

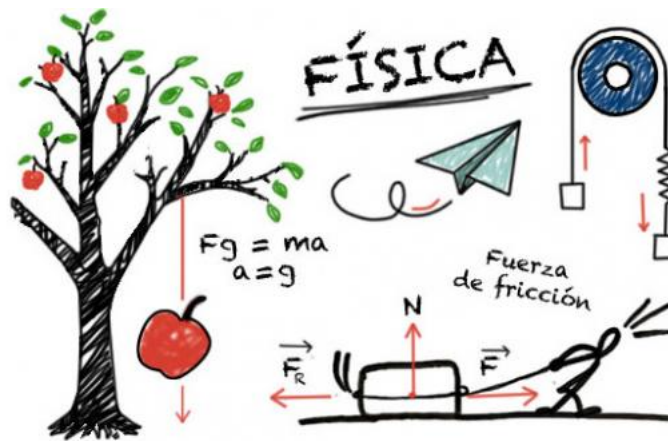
# Megarresúmenes de los últimos temas de Física de 4º ESO

JFGH

10 de mayo de 2015

## Resumen

Resúmenes de los temas Dinámica, Gravitación - La Tierra en el Universo, Trabajo, energía y potencia, Calor y energía térmica, y Fluidos para 4º ESO.



# Índice

<b>1. Dinámica y fuerzas</b>	<b>3</b>
1.1. Fuerza. Resultante de fuerzas. . . . .	3
1.2. Leyes de Newton. . . . .	3
1.3. Fuerza centrípeta. . . . .	4
1.4. Peso. . . . .	5
1.5. Ley de Hooke (fuerzas elásticas). . . . .	5
1.6. Ejercicios. . . . .	5
<b>2. Leyes de Kepler.</b>	<b>6</b>
2.1. Ley de Gravitación Universal . . . . .	7
2.2. Gravedad superficial y a cierta altura $h$ de un cuerpo celeste. .	7
2.3. Ejercicios. . . . .	8
<b>3. Trabajo y energía.</b>	<b>9</b>
3.1. Energía cinética. . . . .	10
3.2. Energía potencial. . . . .	10
3.3. Energía mecánica y su conservación. . . . .	11
3.4. Potencia. Rendimiento. . . . .	12
3.5. Ejercicios . . . . .	13
<b>4. Calor y energía térmica</b>	<b>14</b>
4.1. Temperatura y escalas de temperatura. . . . .	15
4.2. Teoría cinética y temperatura absoluta. . . . .	15
4.3. Principio cero de la Termodinámica. Primer principio de la Termodinámica. . . . .	16
4.4. Calor específico y capacidad calorífica. Calor para cambio de temperatura. . . . .	17
4.5. Calor de cambio de estado (calor latente). . . . .	18
4.6. Temperatura de equilibrio. . . . .	18
4.7. Ejercicios. . . . .	18
<b>5. Fluidos</b>	<b>19</b>
5.1. Concepto de presión. . . . .	19
5.2. Principio de Pascal. Principio de Arquímedes. . . . .	20
5.3. Ejercicios. . . . .	21

# 1. Dinámica y fuerzas

La **Dinámica** es la parte de la Mecánica que estudia el movimiento atendiendo a las causas que lo producen: las fuerzas.

## 1.1. Fuerza. Resultante de fuerzas.

**Fuerza** es cualquier interacción o “agente” entre cuerpos capaz de modificar el estado de reposo o de M.R.U. de un cuerpo o sistema de cuerpos materiales.

Las fuerzas son **magnitudes vectoriales** que pueden sumarse vectorialmente o gráficamente usando la ley del paralelogramo y descomponerse usando trigonometría. La unidad de fuerza en el S.I. es el newton, que se definirá en el subapartado siguiente.

Las fuerzas siguen unas leyes que enunció Isaac Newton en sus estudios sobre las leyes de la Dinámica.

## 1.2. Leyes de Newton.

**Primera ley de Newton: principio de inercia de Galileo.** Todo cuerpo que está en reposo o en MRU sigue en reposo o en MRU si no actúa ninguna fuerza. La inercia es una medida de la resistencia de un cuerpo a cambiar su estado de reposo o de MRU. La inercia es una propiedad que se mide mediante la magnitud conocida como masa inercial, que es magnitud fundamental en el S.I. y se mide en kilogramos (kg).

**Segunda ley de Newton: ley fundamental de la Dinámica.** Si sobre un cuerpo actúa una fuerza neta o resultante no nula, dicha fuerza es directamente proporcional a la masa inercial y a la aceleración que le produce. Matemáticamente:

$$F_r = F_{total} = F_{neta} = \Sigma F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Las unidades de las fuerzas son los newtons. 1 newton es la fuerