el punto medio del segmento que las une, se coloca otra carga q = 5µC (ver figura). Suponiendo que el sistema se halla en el vacío, obtenga:

a) El módulo y el sentido de la fuerza que experimenta la carga q.
b) La energía potencial de la carga q.
Dato: $K = 9\times10^9\ Nm^2/C^2$



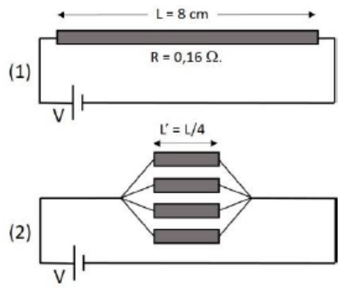
2018-25

Se tiene, en un determinado punto en el vacío, una carga eléctrica puntual fija de -3 µC.

a) Calcule el módulo del campo electrostático generado por dicha carga en otro punto situado 3 m por encima de la carga.
b) ¿Cuál sería el módulo de la fuerza que experimentaría una carga de 4 nC situada en esa posición superior?
Dato: $K = 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$

2018-26

Se conecta un hilo conductor de longitud L = 8 cm y resistencia R = 0,16 Ω en un circuito de corriente continua, tal y como se indica en el esquema (1). Posteriormente, el hilo se corta en 4 partes iguales y los segmentos obtenidos se empalman por sus extremos derecho e izquierdo, respectivamente, conectándose la nueva configuración al mismo circuito y obteniéndose el esquema (2).



a) ¿Cuánto vale la resistencia de la nueva configuración?
b) ¿Cómo afecta dicho cambio al valor de la intensidad de la corriente que pasa por el circuito?

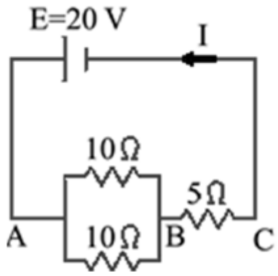
2017-27

La masa del protón es $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}\ kg$ y su carga eléctrica $q_p = 1{,}602 \times 10^{-19}\ C$. Considere dos protones en el vacío separados una distancia d. Obtenga el cociente entre la fuerza eléctrica y la fuerza de atracción gravitatoria que ejercen los protones entre sí.

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$; $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$

2017-28

5. En el circuito de corriente continua que muestra la figura:
   a) Obtenga el valor de la intensidad de la corriente I en el tramo indicado.
   b) Obtenga la caída de potencial entre los puntos B y C del circuito.



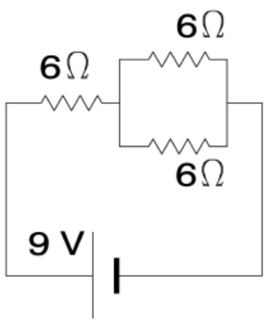
2016-29

Una carga de 2,0 nC, situada en el origen de coordenadas, está sometida a la acción de una fuerza eléctrica de $8{,}0\times10^{-4}$ N en la dirección positiva del eje *y*. ¿Cuál es el valor del campo eléctrico en el origen?

2015-30

En el circuito mostrado en la figura calcule:

a) La resistencia equivalente.
b) La intensidad y sentido de la corriente que circula por el circuito.

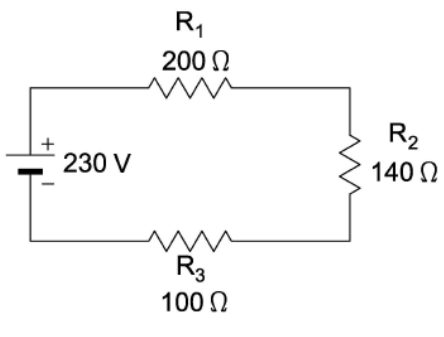


2014-31

En el circuito mostrado en la figura calcule:

a) La intensidad y sentido de la corriente que circula por el circuito.

1



b) La diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia.

2013-32

Se tiene un sistema formado por dos cargas puntuales, q_1 y q_2, que distan entre sí 2 cm. Obtenga:

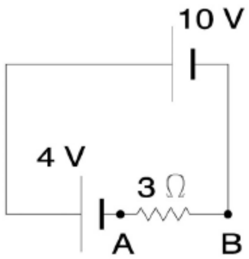
a) El módulo del campo eléctrico en el punto medio del segmento que las une.
b) El módulo de la fuerza neta sobre una carga q_0 que se coloca en dicho punto.

Datos: $q_1 = 100\,\mu C$, $q_2 = -100\,\mu C$, $q_0 = 100\,\mu C$, $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$.

2013-33

En el circuito mostrado en la figura calcule:

a) La intensidad y el sentido de la corriente que circula por el circuito.
b) La diferencia de potencial entre A y B.
c) La potencia disipada por la resistencia y la potencia suministrada por las fem.



OTROS EJERCICIOS (CAMPO ELÉCTRICO) (Ac UNI 25)

1. Calcula la distancia entre las cargas *q*1 = 3 μC y *q*2 = 8 μC para que se repelan con *F* = 0,6 N Si están en el vacío.

$$F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot q}{d^2} = K_0 \cdot \frac{Q \cdot q}{d^2}$$

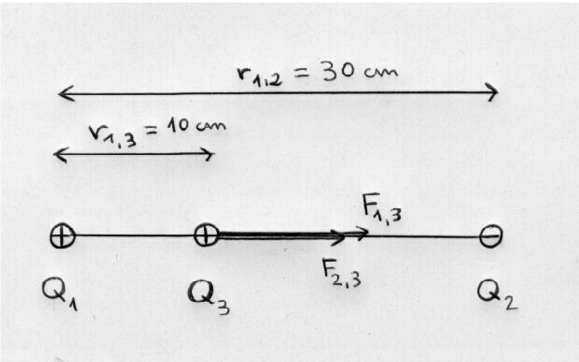
Despejando la distancia, tenemos:

$$d = \sqrt{K_0 \cdot \frac{Q \cdot q}{F}} = \sqrt{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{0,6}} = 0,6 \text{ m}$$

2. Si la distancia entre dos protones en el interior de un núcleo atómico es 0,3 10^{-15} m, calcula la fuerza eléctrica entre ellos. Datos: *qp* = 1,6 10^{-19} C.

$$F_e = K_0 \cdot \frac{Q \cdot q}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(0,3 \cdot 10^{-15})^2} = 2\,560 \text{ N}$$

3. Dos cargas eléctricas Q_1 = +5 μC y Q_2 = – 4 μC están separadas 30 cm. Colocamos una tercera carga Q_3 = +2 μC sobre el segmento que une Q_1 y Q_2 a 10 cm de Q_1. Calcular la fuerza eléctrica que actúa sobre Q_3.



donde Q_1 = +5 μC, Q_2 = – 4 μC y Q_3 = +2 μ C

La fuerza que la carga 1 ejerce sobre la carga 3 será:

$$F_{1,3} = K\frac{Q_1Q_3}{r_{1,3}^{\ \ 2}} = 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{(0,1)^2} = 9N$$

y la fuerza que la carga 2 ejerce sobre la carga 3 será:

$$F_{2,3} = K\frac{Q_2Q_3}{r_{2,3}^{\ \ 2}} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(0,2)^2} = 18N$$

dado que tienen la misma dirección y sentido, la fuerza resultante será la suma de las dos. $F = F_{1,3} + F_{2,3} = 9 + 1,8 = 10,8N$

Esta es la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre la carga 3, cuya dirección es la recta que une Q_1 con Q_2 y cuyo sentido es hacia Q_2.

4. Tres cargas iguales de valor *Q* = 2 μC están colocadas en tres de los vértices de un cuadrado de lado 10 cm. Calcula el módulo de la fuerza que actúa sobre una carga *q* = 1 μC si está colocada: a) En el cuarto vértice. b) En el centro del cuadrado.

a) La distancia de q_1 y de q_3 al cuarto vértice es el lado del cuadrado, y la distancia de q_2 a dicho vértices es:

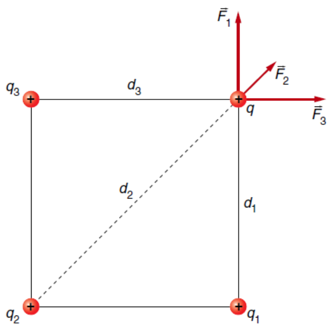
$$d_2 = \sqrt{0,1^2 + 0,1^2} = \sqrt{0,02} \text{ m}$$

Los módulos de las fuerzas ejercidas por estas cargas son:

$$F_1 = K \cdot \frac{q_1 \cdot q}{d_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{0,1^2} = 1,8 \text{ N}$$

$$F_2 = K \cdot \frac{q_2 \cdot q}{d_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{(\sqrt{0,02})^2} = 0,9 \text{ N}$$

$$F_3 = K \cdot \frac{q_3 \cdot q}{d_3^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{0,1^2} = 1,8 \text{ N}$$



La figura anterior permite obtener fácilmente las componentes cartesianas de estos vectores; de acuerdo con ella, las fuerzas son:

$$\vec{F}_1 = 1,8 \cdot \vec{j} \text{ N}$$

$$\vec{F}_2 = 0,9 \cdot \cos 45° \cdot \vec{i} + 0,9 \cdot \cos 45° \cdot \vec{j} = (0,64 \cdot \vec{i} + 0,64 \cdot \vec{j}) \text{ N}$$

$$\vec{F}_3 = 1,8 \cdot \vec{i} \text{ N}$$

Aplicando el principio de superposición, la fuerza sobre la carga colocada en el cuarto vértice es:

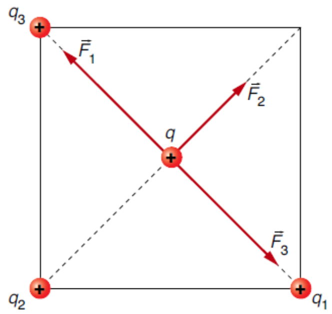
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 1{,}8 \cdot \vec{j} + 0{,}64 \cdot \vec{i} + 0{,}64 \cdot \vec{j} + 1{,}8 \cdot \vec{i} = 2{,}44 \cdot \vec{i} + 2{,}44 \cdot \vec{j} \text{ N}$$

El módulo de esta fuerza vale:

$$F = \sqrt{2{,}44^2 + 2{,}44^2} = 3{,}45 \text{ N}$$

b) Las fuerzas que ejercen las cargas q_1 y q_3 sobre la carga situada en el centro del cuadrado tienen el mismo módulo, la misma dirección y sentidos opuestos. Por tanto, estas fuerzas se anulan, y la fuerza resultante sobre la carga q situada en el centro del cuadrado coincide con la que ejerce la carga q_2, cuyo valor es:

$$F = F_2 = K \cdot \frac{q_2 \cdot q}{d_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{\left(\frac{\sqrt{0{,}02}}{2}\right)^2} = 3{,}6 \text{ N}$$



5. Calcula el módulo del campo eléctrico creado por la carga puntual *q* = 16 nC a una distancia de 1, 2, 3 y 4 m. Dibuja la gráfica *E-x* y las líneas del campo producido por *q*.

El módulo del campo eléctrico producido por la carga q es:

- Para $d = 1$ m:

$$E_1 = K \cdot \frac{q}{d_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-9}}{1^2} = 144 \text{ N/C}$$

- Para $d = 2$ m:

$$E_2 = K \cdot \frac{q}{d_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-9}}{2^2} = 36 \text{ N/C}$$

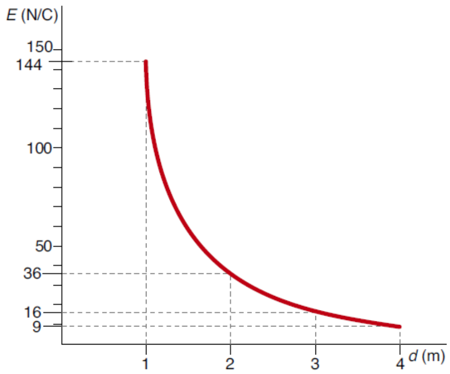
- Para $d = 3$ m:

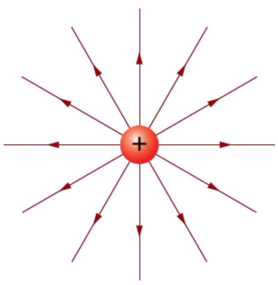
$$E_3 = K \cdot \frac{q}{d_3^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-9}}{3^2} = 16 \text{ N/C}$$

- Para $d = 4$ m:

$$E_4 = K \cdot \frac{q}{d_4^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-9}}{4^2} = 9 \text{ N/C}$$

La representación de la variación del módulo de la intensidad del campo eléctrico producido por una carga puntual en función de la distancia, y las líneas del campo, son:





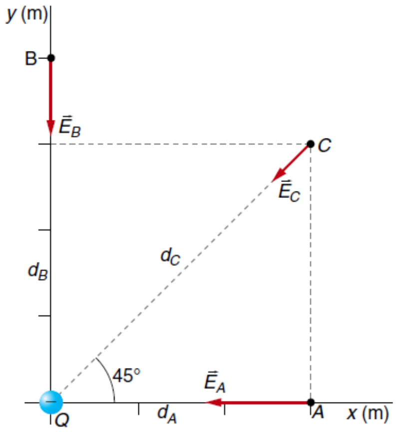
6.

La carga $Q = -2\ \mu C$ está en el vacío situada en el origen de coordenadas. Calcula:

a) El campo eléctrico producido por Q en los puntos $A(3, 0)$ m, $B(0, 4)$ m y $C(3, 3)$ m.

b) La fuerza (módulo, dirección y sentido) que ejerce Q sobre una carga q, de $-1\ \mu C$, colocada en B.

a) En la figura de la derecha se representa la situación descrita en el enunciado del problema.



El campo producido por la carga Q en cada uno de los puntos es:

– Punto A: la distancia de la carga al punto y el vector unitario en la dirección que une la carga y el punto son:

$$\vec{r}_A = 3 \cdot \vec{i}\ \text{m} \rightarrow$$

$$\rightarrow r_A = d_A = 3\ \text{m} \ ;\ \vec{u}_A = \vec{i}$$

Luego:

$$\vec{E}_A = K \cdot \frac{Q}{d_A^2} \cdot \vec{u}_A =$$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{3^2} \cdot \vec{i} = -2\,000 \cdot \vec{i}\ \text{N/C}$$

– Punto B: la distancia de la carga al punto y el vector unitario en este caso son:

$$\vec{r}_B = 4 \cdot \vec{j}\ \text{m} \rightarrow r_B = d_B = 4\ \text{m} \ ;\ \vec{u}_B = \vec{j}$$

Por tanto:

$$\vec{E}_B = K \cdot \frac{Q}{d_B^2} \cdot \vec{u}_B = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{4^2} \cdot \vec{j} = -1\,125 \cdot \vec{j}\ \text{N/C}$$

– Punto C: en este caso, tenemos:

$$\vec{r}_C = 3 \cdot \vec{i} + 3 \cdot \vec{j}\ \text{m} \rightarrow r_C = d_C = \sqrt{3^2 + 3^2} = \sqrt{18} = 3 \cdot \sqrt{2}\ \text{m}$$

$$\vec{u}_C = \frac{3 \cdot \vec{i} + 3 \cdot \vec{j}}{3 \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \vec{j}$$

$$\vec{E}_C = K \cdot \frac{Q}{d_C^2} \cdot \vec{u}_C = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot \sqrt{2})^2} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \vec{j}\right) =$$

$$= -1\,000 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \vec{j}\right) = (-707 \cdot \vec{i} - 707 \cdot \vec{j})\ \text{N/C}$$

b) La fuerza sobre la carga q colocada en B es:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} = (-1 \cdot 10^{-6}) \cdot (-1\,125 \cdot \vec{j}) = 1{,}125 \cdot 10^{-3} \cdot \vec{j}\ \text{N}$$

7.

La carga $q_1 = +4\ \mu C$ está en el origen, y la carga $q_2 = -9\ \mu C$ está en el punto $B(3, 0)$ m. Calcula:

a) El punto donde se anula el campo.

b) La fuerza sobre una carga $q = -1\ \mu C$ situada en el eje X en el punto $x = 1{,}2$ m.

a) En el punto donde se anula el campo se cumple que:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0 \rightarrow \vec{E}_1 = -\vec{E}_2$$

Por tanto, los módulos del campo creado por cada carga han de ser iguales, y los sentidos de los campos, opuestos.

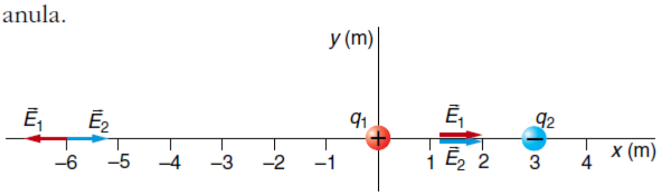
Los vectores $\vec{E}_1$ y $\vec{E}_2$ solo pueden tener la misma dirección en puntos del eje X, es decir, $(x, 0)$, y para que los módulos de ambos campos sean iguales en ese punto, se ha de cumplir:

$$E_1 = E_2 \rightarrow K \cdot \frac{|q_1|}{d_1^2} = K \cdot \frac{|q_2|}{d_2^2} \rightarrow \frac{4 \cdot 10^{-6}}{x^2} = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{(x-3)^2} \rightarrow 4 \cdot (x-3)^2 = 9 \cdot x^2$$

$$4 \cdot x^2 - 24 \cdot x + 36 = 9 \cdot x^2 \rightarrow 5 \cdot x^2 + 24 \cdot x - 36 = 0$$

Cuyas soluciones son $x_1 = -6$ m y $x_2 = 1{,}2$ m.

En la figura siguiente podemos comprobar que el campo **solo se anula en el punto (–6, 0) m,** puesto que en ese punto los campos tienen sentidos opuestos, mientras que, en el punto (1,2, 0) m, los campos tienen el mismo sentido y su suma no se anula.



b) Como ya hemos visto, el campo eléctrico en el punto (1,2, 0) m no es nulo, por lo que una carga situada en ese punto estará sometida a una fuerza proporcional al valor de dicho campo.

El campo producido por cada carga en el punto (1,2, 0) m es:

$$\vec{E}_1 = K \cdot \frac{q_1}{d_1^2} \cdot \vec{u}_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{1{,}2^2} \cdot \vec{i} = 25\,000 \cdot \vec{i} \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_2 = K \cdot \frac{q_2}{d_2^2} \cdot \vec{u}_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-9 \cdot 10^{-6}}{(3-1{,}2)^2} \cdot (-\vec{i}) = 25\,000 \cdot \vec{i} \text{ N/C}$$

Aplicando el principio de superposición, el campo total en ese punto es:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 25\,000 \cdot \vec{i} + 25\,000 \cdot \vec{i} = 50\,000 \cdot \vec{i} \text{ N/C}$$

Y, por tanto, la fuerza sobre la carga q es:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} = (-1 \cdot 10^{-6}) \cdot 50\,000 \cdot \vec{i} = -0{,}05 \cdot \vec{i} \text{ N}$$

8.

Calcula el potencial eléctrico producido por la carga Q = 20 nC a una distancia de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 m. Realiza la gráfica del potencial, V, en función de la distancia, r.

El valor del potencial para cada una de esas distancias es:

– Para d = 1 m:

$$V_1 = K \cdot \frac{q}{d_1} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9}}{1} = 180 \text{ V}$$

– Para d = 2 m:

$$V_2 = K \cdot \frac{q}{d_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9}}{2} = 90 \text{ V}$$

– Para d = 3 m:

$$V_3 = K \cdot \frac{q}{d_3} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9}}{3} = 60 \text{ V}$$

– Para d = 4 m:

$$V_4 = K \cdot \frac{q}{d_4} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9}}{4} = 45 \text{ V}$$

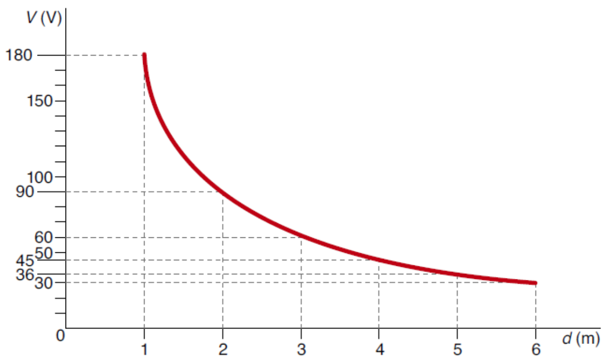
– Para d = 5 m:

$$V_5 = K \cdot \frac{q}{d_3} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9}}{5} = 36 \text{ V}$$

– Para d = 6 m:

$$V_6 = K \cdot \frac{q}{d_6} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-9}}{6} = 30 \text{ V}$$

Con los valores obtenidos podemos representar la gráfica del potencial en función de la distancia:



9. Una carga puntual de valor nq se coloca en el origen de coordenadas, mientras que otra carga de valor −q se coloca sobre el eje X a una distancia d del origen. Calcula las coordenadas del punto donde el campo el´ectrico es nulo si n = 4. ¿Cuánto valdrá el potencial electrostático en ese punto?

$$E_+ = E_- \Rightarrow \frac{K\,nq}{x^2} = \frac{K\,q}{(x-d)^2} \Rightarrow n\,(x-d)^2 = x^2$$

Si $n = 4$, entonces: $2\,(x-d) = x \Rightarrow x = 2\,d$. El punto A está situado a una distancia $2\,d$ hacia la parte positiva del eje X.

Aplicando la definición de potencial electrostático, se tiene que:

$$V_A = V_{A+} + V_{A-} = \frac{K \cdot 4 \cdot q}{2 \cdot d} + \frac{K \cdot (-q)}{d} = \frac{K\,q}{d}$$

UNIDAD 7. VIBRACIONES Y ONDAS. MOVIMIENTO ONDULATORIO

Fuente: I.E.S. Al-ándalus. Dpto de Física y Química

7.1. Introducción
7.2. La ley de Hooke
7.3. El movimiento vibratorio
- **7.3.1. Magnitudes del movimiento vibratorio**

7.4. Movimiento armónico simple (mas)
- **7.4.1. Deducción de la ecuación del mas.**
- **7.4.2. Estudio cinemático**
- **7.4.3. Estudio dinámico:**
- **7.4.4. Estudio energético de un mas**

ALGUNOS EJEMPLOS DE GRÁFICAS DE M.A.S
EJEMPLOS DE PROBLEMAS DE MAS
7.5. Movimiento ondulatorio
- **7.5.1. Características.**
- **7.5.2. Dirección de propagación y dirección de perturbación:**
- **7.5.3. Diferencias entre ondas y partículas**
- **7.5.4. Clasificación de ondas**
- **7.5.5. Ondas longitudinales y transversales. Polarización.**
- **7.5.6. Magnitudes características de las ondas**

7.6. Propagación de ondas: reflexión, refracción, absorción.
7.7. Superposición de ondas: interferencias.
7.8. Difracción:
7.9. Acústica. El sonido.
7.10. Contaminación sonora
7.11. El efecto Doppler

7.1. Introducción

Cuando hablamos de una vibración o de una oscilación, nos referimos al movimiento de un objeto que se repite en forma regular, de un lado a otro sobre la misma trayectoria. Es decir un movimiento periódico.

Una partícula tiene movimiento oscilatorio cuando se mueve alrededor de una posición de equilibrio, pasando alternativamente (en un sentido y en el contrario) por ésta. El movimiento de un péndulo, las vibraciones de un muelle, o las oscilaciones de un cuerpo que flota en el agua constituyen ejemplos de movimientos oscilatorios.

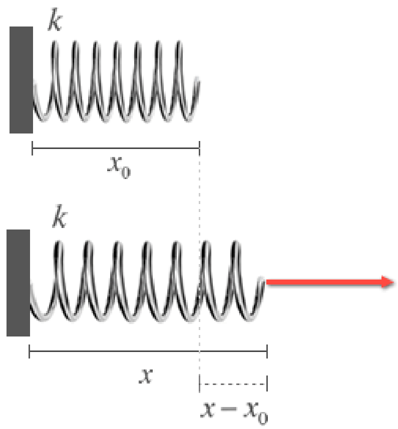
Si las oscilaciones se repiten cada cierto tiempo fijo, se dice que las oscilaciones son periódicas, y el movimiento es *oscilatorio periódico*.

7.2. La ley de Hooke

Cuando aplicas una fuerza a un muelle, probablemente éste se alargará. Si duplicas la fuerza, el alargamiento también se duplicará. Esto es lo que se conoce como la ley de Hooke.
La ley de Hooke establece que el alargamiento de un muelle es directamente proporcional al módulo de la fuerza que se le aplique, siempre y cuando no se deforme permanentemente dicho muelle.

$\mathbf{F=k\cdot(x-x_0)}$ donde:

F es el módulo de la fuerza que se aplica sobre el muelle.
k es la constante elástica del muelle, que relaciona fuerza y alargamiento. Cuanto mayor es su valor más trabajo costará estirar el muelle. Depende del muelle, de tal forma que cada uno tendrá la suya propia.
x_0 es la longitud del muelle sin aplicar la fuerza.
x es la longitud del muelle con la fuerza aplicada.
Si al aplicar la fuerza, deformamos permanentemente el muelle decimos que hemos superado su límite de elasticidad.



ley de Hooke

Al aplicar una fuerza en el muelle de la figura (arriba), este se alarga (abajo). La deformación que se le produce ($x-x_0$) es directamente proporcional a la fuerza que le aplicamos.

EJEMPLO

Si aplicamos a un muelle una fuerza de 140 N, este alcanza una longitud de 15 cm. Si por el contrario aplicamos una fuerza de 20 N, su longitud pasa a ser de 10 cm. Calcula la longitud que tiene el muelle en reposo y su constante elástica.

Datos

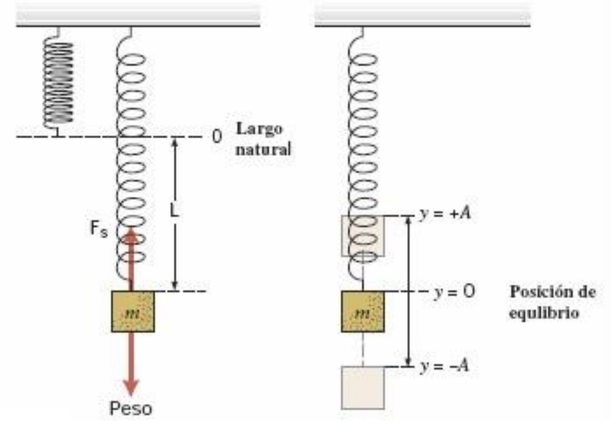
Caso 1	Caso 2
F_1 = 140 N y_1 = 15 cm = 0.15 m	F_2 = 100 N y_2 = 10 cm = 0.1 m Incógnitas: k = ? y_0 =?

Resolución
Aplicando la expresión de la ley de Hooke para los dos casos que se exponen en el problema, podemos ver que tenemos un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, donde las incógnitas son precisamente los datos que nos piden en el problema: la constante elástica (k) y lo que mide el muelle en reposo (y_0).

$F_1 = k\cdot(y_1-y_0)$ $\quad 140 = k\,(0,15 - y_0)$ $\quad 140 = 0,15\,k - 0,15\,y_0$
$F_2 = k\cdot(y_2-y_0)$ $\quad 100 = k\,(0,1 - y_0)$ $\quad 100 = 0,1\,k - 0,1\,y_0$ Despejamos y_0 y sustituimos en la otra ecuación.

Hacedlo. Solución: k=2400 N/m y_0=0.091 m

7.3. El movimiento vibratorio



Del análisis del movimiento de vibración de un objeto unido a un resorte se desprenden dos magnitudes físicas importantes: la amplitud A, como la máxima distancia que alcanza el objeto respecto de la posición de equilibrio, se mide en metros y el período T, como el tiempo que emplea el objeto en realizar una vibración completa, se mide en segundos.

7.3.1. Magnitudes del movimiento vibratorio

Frecuencia de una vibración (f)

También surge una tercera magnitud física llamada frecuencia f que cuenta la cantidad de ciclos que realiza el objeto en un determinado tiempo. Se mide en Hertz (Hz).

$$f = \frac{\text{número de ciclos}}{\text{tiempo}} = \frac{n}{t}$$

Por Ejemplo : 5 Hz equivalen a 5 oscilaciones en 1 segundo.

Periodo de una vibración (T)

Esta variable física nos da información del tiempo que dura una oscilación completa en un sistema vibratorio, Esta oscilación completa es desde el punto de origen volviendo a dicho punto. Se mide en segundos (s)

Relación entre Periodo y Frecuencia de una vibración

$$T = \frac{1}{f}$$

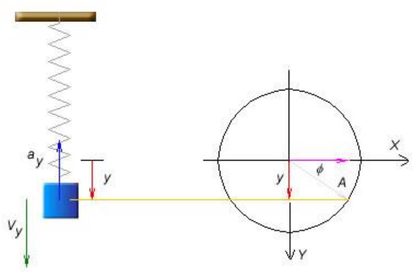
$$f = \frac{1}{T}$$

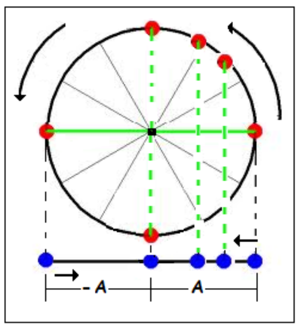
La relación entre estas variables físicas es:
Esto quiere decir que la relación entre el periodo y la frecuencia es inversamente proporcional
Por Ejemplo: Si el periodo de un péndulo es de 2 s, por lo tanto su frecuencia sera 0,5 Hz, esto quiere decir que si duplicamos el periodo a este péndulo, su frecuencia se reducirá a la mitad.

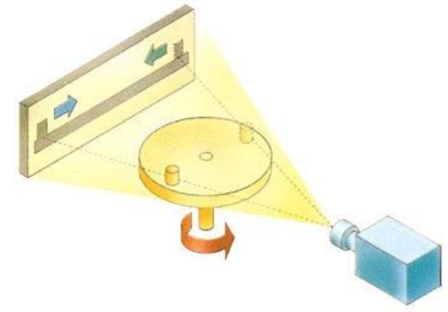
7.4. Movimiento armónico simple (mas)

El movimiento armónico simple (mas) es un caso particular de movimiento oscilatorio periódico. Lo estudiaremos por dos razones:
1) Es el más sencillo de los movimientos oscilatorios
2) Cualquier otro movimiento oscilatorio puede descomponerse en suma de mas. (esto se denomina análisis de Fourier)
Ecuaciones del MAS: Elongación, velocidad y aceleración.

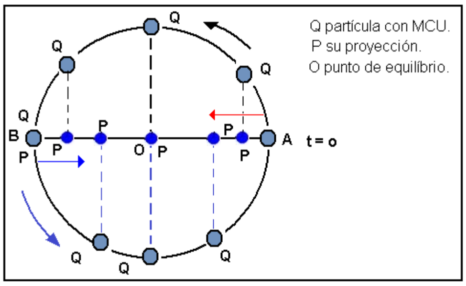
7.4.1. Deducción de la ecuación del mas.





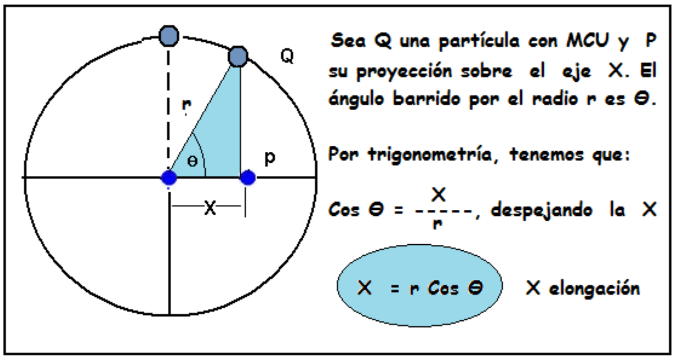


Para deducir las **ecuaciones** del **MAS** utilizaremos un modelo geométrico que consiste en proyectar en uno de los ejes, el **movimiento** que sigue una **partícula Q**(MCU).



De la gráfica podemos hacer el siguiente análisis:
Para **t = 0** la partícula **Q** coincide en la **posición A** con la partícula **P** que es su proyección. Cuando **Q** ha recorrido un cuarto de la circunferencia, **P** se

encuentra en el punto de **equilibrio**. media circunferencia, **Q** y punto **B**. Cuando **Q** recorre ¾ de la encuentra en el punto de equilibrio. completa la trayectoria cuando **P** y inicial, que es la**posición A.**



Cuando **Q** ha recorrido **P** coinciden en el circunferencia, **P** se Finalmente se **Q** vuelven a su punto

Ecuación de elongación Si **horizontal**, vemos que **r** es la máxima tanto:

consideramos el **eje** elongación, por lo

X = A cos **ω t**

Si se hubiera proyectado en el eje y:

y = A cos **ω t**

Si consideramos el **eje horizontal**, vemos que **r** es la máxima elongación, por lo tanto:

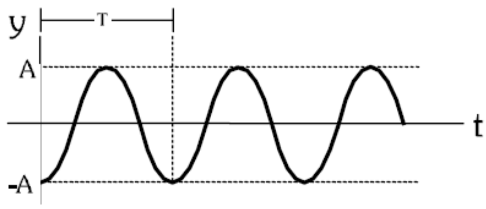
r = A de donde **X = A.Cosθ,** **A** es la amplitud

Pero en un MCU sabemos que $\omega = \frac{\theta}{t}$ de donde $\theta = \omega \cdot t$

De donde **X = ACos(ωt)** Elongación de una partícula con MAS

7.4.2. Estudio cinemático

La posición de un móvil que describe un mas viene dada por un ecuación del tipo



$$y = A \cdot sen\,(\omega\, t + \phi_o) \qquad o \qquad y = A \cdot cos\,(\,\omega\, t + \phi_o)$$

donde:

- **y: Elongación**.
  Es la posición del móvil respecto al punto de referencia, que se escoge siempre en su posición de equilibrio. Indica el desplazamiento desde dicha posición de equilibrio. Aunque usemos la letra "y", se refiere a cualquier coordenada espacial (x, y, z) en la que se mueva.
  [y]= m (S.I.)

- **A: Amplitud del mas**.
  Es el valor máximo de la elongación (en valor absoluto). El mas. alcanzará los valores de A y –A en los extremos de su movimiento.
  [A] = m (S.I.)

- **ω: Frecuencia angular**.
  Indica el ritmo de oscilación (algo análogo a la velocidad angular en un movimiento circular).
  $[\omega] = rad\ s^{-1}$ (S.I.).

  A partir de ω podemos obtener

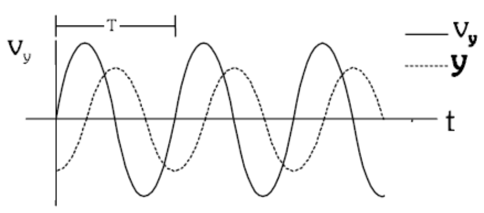
- **T: Periodo de oscilación**.
  Tiempo que tarda el móvil en realizar una oscilación completa. Se calcula como
  $T = 2\pi / \omega$ $[T]= s$ (S.I.)

- **f o υ: Frecuencia**.
  Número de oscilaciones descritas en la unidad de tiempo. Es la inversa del periodo
  $\upsilon = 1 / T = \omega / 2\pi$
  $[\upsilon]$= ciclos/s = s^{-1} = Hz (Hertzio) (S.I.)

- **$\varphi = (\omega\, t + \varphi_o)$ Fase.**
  Es un ángulo que nos indica en qué estado de oscilación se encuentra el móvil. Se mide en radianes en el sistema internacional

- **φ_o Fase inicial.**
  Valor de la fase para t = 0, cuando comenzamos a estudiar el movimiento. Nos permite calcular cómo era el movimiento al comenzar a estudiarlo. Por ej. La posición inicial se calculará sustituyendo t = 0 s en la ecuación, y quedará $y_0 = y_{(t=0)} = A \cdot sen(\varphi_0)$

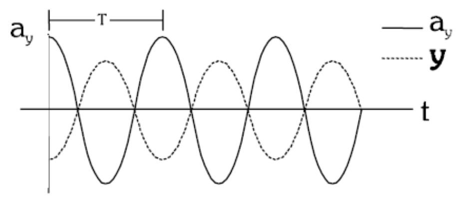
Velocidad y aceleración de un mas



En un movimiento de estas características, la velocidad será variable. Derivando la posición:

$$v_y = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0) \qquad [v_y] = \text{m s}^{-1} \text{ (S.I.)}$$

La velocidad máxima (en valor absoluto) que adquiere el m.a.s. es $v_{yMAX} = A \cdot \omega$



La aceleración se calcula derivando la velocidad:

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = -A \cdot \omega^2 \cdot sen(\omega \cdot t + \varphi_0) \qquad [a_y] = \text{m s}^{-2} \text{ (S.I.)}$$

La aceleración máxima (en valor absoluto) que adquiere el m.a.s. es
$a_{yMAX} = A \cdot \omega^2$

Podemos comprobar, tanto numérica como gráficamente, que se cumple que $a_y = -\omega^2 \cdot y$
Esta relación debe cumplirla todo m.a.s., y sirve para distinguir si un movimiento oscilatorio es armónico simple o no. Por ejemplo, las oscilaciones de un péndulo no son un m.a.s.

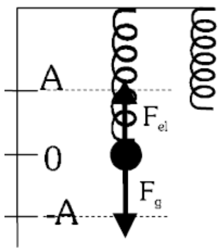
7.4.3. Estudio dinámico:

Estudiamos a continuación qué características deben tener las fuerzas que actúan sobre el cuerpo paraque describa un m.a.s.
Partiendo de la relación $a_y = -\omega^2 y$ aplicando la 2ª ley de Newton: *F = m a :* $F = m\, a_y = -\, m\, \omega^2\, y$
Es decir, la fuerza resultante debe ser proporcional al desplazamiento respecto a la posición de equilibrio, y oponerse a éste.
Una fuerza que posee estas características es la fuerza elástica (de un muelle, resorte, goma...). En adelante todos los m.a.s. que estudiaremos serán producidos por fuerzas elásticas. Recordando que

$$\left.\begin{array}{r} Fel = -K \cdot y \\ \Sigma F = m \cdot a_y = -m \cdot \omega^2 \cdot y \end{array}\right\} \quad K = m \cdot \omega^2 \quad \rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Estudiamos dos casos concretos: el muelle horizontal sin rozamiento y el muelle vertical con peso

Muelle horizontal sin rozamiento
Es el caso más simple. La fuerza resultante sobre el cuerpo es la fuerza elástica. Se cumple todo lo dicho arriba



Muelle en vertical
Ahora incluimos la acción de la fuerza gravitatoria. De partida, al colgar el cuerpo, cambia la posición de equilibrio. El cuerpo estaría en reposo cuando

$$F_{el} = F_g \quad \rightarrow \quad K \cdot y_{eq} = m \cdot g \quad \rightarrow \quad y_{eq} = \frac{m \cdot g}{K}$$

En la posición de equilibrio el muelle ya está algo estirado.
Ese es el único efecto que va a tener la fuerza gravitatoria, modificar la posición de equilibrio. Al desviar el cuerpo de esta posición, comenzará a oscilar en torno a ese punto debido a la acción de la fuerza elástica, y las ecuaciones vuelven a ser las que hemos visto, siempre tomando como punto de referencia la nueva posición de equilibrio.

7.4.4. Estudio energético de un mas

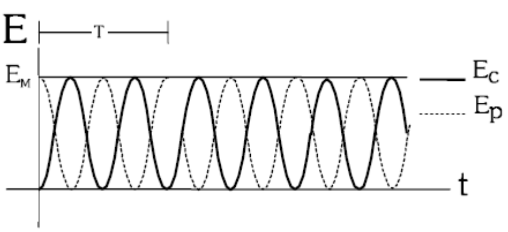
Nos centraremos en el m.a.s. que describe un cuerpo unido a un resorte horizontal sobre una superficie sin rozamiento. (es el caso más sencillo, el estudio es similar en otros casos)
Teniendo en cuenta que la resultante de las fuerzas aplicadas es igual a la fuerza elástica, sabemos que la energía mecánica del sistema se conservará. Así

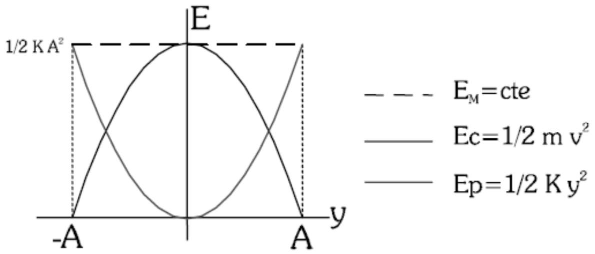
$$Ec = \tfrac{1}{2} m \cdot v_y{}^2 \quad ; \quad Ep_{el} = \tfrac{1}{2} K \cdot y^2$$

$$E_M = Ec + Ep_{el} = \tfrac{1}{2} m \cdot v_y{}^2 + \tfrac{1}{2} K \cdot y^2 = \tfrac{1}{2} m \cdot (A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0))^2 + \tfrac{1}{2} K \cdot (A \cdot sen(\omega \cdot t + \varphi_0))^2 =$$
$$= \tfrac{1}{2} m \cdot A^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2(\omega \cdot t + \varphi_0) + \tfrac{1}{2} K \cdot A^2 \cdot sen^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

$$\text{Como} \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \quad \rightarrow \quad E_M = \tfrac{1}{2} K \cdot A^2 \cdot \cos^2(\omega \cdot t + \varphi_0) + \tfrac{1}{2} K \cdot A^2 \cdot sen^2(\omega \cdot t + \varphi_0) = \tfrac{1}{2} K \cdot A^2$$

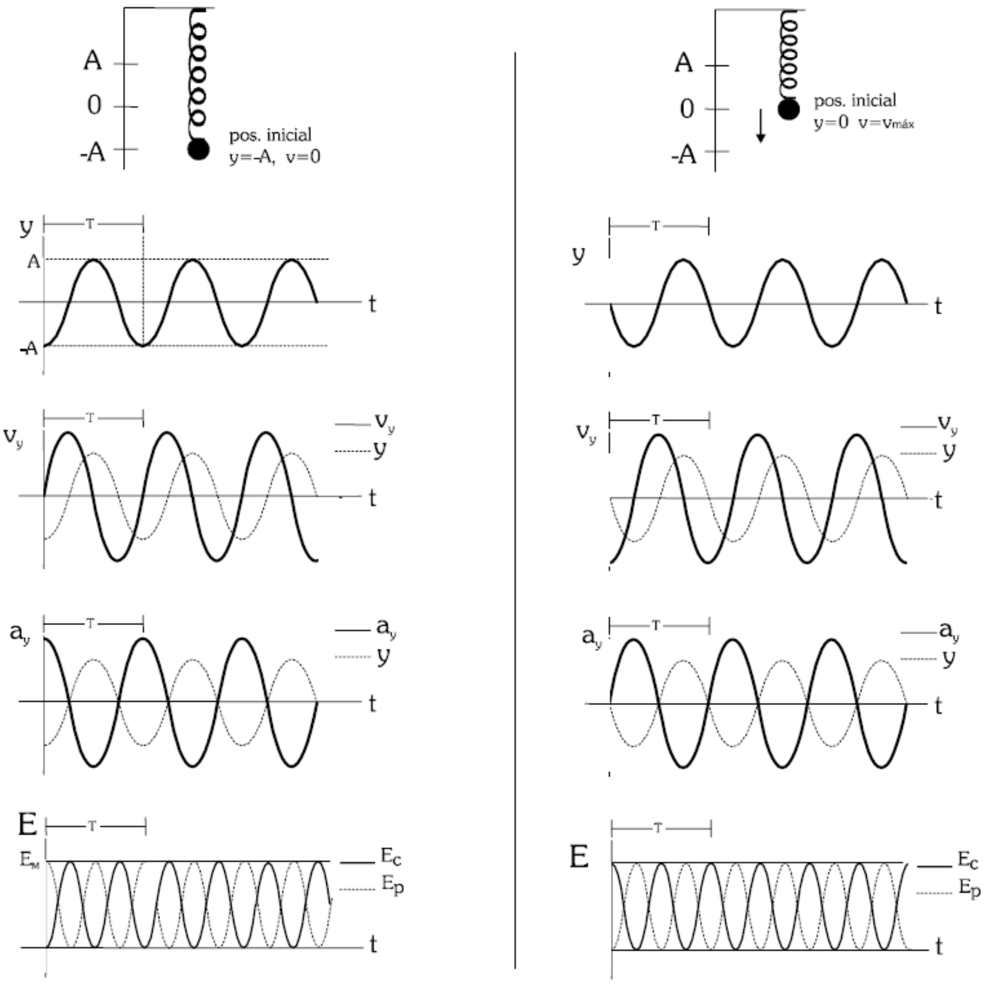
Al mantenerse constante la E_M, tendremos *el* $\Delta Ec = -\Delta Ep$ Es decir, cuando la Ec es máxima, la Ep es nula, y viceversa. La variación podemos verla en las siguientes gráficas, respecto al tiempo y al desplazamiento.





ALGUNOS EJEMPLOS DE GRÁFICAS DE M.A.S

ALGUNOS EJEMPLOS DE GRÁFICAS DE M.A.S.



EJEMPLOS DE PROBLEMAS DE MAS

1) La ecuación de un M.A.S. es x(t) = 2 cos 30 t, , en la que x es la elongación en cm y t en s. ¿Cuáles son la amplitud, la frecuencia y el período de este movimiento?

1) Sabemos que la elongación de un m.a.s. está dada por una ecuación del tipo

$$x(t) = A\cos(\omega t + \phi_0)$$

aunque pudiera ser igualmente una función seno. Así que bastaría comparar con la ecuación dada,

$$x(t) = 2\cos 30\pi t \text{ cm}$$

para obtener inmediatamente los resultados:

$$A = 2 \text{ cm} \quad ; \quad \omega = 30\pi \text{ rad/s}; \quad \phi_0 = 0 \text{ rad}$$

En cuanto al periodo y la frecuencia, ya que $T = \frac{2\pi}{\omega}$, sería tan simple como

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{30\pi} = \frac{1}{15} \text{ s} \quad ; \quad \nu = \frac{1}{T} = 15 \text{ Hz}$$

2) En un M.A.S. la elongación en cm es x(t) = 0,4 cos (10 t – /3), siendo t el tiempo en s. Calcular la elongación, velocidad y aceleración del móvil en los instantes t = 0 s y t = 1/120 s.

2) Si la ecuación de elongaciones es $x(t)=0,4\cos(10\pi t-\frac{\pi}{3})$ cm, las de velocidad y aceleración se obtienen por simple derivación:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -4\pi\,\text{sen}(10\pi t - \frac{\pi}{3})\ \text{cm/s}$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = -40\pi^2\cos(10\pi t - \frac{\pi}{3})\ \text{cm/s}^2$$

y sólo habría que usarlas en los instantes propuestos, t = 0 s y t = 1/20 s. En el tiempo t = 0 s, la fase del movimiento vale

$$\phi_0 = -\frac{\pi}{3}\ \text{rad}$$

y en el tiempo t = 1/20 s, la fase es

$$\phi(\frac{1}{20}) = 10\pi.\frac{1}{20} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}\ \text{rad}$$

de forma que, al tiempo t = 0 s, los valores pedidos son

$$x(0) = 0,4\cos(-\frac{\pi}{3}) = 0,2\ \text{cm} \qquad (1)$$

$$v(0) = -4\pi\,\text{sen}(-\frac{\pi}{3}) = 10.88\ \text{cm/s} \qquad (2)$$

$$a(0) = -40\pi^2\cos(-\frac{\pi}{3}) = -197,39\ \text{cm/s}^2 \qquad (3)$$

Entre otras cosas, hay que notar que la posición en ese momento está a mitad de camino entre el centro de equilibrio y la amplitud (0,2 cm es la elongación; la amplitud es 0,4 cm), mientras que la velocidad de 10,88 cm/s no es de ninguna manera la mitad de la velocidad máxima (de ±12,57 cm/s, como es fácil de ver). ¿Qué comentarios pueden hacerse sobre esto?

Veamos ahora los valores de elongación, velocidad y aceleración al tiempo 1/20 s:

$$x(\frac{1}{20}) = 0,4\cos\frac{\pi}{6} = 0,35\ \text{cm} \qquad (4)$$

$$v(\frac{1}{20}) = -4\pi\,\text{sen}\frac{\pi}{6} = -6,28\ \text{cm/s} \qquad (5)$$

$$a(\frac{1}{20}) = -40\pi^2\cos\frac{\pi}{6} = -341,89\ \text{cm/s}^2 \qquad (6)$$

de modo que, en este momento, la velocidad está dirigida en sentido negativo y vale **la mitad** del valor máximo (±12,57 cm/s, como ya se hizo notar). Esto permite responder la pregunta hecha anteriormente: la velocidad del móvil alcanza su valor máximo (± 12,57 cm/s) cuando pasa por el centro de las oscilaciones (x = 0 cm), y va disminuyendo cuando se desplaza hacia el extremo de la oscilación (sea en x = 0,4 cm, sea en x = – 0,4 cm); pero **no lo hace de forma lineal**, ya que la aceleración se va haciendo más grande a medida que el móvil se acerca al extremo. En otras palabras, se pierde la mayor parte de la velocidad cuando se está ya cerca del extremo de la trayectoria: esto puede comprobarse mirando con atención los valores obtenidos en los resultados (1) a (6).

3) La aceleración (en m/s2) de un M.A.S. en función de la elongación (en m) a = 256 x. Expresar esta aceleración en función del tiempo sabiendo que la amplitud de la vibración es de 2,5 cm. Considérese nula la constante de fase.

3) Tenemos a = – 256 x , con x medido en m y a en m/s^2. Como se sabe, en un m.a.s. la ecuación fundamental es

$$a = -\omega^2 x$$

$$x(t) = A\cos(\omega t + \phi_0)$$

de forma que resulta evidente que

$$\omega^2 = 256 \quad \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{256} = 16 \text{ rad/s}$$

De otro lado, las ecuaciones temporales de elongación, velocidad y aceleración son del tipo

$$x(t) = A\,\text{sen}(\omega t + \phi_0)$$
$$v(t) = A\omega\cos(\omega t + \phi_0)$$
$$a(t) = -A\omega^2\,\text{sen}(\omega t + \phi_0)$$

donde ϕ = 0, tal como se dice en el enunciado. Finalmente, conocemos también el valor de la amplitud A = 2,5 cm = 0,025 m; así como la pulsación ω = 16 rad/s, de forma que sólo hay que escribir

$$a(t) = -0{,}025.256\ \text{sen}16t = -6{,}4\,\text{sen}16t$$

donde t se mide en s y a se mide en m/s^2.

4) La velocidad en m/s de un M.A.S. es v(t) = —0,36 sen (24t + 1), donde t es el tiempo en s. ¿Cuáles son la frecuencia y la amplitud de ese movimiento? Escribir la expresión de su elongación en función del tiempo.

4) La velocidad del m.a.s. que nos proponen es

$$v(t) = -0{,}36\pi\,\text{sen}\pi(24t+1) \qquad t \Leftrightarrow s \ ; \quad v \Leftrightarrow m/s$$

y de esa ecuación debemos obtener, por simple comparación con la ecuación teórica de la velocidad en un m.a.s., las constantes del movimiento, en particular el período y la frecuencia. Podemos partir de las ecuaciones de un m.a.s. que planteamos a continuación:

$$x(t) = A\cos(\omega t + \phi_0)$$
$$v(t) = -A\omega\,\text{sen}(\omega t + \phi_0)$$
$$a(t) = -A\omega^2\cos(\omega t + \phi_0)$$

en las que, como puede verse, hemos usado una función coseno en la elongación x(t) para que, de ese modo, aparezca la función seno en la velocidad, tal como sucede en la función del enunciado. Ahora, comparando la segunda de estas ecuaciones con la velocidad del enunciado, tenemos las siguientes identificaciones inmediatas:

$$\left.\begin{array}{r} A\omega = 0{,}36\pi \ \text{m/s} \\ \omega = 24\pi \ \text{rad/s} \end{array}\right\} \ A = \frac{0{,}36\pi}{24\pi} = 0{,}015 \text{ m} = 1{,}5 \text{ cm}$$

$$\phi_0 = \pi \text{ rad}$$

de las cuales, fácilmente, conseguimos ahora el período y la frecuencia:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{24\pi} = \frac{1}{12}\ \text{s} \quad ; \quad \nu = \frac{1}{T} = 12 \text{ Hz}$$

Y queda únicamente la función elongación–tiempo. Conocemos la amplitud A, la pulsación ω y la fase inicial ϕ_0, de modo que falta sólo escribir:

$$x(t) = A\cos(\omega t + \phi_0) = 0{,}015\cos(24\pi t + \pi) = 0{,}015\cos\pi(24t+1)\ \text{m}$$

5) Calcular la velocidad y aceleración máximas del M.A.S. cuya ecuación es x(t) = 5 cos (4 t + /6), en la que x es la elongación en cm y t el tiempo en s.

5) Si la elongación como función del tiempo está dada por

$$x(t) = 5\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6}) \qquad x <> \text{cm} \quad ; \quad t <> \text{s}$$

entonces es inmediato identificar

$$A = 5\ \text{cm} \quad ; \quad \omega = 4\pi\ \text{rad/s} \quad ; \quad \phi_0 = \frac{\pi}{6}\ \text{rad}$$

de manera que los valores máximos de la velocidad y la aceleración son muy sencillos:

$$v_{max} = \pm A\omega = \pm 5.4\pi = \pm\ 20\pi = \pm\ 62{,}83\ \text{cm/s}$$

$$a_{max} = \mp A\omega^2 = \mp 5.(4\pi)^2 = \mp\ 80\pi^2 = \mp\ 789{,}57\ \text{cm/s}^2$$

y no parece preciso decir mucho más, salvo recordar quizá que los valores máximos de la velocidad se tienen cada vez que el móvil pasa por el centro de las oscilaciones (por x = 0 cm), y su signo depende que el móvil pase por ahí moviéndose en un sentido u otro. En cambio, los valores máximos de la aceleración se tienen en los extremos de la oscilación, cuando la elongación es igual a la amplitud (es decir, x = ±A cm = ±5 cm), y tienen signo contrario al de x, de acuerdo a la ecuación fundamental $a = -\omega^2 x$.

6) La elongación en cm de un M.A.S. es x = 4 cos 10t, donde t es el tiempo en s. Calcular la aceleración en el instante en que la elongación es de 3 cm.

6) Al darnos la elongación:

$$x = 4\cos 10t \qquad x <> \text{cm} \quad ; \quad t <> \text{s}$$

nos están ofreciendo la amplitud (vale 4 cm, como es fácil de ver) y la pulsación, cuyo valor es ω = 10 rad/s. Por otro lado, la ecuación fundamental de un m.a.s. es, como se sabe, la que relaciona elongación y aceleración del móvil:

$$a = -\omega^2 x$$

donde, en nuestro caso, $\omega^2 = 10^2 = 100\ \text{rad}^2/\text{s}^2$. En consecuencia, podemos escribir

$$a = -100x \qquad x <> \text{cm} \quad ; \quad a <> \text{cm/s}^2$$

y, para x = 3 cm, será

$$a = -100.3 = -300\ \text{cm/s}^2 = -3\ \text{m/s}^2$$

7) Una partícula se desplaza con M.A.S. de amplitud 1 cm y frecuencia 8 Hz. Calcular su velocidad y su aceleración en el instante en que tiene una elongación de 6 mm

7) Siendo la frecuencia ν = 8 Hz, es muy sencillo obtener la pulsación (o frecuencia angular, como también se la conoce):

$$\omega = 2\pi\nu = 16\pi\ \text{rad/s}$$

y ahora debemos recordar la relación existente entre velocidad y elongación del móvil en un M.A.S.:

$$v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

de manera que, conociendo A = 1 cm y ω = 16π rad/s, es inmediato averiguar la velocidad para cualquier elongación. Para x = 0,6 cm tendremos:

$$v = \pm 16\pi\sqrt{1 - 0{,}6^2} = \pm 16\pi.0{,}8 = \pm 40{,}21\ \text{cm/s}$$

Y, en lo que respecta a la aceleración, bastará recordar la ecuación fundamental de un M.A.S.:

$$a = -\omega^2 x$$

donde sólo hay que sustituir el valor de la elongación 0,6 cm:

$$a = -(16\pi)^2.0{,}6 = -1515{,}95\ \text{cm/s}^2 = -15{,}16\ \text{m/s}^2$$

9) En un M.A.S., cuando la elongación es nula, la velocidad es de 1 m/s y, en el instante en que la elongación es de 5 cm, la velocidad es nula. ¿Cuál es el período del movimiento?

9) La elongación es nula en un M..A.S. cada vez que el móvil pasa por el centro de equilibrio, es decir, x = 0. Como sabemos, en tal momento la velocidad debe tener su máximo valor, ±A⍰. En consecuencia, sabemos que el valor 1 m/s que indica el enunciado es el valor máximo de la velocidad, tomado con signo positivo, es decir, cuando el móvil se desplaza en el sentido positivo del eje. Podemos escribir, consecuentemente

A⍰ = 1 m/s

Por otro lado, cuando la velocidad sea nula el móvil tendrá que estar en un extremo de su oscilación, es decir, la elongación será igual a la amplitud en ese instante:

A = 5 cm = 0,05 m

De las dos igualdades se despeja ⍰ inmediatamente, dividiéndolas miembro a miembro:

$$\omega = \frac{A\omega}{A} = \frac{1\ \mathrm{m/s}}{0,05\ \mathrm{m}} = 20\ \mathrm{rad/s}$$

y el período es ahora inmediato, recordando $T = \frac{2\pi}{\omega}$:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20} = 0,314\ \mathrm{s}$$

11) ¿Cuál es la máxima fuerza que actúa sobre un cuerpo de masa 50 g cuando vibra con una frecuencia de 25 Hz y una amplitud de 2 mm?

11) Como se sabe, la fuerza que debe estar aplicada sobre un cuerpo cuando este desarrolla un M.A.S. es del tipo elástico

$$F = -Kx \qquad (1)$$

donde x es la distancia del cuerpo al centro de las oscilaciones y K la constante elástica correspondiente, relacionada con la masa m del cuerpo y la pulsación ⍰ del movimiento según

$$K = m\omega^2$$

En nuestro caso, ya que la frecuencia es conocida, es inmediato obtener ⍰:

$$\omega = 2\pi\nu = 50\pi\ \mathrm{rad/s}$$

y, consiguientemente,

$$K = m\omega^2 = 0,05.(50\pi)^2 = 1233,7\ \mathrm{N/m}$$

Ya que sabemos también el valor de la máxima elongación (amplitud) A = 2 mm, podemos simplemente sustituir en (1), dando a x el máximo valor posible y obteniendo el máximo valor de la fuerza sobre el cuerpo. Prescindimos, en todo caso, del signo de la fuerza y respondemos con su máximo valor absoluto:

$$F_{máx} = 1233,7\ \mathrm{N/m}\ .\ 2.10^{-3}\ \mathrm{m} = 2,47\ \mathrm{N}$$

7.5. Movimiento ondulatorio

7.5.1. Características.

Se entiende por movimiento ondulatorio (onda), la propagación de una perturbación a través de un medio determinado.
Por perturbación entendemos cualquier cambio o magnitud nueva que introduzcamos en el medio. Por ejemplo, si dejamos caer una piedrecita sobre la superficie de un charco, producimos un desplazamiento en las partículas de agua de la superficie. Originamos un movimiento de subida y bajada (una ola) que se va propagando al resto del agua. La perturbación que hemos introducido es ese movimiento, que se puede estudiar a partir de su desplazamiento, su cantidad de movimiento, su energía cinética...
Si seguimos con el ejemplo, vemos que el movimiento que siguen las partículas del agua es sólo de subida y bajada (un movimiento vertical), mientras que la onda se propaga en dirección horizontal, a través de la superficie del agua.
Al final, las partículas quedan de nuevo en la posición en la que estaban, no ha habido un desplazamiento neto. Sin embargo, el movimiento (la perturbación) que hemos introducido sí se ha ido transmitiendo de una partícula del medio a otra, hasta llegar a los bordes del charco. En eso consiste el movimiento ondulatorio.

7.5.2. Dirección de propagación y dirección de perturbación:

Dirección de perturbación
Dirección en la que se ha producido la perturbación (en el ejemplo del agua, la dirección en la que se mueven las partículas del agua).

Dirección de propagación
Dirección en la que se propaga la energía que transmite la onda.

7.5.3. Diferencias entre ondas y partículas

Sabemos ya que existen dos formas diferentes de transportar energía por un medio: mediante partículas o mediante ondas. Estas son las características que los diferencian:

Transporte de materia:
- Las partículas transportan materia.
- Las ondas no transportan materia, las partículas del medio sólo vibran alrededor de su posición de equilibrio, quedando al final en la misma posición que al principio.

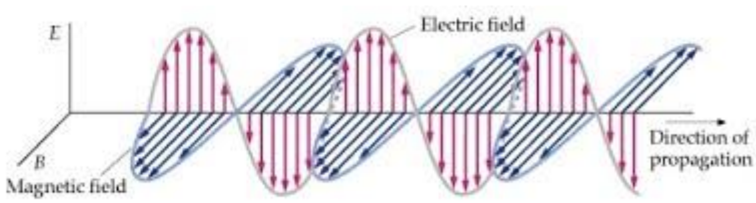
Localización:
- Una partícula está localizada en el espacio, ocupa un lugar concreto en un determinado instante.
- Una onda está deslocalizada. La onda afecta a múltiples puntos del espacio al mismo tiempo.

Transmisión de energía:
- Las partículas transmiten la energía de forma discreta (discontinua).
- Las ondas transmiten la energía de forma continua.

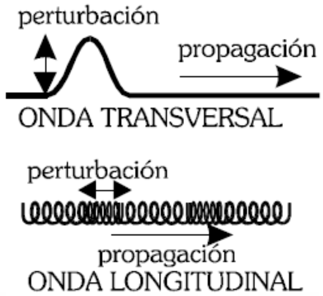
7.5.4. Clasificación de ondas

Los movimientos ondulatorios pueden clasificarse según diferentes criterios:

Según el medio por el que se puedan propagar:
- Ondas mecánicas: necesitan un medio material para propagarse. No se pueden propagar por el vacío (ej: sonido, ondas sísmicas, ondas en cuerdas y muelles)
- Ondas electromagnéticas: no necesitan de un medio material para propagarse (pueden hacerlo por el vacío, aunque también pueden propagarse por medios materiales). Ej: luz, ondas de radio, microondas, R-UVA, R-X.



Según el número de dimensiones por las que se propaguen:
- Monodimensionales: se propagan en una única dirección: ondas en cuerdas, muelles.
- Bidimensionales: se propagan por una superficie plana (las olas en la superficie del charco).
- Tridimensionales: se propagan por todo el espacio. Luz, sonido, ondas sísmicas.



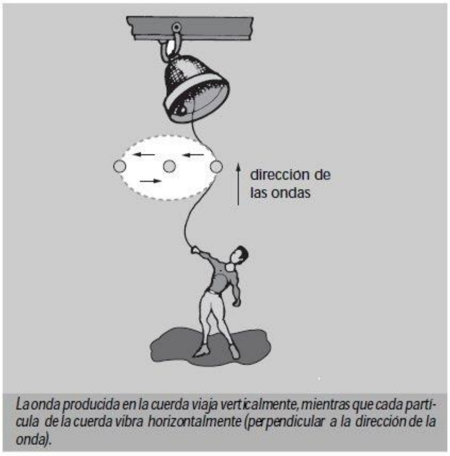
7.5.5. Ondas longitudinales y transversales. Polarización.

Otra clasificación puede establecerse según la relación que exista entre la dirección de perturbación y la dirección de propagación. Distinguiremos así entre:
- Ondas longitudinales: La dirección de perturbación es paralela a la dirección de propagación (ejemplos: sonido,

ondas sísmicas de tipo p, algunas ondas producidas en muelles).

- Ondas transversales: La dirección de perturbación es perpendicular a la dirección de propagación. Por ejemplo, las ondas producidas en cuerdas, las ondas electromagnéticas, las ondas sísmicas tipo s .

Las partículas de la masa continua vibran en la misma dirección de las ondas. Nótese que dicha masa no se mueve en conjunto con las ondas, sino que oscilan en trayectoria cerrada.

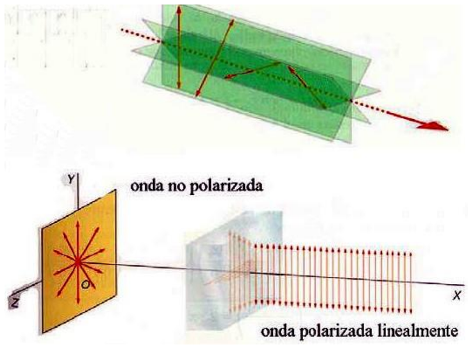


La onda producida en la cuerda viaja verticalmente, mientras que cada partícula de la cuerda vibra horizontalmente (perpendicular a la dirección de la onda).

Ondas longitudinales

Ondas transversales

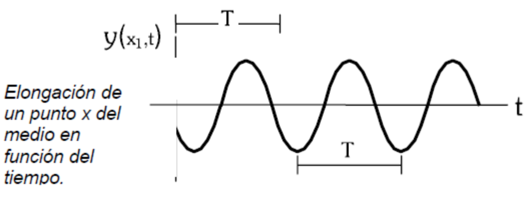
Cuando una onda transversal se propaga, la perturbación puede llevar cualquier dirección, siempre que forme 90º con la de propagación. Esto es lo que ocurre normalmente (con la luz, por ej., los campos eléctricos y magnéticos que componen la perturbación van cambiando de dirección aleatoriamente, aunque siempre perpendiculares a la propagación). Se dice entonces que la onda no está polarizada.



Si mediante algún procedimiento conseguimos que la dirección de la perturbación se mantenga fija, diremos que ha ocurrido una polarización. La onda estará polarizada.
Para la luz, esto se consigue mediante unas sustancias llamadas polarizadores. Son sustancias (cristales o plásticos) que por su composición química sólo permiten que los atraviese la luz cuyo campo eléctrico vaya en una dirección determinada. De lo contrario la luz es absorbida.

7.5.7. Magnitudes características de las ondas:

Las ondas que vamos a estudiar en el próximo apartado del tema son aquellas en las que el movimiento de las partículas del medio (la perturbación) es un m.a.s. Se denominan ondas armónicas.
Para estudiar la propagación de la onda, necesitamos conocer tanto la magnitudes de la perturbación (del m.a.s. originado en el foco) como las magnitudes de la propagación por el medio.



Magnitudes dependientes del foco emisor:
Son aquellas características del m.a.s:

Periodo: (T)
Frecuencia: (υ o f)
Frecuencia angular: (ω)
Fase inicial: (φ_0)
Amplitud: (A)
Crestas.- Son los puntos más altos de las ondas.
Valles.- Son los puntos más bajos de las ondas.

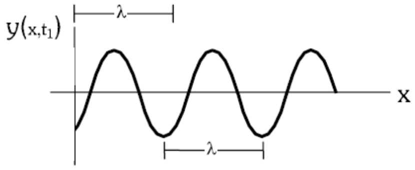
Magnitudes dependientes del medio:

$$v = \sqrt{\frac{Tensión}{densidad}}$$

Velocidad de propagación: (v)
Velocidad a la que se transmite la energía de una partícula a otra del medio. Si las características del medio se mantienen constantes, también la velocidad de propagación será una constante (p.ej: la velocidad del sonido en el aire es de unos

340 m/s, aunque depende de la temperatura y la presión atmosférica; la velocidad de la luz en el vacío es de 3 10^8 m/s, y en el agua de 2,25 10^8 m/s.) Para una cuerda tensa (de una guitarra, p.ej.) la velocidad depende de la tensión de la misma y de su densidad.
Una onda se propaga en línea recta y con velocidad constante.

Magnitudes dependientes tanto del foco como del medio:



Elongación de todos los puntos del medio para un instante dado de tiempo

Longitud de onda: (λ)
Distancia más corta entre dos puntos del medio que tienen el mismo valor de la perturbación. Es decir, es la distancia a la que se repite el valor de la perturbación. En el S.I. se mide en m.
La longitud de onda está relacionada con la velocidad de propagación mediante las expresiones:

$$\lambda = v \cdot T \qquad \lambda = \frac{v}{\upsilon}$$

Número de onda: (k)
Es una magnitud inversa a la longitud de onda. Su unidad en el S.I. es rad/m.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad k = \frac{\omega}{v}$$

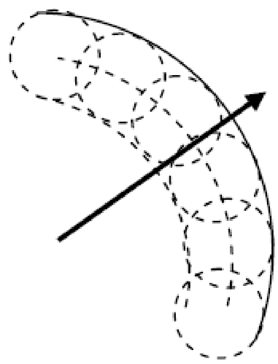
7.6. Propagación de ondas: reflexión, refracción, absorción.

Hemos visto que un movimiento ondulatorio consiste en la propagación de una perturbación (que puede ser de naturaleza muy variada) por un medio determinado, material o no.
Básicamente, podemos estudiar el movimiento ondulatorio como una transmisión de energía, que se propaga de una partícula del medio a otra.

Para facilitar el estudio de cómo se propaga esa energía, nos ayudamos de dos representaciones gráficas.

Frente de onda: Es la superficie (o línea) formada por todos los puntos del medio que tienen la misma fase (el mismo valor de la perturbación) en un instante determinado. Por ejemplo:

- En una ola que se propaga por la superficie del agua, todos los puntos que forman la cresta de la ola tienen el mismo valor de perturbación (la misma fase).
- Para una onda luminosa procedente de una bombilla, el frente de onda estaría formado por todos aquellos puntos que tienen una misma intensidad lumínica. Tendría la forma de una esfera centrada en la bombilla.



Según la forma que tenga el frente de onda, distinguiremos:

- Onda plana: El frente de onda es una superficie plana (o una línea recta, en dos dimensiones).
- Onda esférica: El frente de onda tiene forma esférica (o de circunferencia, en dos dimensiones).

Una forma de obtener el frente de onda se basa en el **Principio de Huygens**:
"Al propagarse una onda por un medio determinado, cada punto del medio se comporta como un foco puntual de nuevas ondas, idénticas a la que se propaga. El frente de onda es la línea envolvente (superposición) de todos los frentes de onda secundarios".

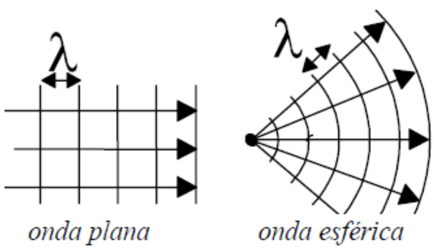
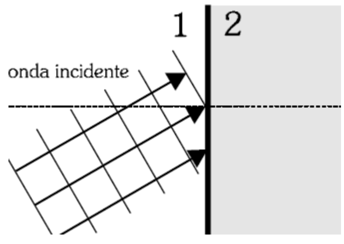


Diagrama de rayos: Los rayos son líneas que, partiendo del foco, nos indican la dirección y sentido en que se propaga la energía transmitida por la onda. Son siempre perpendiculares al frente de onda.

- En una onda plana, los rayos son paralelos entre sí.
- En una onda esférica, los rayos divergen del foco.

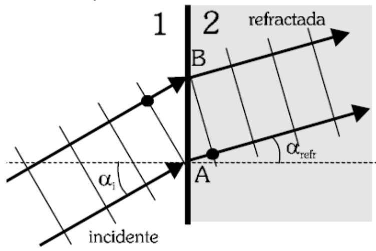
Comportamiento de una onda en la frontera entre dos medios:

Vamos a estudiar qué es lo que sucede cuando una onda que se propaga por un cierto medio, se encuentra con un medio diferente (por ejemplo, luz o sonido que se propagan por el aire y se encuentran con agua, o con un cristal). Al llegar a la superficie que separa ambos medios, pueden ocurrir tres fenómenos distintos. Puede incluso, y es lo más común, que ocurran los tres simultáneamente.



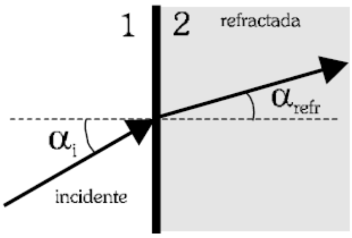
Absorción
Las partículas del nuevo medio, debido a rozamientos internos, absorben parte de la energía que transporta la onda. Se puede dar el caso de que se absorba toda la energía, desapareciendo totalmente la onda.

Refracción
Se forma una onda que se transmite por el nuevo medio. Los puntos de la frontera se contagian de la vibración de la onda incidente y dan lugar a lo que se denomina onda refractada.

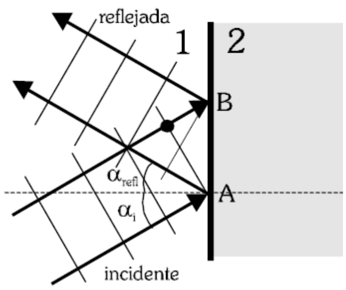


- La frecuencia de la onda sigue siendo la misma (dependía sólo del foco emisor), pero como ahora el medio es diferente, la velocidad de propagación también lo será y, por tanto también variarán λ, k.
- La amplitud de la onda refractada será menor que la de la onda incidente, ya que la energía de la onda incidente debe repartirse entre los tres procesos que pueden ocurrir (reflexión, refracción, absorción)
- La dirección en la que se propaga la nueva onda refractada también es diferente. Existe una relación entre los ángulos que forman los rayos incidente y refractado con la normal a la superficie. Esta relación se conoce como *ley de Snell*.

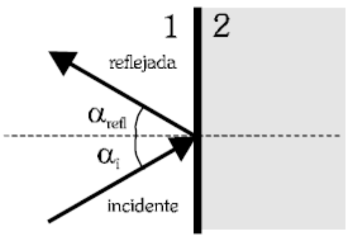
$$\frac{sen\,\alpha_i}{sen\,\alpha_{refr}} = \frac{v_1}{v_2} = cte$$



Reflexión
Los puntos de la frontera, al vibrar, también generan una onda que se vuelve a propagar por el medio inicial. Se llama onda reflejada.
La onda reflejada tiene idénticas características que la onda incidente, salvo la amplitud (menor) y la dirección.
La dirección de la onda reflejada forma el mismo ángulo con la normal que la onda incidente.



$$\alpha_i = \alpha_{refl}$$



Interferencias producidas en agua por ondas que provienen de focos diferentes.

7.7. Superposición de ondas: interferencias.

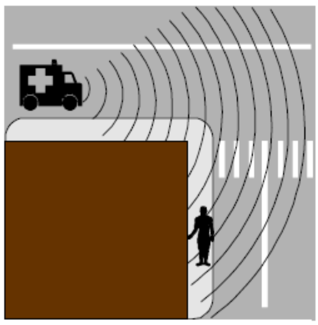
Hasta ahora hemos estudiado la propagación de una sola onda por un medio. Pero sabemos que por el mismo medio pueden propagarse simultáneamente muchas ondas del mismo tipo (muchos sonidos, luz de diferentes focos, las emisiones de muchas cadenas de radio...). Es decir, los mismos puntos del medio pueden transmitir

al mismo tiempo perturbaciones diferentes.
También sabemos, por experiencia, que a veces, cuando escuchamos una emisora de radio, o vemos una cadena de televisión (que emiten una onda con una frecuencia característica), se nos “cuela” otra emisora, dando como resultado una mezcla de ambas (es decir, que no hay quien se entere de nada). Decimos que tenemos interferencias. Y eso ocurre no sólo con las ondas electromagnéticas, sino con cualquier tipo de onda.
El fenómeno de interferencia es característico de las ondas. Se produce cuando dos o más ondas, procedentes de focos diferentes, se propagan por una misma región del espacio. Los puntos del medio se verán afectados por las perturbaciones de ambas ondas, sumándose los efectos (principio de superposición).
Con lo que llevamos dicho, la interferencia se produciría constantemente.
Pero realmente se habla de interferencia cuando sus efectos son apreciables. Y esto se da cuando las ondas que se superponen tienen amplitudes parecidas y, sobre todo, cuando tienen la misma longitud de onda (y la misma frecuencia, por tanto). Se habla entonces de *ondas coherentes.*
Para estudiar un caso simple, veremos el caso de ondas coherentes que se propagan simultáneamente por una cuerda. Recordemos que el movimiento ondulatorio consiste en la transmisión de una perturbación, que en este caso es la vibración de los puntos de la cuerda. Así, los puntos de la cuerda se ven afectados por ambas vibraciones. El movimiento resultante será la suma de ambos movimientos vibratorios.

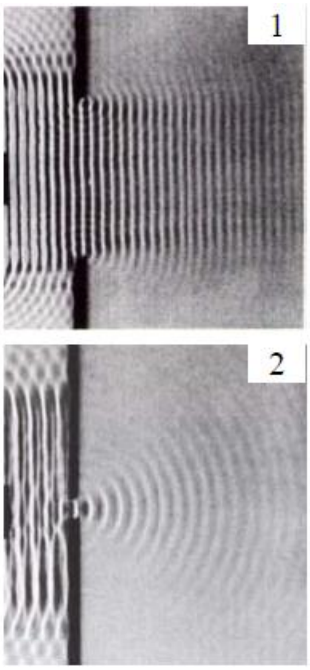
Interferencia constructiva: Si las ondas llegan *en fase*
Interferencia destructiva: Si las ondas llegan *en contrafase*

En el caso del sonido, este fenómeno se traducirá en la existencia de zonas de sonido intenso junto a zonas de sonido débil intercaladas. Para la luz, zonas claras y oscuras intercaladas.

7.8. Difracción:


Oímos la sirena de la ambulancia aunque la esquina se interponga.

Sabemos (al menos hasta ahora) que tanto la luz como el sonido se propagan como ondas. Ahora bien, decimos que la luz tiene una propagación rectilínea (un rayo de luz que entra en la habitación por una rendija); sin embargo, no decimos lo mismo del sonido. Oímos el sonido del claxon de un automóvil antes de que vuelva la esquina, por ejemplo. Parece que el sonido puede “doblar las esquinas” y desviar su dirección de propagación. ¿Por qué esta diferencia?



Algo parecido ocurre con ondas que se propagan en el agua. Observemos las dos fotografías, en
las que una onda plana que se propaga por la superficie del agua se encuentra con un obstáculo (en este caso, una pared con una abertura). En el primer caso, la abertura es mucho mayor que la longitud de onda, y el comportamiento es rectilíneo, (el que podríamos esperar, incluso, si fueran partículas lo que se propagaran). Pero al ir reduciendo el tamaño de la abertura vemos que, cuando el agujero es de un tamaño aproximadamente igual a λ , la onda no se propaga en línea recta, sino que lo hace por todo el medio. El agujero se comporta como un foco puntual de ondas.
Este fenómeno de “desviación” de la dirección de propagación de la onda al encontrarse con una obstáculo, se conoce como difracción. Aunque ocurre siempre, sólo es apreciable y significativo cuando el obstáculo es de un tamaño parecido a la λ de la onda que se propaga. El obstáculo puede ser tanto un agujero como un cuerpo sólido.
¿Cómo se explica la difracción?. Pues hemos de recordar el *principio de Huygens*. Cada punto del medio se comporta como un foco puntual emisor de nuevas ondas. Normalmente tenemos infinitos puntos, y la superposición de todos ellos es lo que constituye el frente de onda. En el agujero, el número de puntos que vibran es reducido, y puede considerarse prácticamente como un foco puntual. El frente de onda será esférico.
Para el caso del sonido, la longitud de onda varía entre algunos cm y algunos metros. Estamos rodeados de obstáculos de ese tamaño, y es natural que no apreciemos el fenómeno.

La difracción permite distinguir entre ondas y partículas, ya que de las partículas no cabe esperar este comportamiento. Un chorro de partículas seguirá una trayectoria rectilínea. Este experimento sirvió en 1801 a Young para comprobar que la luz se comportaba como una onda, y en 1927 a Davidson y Germer para observar un comportamiento similar en los electrones.

7.9. Acústica. El sonido.

La acústica es el estudio de la propagación del sonido. Sabemos que el sonido consiste en vibraciones del aire (u otro medio) que se propagan longitudinalmente. Su velocidad de propagación depende del medio, e incluso en el aire varía con la temperatura.

Velocidad del sonido en distintos medios (20ºC)	
Aire	344 m/s
Etanol	1200 m/s
Agua	1498 m/s
Vidrio	5170 m/s
Aluminio	5000 m/s
Hierro	5120 m/s

Tono y timbre de un sonido

El tono es la característica del sonido que nos indica si éste es agudo (tono alto) o grave (tono bajo). La magnitud física que determina el tono es la frecuencia del sonido. Una frecuencia alta significa un sonido agudo. Una frecuencia baja, un sonido grave.
Sin embargo, cuando escuchamos la misma nota musical (el mismo tono) emitida por dos instrumentos musicales diferentes (un piano y un violín, por ejemplo), suenan de forma distinta, y podemos distinguir a qué instrumento pertenecen. Todo instrumento musical, al vibrar, produce ondas estacionarias de múltiples frecuencias (los armónicos). El armónico fundamental es el que nos da la nota musical, y el resto de los armónicos le dan al sonido las características propias del instrumento.
Estos armónicos secundarios constituyen **el timbre** del sonido.

Ultrasonidos e infrasonidos

El oído humano es capaz de percibir sonidos comprendidos entre 16 Hz y 20000 Hz de frecuencia.
Por debajo de la frecuencia mínima (infrasonidos), no somos capaces de oír las vibraciones. Pueden producirse infrasonidos intensos por el viento, o en los momentos previos a un terremoto. Si bien no los oímos, estas vibraciones pueden afectar a órganos internos y a terminaciones nerviosas, lo que origina malestar e irritabilidad.
Por encima de 20 kHz se sitúan los ultrasonidos. Existen especies animales (perros, murciélagos, delfines, por ejemplo) que son capaces de distinguir frecuencias más elevadas que el ser humano. Los ultrasonidos de muy alta frecuencia transmiten mucha energía y pueden concentrarse en un punto con mucha facilidad, por lo que son utilizados en comunicaciones, en medicina (para romper cálculos de riñón), etc.

Intensidad de una onda sonora. Escala de decibelios (dB):

La intensidad de una onda es la energía que propaga el frente de onda por cada unidad de superficie. En el S.I se mide en $J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2} = W/m^2$. Ya hemos estudiado que, al ampliarse el frente de onda, la energía se reparte y, por tanto, la intensidad disminuye.
Para medir la intensidad se usa una magnitud, el nivel de intensidad (β), que usa un valor de referencia ($I_0 = 10^{-12}$ *W/m2*). Se utiliza una escala logarítmica, para evitar las potencias de 10. Así:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

La unidad de β es el *decibelio (dB)*, en honor a A.G. Bell, inventor del teléfono.
El oído humano es capaz de percibir sonido en un cierto rango de frecuencias (entre 16 Hz y 20000 Hz). Su sensibilidad es tal que, para cada frecuencia, existe un nivel de intensidad mínimo que es capaz de percibir (umbral de audición), y un nivel máximo (umbral de dolor), por encima del cual se producen daños para el oído.

7.10. Contaminación sonora

Está comprobado que el ruido afecta al oído y al sistema nervioso. Es causa de sordera, trastornos psicológicos, irritabilidad, estrés, bajo rendimiento, dificultades para dormir... cuando en una zona el nivel de intensidad del ruído es tal que afecta a la salud, se habla de que padece *contaminación sonora*.

El tráfico, las obras, bares, discotecas, son focos de contaminación sonora. Una exposición continuada a un sonido de intensidad superior a 80 dB produce daños a la salud. Existe una legislación sobre contaminación sonora que pretende disminuir el efecto del ruido. Por ejemplo, el horario de cierre de locales de ocio, la insonorización de los mismos con materiales absorbentes (no debe salir al exterior una intensidad mayor de 65 dB), regulación del nivel de vehículos, etc.

7.11. El efecto Doppler

El **efecto Doppler** es el aparente **cambio de frecuencia** de una onda producida por el movimiento relativo de la fuente en relación a su observador. Si queremos pensar en un ejemplo de esto es bastante sencillo.
Seguramente más de una vez hayas escuchado la sirena de un coche policía o de una ambulancia pasar frente a ti. Cuando el sonido se encuentra a mucha distancia y comienza a acercarse es sumamente agudo hasta que llega a nosotros.
Cuando se encuentra muy cerca nuestro el sonido se hace distinto, lo escuchamos como si el coche estuviera parado. Luego cuando continúa su viaje y se va alejando lo que escuchamos es un sonido mucho más grave.
Esto ocurre ya que las ondas aparentan comenzar a juntarse al mismo tiempo que el coche se dirige hacia una dirección.

El **efecto Doppler** es el fenómeno por el cual la frecuencia de las ondas *percibida* por un observador varía cuando el foco emisor o el propio observador se desplazan uno respecto al otro.
Este fenómeno fue observado por primera vez en las ondas sonoras por el físico austriaco Christian Andreas Doppler (1803 - 1853), en el año 1842, al notar como el tono (frecuencia) del silbido de una locomotora se hacía más agudo al acercarse y más grave cuando se alejaba.
Posteriormente, en 1848, el físico francés Armand Hippolyte Louis Fizeau (1819 - 1896) descubrió, de manera independiente a C. A. Doppler, un fenómeno análogo en las ondas electromagnéticas (luz), de ahí que al efecto Doppler también se le conozca como **efecto Doppler-Fizeau**.

El ***efecto Doppler*** es el cambio en la frecuencia percibida de cualquier movimiento ondulatorio cuando el emisor, o foco de ondas, y el receptor, u observador, se desplazan uno respecto a otro.
La ambulancia de la imagen se desplaza de izquierda a derecha. Cuando se acerca a la chica de la figura que lleva un maletín, en la derecha de la imagen, la onda "se comprime", es decir, la longitud de onda es corta, la frecuencia alta y, por tanto, el tono del sonido percibido será agudo. Por otro lado, cuando la ambulancia se aleja, a la izquierda de la imagen, la onda "se descomprime", es decir, la longitud de onda es larga, la frecuencia baja y, por tanto, el tono que percibe la chica que lleva el bolso será grave.
El caso representado en la figura anterior no es el único que puede dar lugar al efecto Doppler. Este se da siempre que encontremos un foco y un observador en movimiento relativo.

El efecto Doppler tiene numerosos ámbitos de aplicación: desde la seguridad víal hasta la astrofísica, pasando por la medicina. Veamos algunos usos frecuentes:

Radares

Gracias al efecto Doppler es posible medir la velocidad a la que se desplaza un coche, por ejemplo. Para ello, el radar emite continuamente ondas a una determinada frecuencia *(f)* . Dichas ondas se reflejan en los coches, camiones y motocicletas que atraviesan la calzada. Esta reflexión hace que, desde el punto de vista teórico, los automóviles puedan considerarse ***focos en movimiento***. El radar, de nuevo, cuenta con un receptor, ***en reposo*** que mide la frecuencia de la onda reflejada, que será ligeramente distinta *(f')* a la emitida. A partir de dicha frecuencia *f'* , y de la velocidad de la onda en el medio, *v* , el radar "despeja" la velocidad del foco (el automóvil en movimiento).

Astrofísica

La luz de las estrellas sigue los mismos principios que cualquier otra onda. En este caso, podemos usar el efecto Doppler para saber si una estrella se aleja o se acerca a nosotros. Tomemos como punto de partida una estrella cuya luz emitida es amarilla. Es importante recordar que el color que percibimos de la luz está estrechamente relacionado con su frecuencia. Así, si la estrella amarilla se aleja de nosotros a gran valocidad, la frecuencia de la luz percibida disminuirá, mostrándose en un color enrojecido. A este efecto se le conoce como corrimiento hacia el rojo (*redshift*). Por el contrario, si la estrella se acercase, la frecuencia aumentaría, mostrándose en un color azulado. A este efecto se le conoce como corrimiento hacia el azul (*blueshift*).

Eco-radiografías

La velocidad sanguínea es una parámetro que se ve alterado en las obstrucciones de las válvulas cardiacas. Esta es la base del diagnóstico a través del efecto Doppler. Cuando se emiten ultrasonidos hacia el torrente sanguíneo, los glóbulos rojos o hematíes actúan como elementos reflectores de este, de manera similar a como los coches reflejaban las ondas provenientes del radar. Así, el análisis de la señal recibida arroja luz sobre la velocidad del torrente sanguíneo y sobre posibles patologías asociadas.

VIBRACIONES Y ONDAS
EXÁMENES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Ac CFGS Opción C: Física

2018-1

Una partícula se mueve con un movimiento armónico simple siguiendo la ecuación: $x=1{,}2\,sen\left(3\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$ en unidades del Sistema internacional. Determina:

a) El período, la pulsación y la frecuencia. *(1 punto)*

b) La amplitud y la fase inicial. *(0,5 puntos)*

c) La elongación para t = 0,5 s. *(0,5 puntos)*

2017

2. Un muelle oscila con un movimiento armonico simple descrito por la ecuacion: x=0,5 cos (4π t+π), expresada en unidades del sistema internacional. Determina:

a) La amplitud, la pulsacion, la frecuencia, el periodo y la fase inicial. (1 punto)

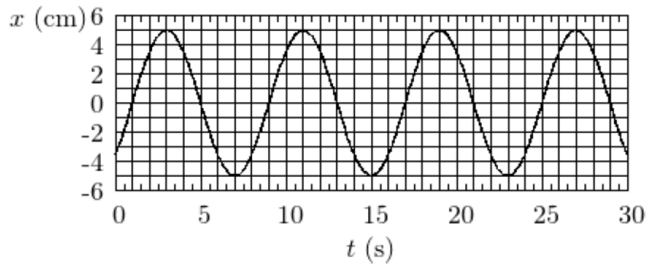
b) La elongacion en el instante t = 3 s. (1 punto)

2015

3. En la figura se representa un movimiento armónico simple (MAS) de un cuerpo de 3 kg.

a) Estima los valores de la pulsación o frecuencia angular, el periodo, la amplitud y la fase inicial del MAS representado.

b) Escribe la ecuación del MAS utilizando la función del seno y la ecuación de la velocidad del cuerpo.



2014

4. ¿A qué fenómenos se refieren los cuatro textos siguientes?:

a) Es el fenómeno por el cual un frente de ondas que atraviesa la superficie que separa dos medios, cambia su dirección

b) Es el fenómeno que ocurre cuando se superponen dos o más movimientos. Posteriormente, las ondas siguen su marcha sin haberse perturbado

c) Es el fenómeno por el cual una onda bordea los obstáculos

d) Es el fenómeno por el cual una onda que llega a la superficie que separa dos medios, retrocede por el mismo medio desde el que incide

2013

5. a) Una onda sonora viaja por el aire con una frecuencia de 400 Hz. Parte de esa onda atraviesa la superficie del agua, penetrando en ella ¿Qué vale su frecuencia y su longitud de onda en el aire y en el agua?. *Datos: velocidad del sonido (aire: 340 m/s) ; (agua: 1480 m/s)*

b) Explica en qué consiste el fenómeno de la refracción y cuándo se produce.

2012

6. La ecuación de la posición de un punto que describe un MAS es en unidades Internacionales x = 0,2 sen (4 π t). Determina

a) La amplitud , la pulsación, el periodo y la frecuencia

b) La elongación en los instantes t = 0 y t = 0,125 s

2011

$$x = 0'5\cos(\pi t)$$

7. Una partícula se mueve con un movimiento armónico simple gobernada por la ecuación en unidades internacionales. Determina:

a) La amplitud y la fase inicial

b) la pulsación, el periodo y la frecuencia

c) el valor de la elongación en t = 4 s

$$x = 0'03\cos(3\pi t + \pi)$$

2010

8. a) Un cuerpo oscila con movimiento armónico simple de ecuación en unidades del sistema internacional
¿Qué vale la amplitud, el periodo y la frecuencia? , ¿Dónde se encuentra el cuerpo en t = 0 s?
b) Explicar cómo se clasifican las ondas según la dirección de la vibración del medio y cita algún ejemplo de cada clase

Ac Uni 25: Física

2019

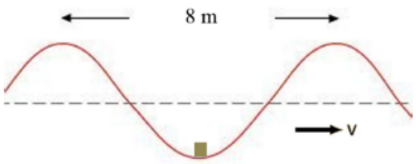
2018-9

Un focus genera ones de 3 mm d'amplitud amb una freqüència de 200 Hz, que es propaguen per un medi amb una velocitat de 200 m/s.

a) Determineu el període i la longitud d'ona de la pertorbació.
b) Escriviu l'equació de propagació d'aquesta pertorbació.

2017-10

En cierto momento la distancia entre dos crestas consecutivas de las olas en el mar es de 8 m. En un determinado instante, un corcho que flota sobre el agua se encuentra en el centro de las dos crestas, es decir en el punto más bajo. El corcho invierte 4 s en subir y bajar de nuevo cada vez que pasa una ola. ¿Cuánto valen el período, la frecuencia y la longitud de onda de las olas?



2016-11

Un objeto, cuyo movimiento viene descrito por la ecuación $x = A\cos(\omega t + \delta)$, oscila con una frecuencia angular $\omega = 8\ rad/s$. ¿Cuánto valen la frecuencia y el período de las oscilaciones?

2015

2014-12

4. El desplazamiento de una partícula viene descrito por la ecuación $x(t) = 0'5\cos(4\pi\cdot t + \pi/4)$, donde x se expresa en metros y t en segundos.

a) ¿Cuánto valen la frecuencia angular, la amplitud y la fase inicial?
b) Obtenga la posición de la partícula para $t = 1s$.

2013-13

Un movimiento armónico simple está descrito por la ecuación $x = 2\cos(10t + 2\pi)$, donde x viene expresada en metros y t en segundos. De este movimiento, calcule la amplitud, el periodo de las oscilaciones, la posición inicial y la velocidad máxima.

FORMULARIO

MAGNITUDES Y UNIDADES

Tabla de cantidades fundamentales de S.I.

Unidad.	Nombre de la unidad.	Símbolo.
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Corriente eléctrica.	Ampere	A
Temperatura	Kelvin	K
Cantidad de substancia.	mol	mol
Intensidad luminosa.	Candela	cd

Magnitud	SI
Longitud	Metro(m)
Masa	Kilogramo(kg)
Tiempo	Segundo(s)
Área	m^2
Volumen	m^3
Velocidad	m/s
Aceleración	m/s^2
Fuerza	$kg\frac{m}{s^2} = newton$
Trabajo y energía	$N\,m = joule$
Presión	$\frac{N}{m^2} = pascal$
Potencia	$\frac{joule}{s} = watt$

CINEMÁTICA

		TRASLACIÓN	ROTACIÓN
CINEMÁTICA	MRU	$e = vt$	$\varphi = \omega\, t$
	MRUA	$e = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $v = v_0 + at$	$\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha\, t^2$ $\omega = \omega_0 + \alpha\, t$
	Caída libre	$h = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$ $v = v_0 + gt$	

DINÁMICA

Segundo Principio

$F = m \cdot a$

$P = m \cdot g$

Fuerza de Rozamiento

$F_{NETA} = F_{APLICADA} - F_{ROZAMIENTO}$

$F_R = \mu \cdot N$

Fuerza Centrípeta

$$F_C = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Plano Horizontal

$F_R = \mu \cdot m \cdot g$

Plano Inclinado

$F_R = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$

$\mu = \mathrm{tg}\ \alpha$

Impulso Mecánico

$I = |F \cdot t|$

Momento Lineal

$p = |m \cdot (v - v_0)|$

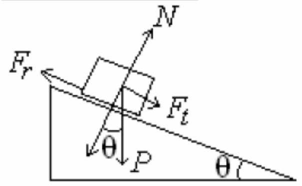
$F \cdot t = m\ (v - v_0)$

Principio de Conservación

$F \cdot t = m \cdot v - M \cdot V$

$0 = m \cdot v - M \cdot V$

Plano inclinado:



Peso: $P = mg$

Fuerza tangencial: $F_t = mg\sin\theta$

Fuerza normal: $N = mg\cos\theta$

Fuerza de rozamiento: $F_r = \mu N = \mu mg\cos\theta$

TRABAJO Y ENERGÍA

Trabajo

$$W = F \cdot d \cdot \cos\alpha$$

Potencia

$$P = \frac{W}{t} \qquad P = F \cdot v$$

Energía

Cinética

$$E_C = \frac{1}{2}\ m \cdot v^2$$

Potencial Gravitatoria

$$E_P = m \cdot g \cdot h$$

Potencial Elástica

$$E = k \cdot \Delta l$$

Mecánica

$$E_M = E_C + E_P$$

Teorema de las Fuerzas Vivas

$$W = \Delta E = E_{Mf} - E_{Mi}$$

Sistema Aislado

$$\Delta E = 0 \Rightarrow E_M = cte$$

Si hay pérdidas por Rozamiento, Calor, ...

$$\Delta E \neq 0 \Rightarrow E_M \neq cte$$

ELECTRICIDAD

CAMPO ELÉCTRICO: FORMULARIO	
$\vec{F} = K \dfrac{Q_1 . Q_2}{r^3} \vec{r}$	**LEY DE COULOMB.**
$K = \dfrac{1}{4.\pi.\varepsilon} = \dfrac{1}{4.\pi.\varepsilon_r.\varepsilon_0}$	**RELACIÓN ENTRE LA CONSTANTE DE COULOMB Y LA PERMITIVIDAD DIELÉCTRICA DEL MEDIO.**
$\mathbf{r} = (x_2 - x_1).\mathbf{i} + (y_2 - y_1).\mathbf{j} + (z_2 - z_1).\mathbf{k}$	**VECTOR POSICIÓN [CARGA (x_1, y_1, z_1); PUNTO (x_2, y_2, z_2)]**
$\mathbf{E} = \mathbf{F} / Q_2$	**INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO.**
$\vec{E} = K \dfrac{Q_1}{r^3} \vec{r}$	**INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO.**
$V_A = \dfrac{E_p(A)}{Q_2} = K \dfrac{Q_1}{r_A}$	**POTENCIAL ELÉCTRICO EN UN PUNTO.**

Electricidad:

Ley de Ohm:

$$R = \frac{V}{I}$$

Ley de Joule (Efecto Joule):

$$P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

Suma de resistencias en serie:

$$R_T = R_1 + R_2 + \ldots + R_n = \sum_i^n R_i$$

Suma de resistencias en paralelo:

$$R_T = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n} \right)^{-1} = \left(\sum_i^n \frac{1}{R_i} \right)^{-1}$$

Potencia eléctrica (W) = $\dfrac{\text{Trabajo (T)}}{\text{tiempo (t)}}$ = voltaje (V) x intensidad (I); W= V.I

$$\text{Potencia (W)} = \frac{\text{Voltaje}^2\ (V^2)}{\text{Resistencia}\ (\Omega)}\ ; \qquad P = \frac{V^2}{R}$$

Potencia (W) = Intensidad^2 (I^2) x resistencia (R) ; $W = I^2 \times R$

VIBRACIONES Y ONDAS

MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE: FORMULARIO	
$T = 1 / f$	**PERÍODO.**
$x = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_o)$	**ECUACIÓN GENERAL DEL M.A.S.**
$\omega = 2.\pi / T = 2.\pi . f$	**FRECUENCIA ANGULAR O PULSACIÓN.**
$v = - A \cdot \omega . \text{sen}(\omega .t + \varphi_o)$	**VELOCIDAD.**
Si $v = 0 \Rightarrow \omega .t + \varphi_o = \pm n. \pi$	VELOCIDAD MÍNIMA.
Si $v = \pm A. \omega \Rightarrow$ $\omega .t + \varphi_o = \pm (2.n + 1)\ \pi/2$	VELOCIDAD MÁXIMA.
$a = - \omega^2 . x$	**ACELERACIÓN.**
Si $x = \pm A \Rightarrow a = \pm \omega^2 . A$	ACELERACIÓN MÁXIMA.
Si $x = 0 \Rightarrow a = 0$	ACELERACIÓN MÍNIMA.
$x = A .\text{sen}(\omega .t + \beta_o)$ $\varphi_o = \beta_o - \pi/2$	**OTRA FORMA DE LA ECUACIÓN GENERAL DEL M.A.S.**
$F_m = - k . x$	**LEY DE HOOKE.**

PARÁMETROS DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO	
$v_p = \lambda / T$	**VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (m/s)**
$T = 1 / f$	**PERÍODO (s)**
$\omega = 2.\pi / T$	**FRECUENCIA ANGULAR O PULSACIÓN (rad/s)**
$K = 2.\pi / \lambda$	**NÚMERO DE ONDAS (rad/m)**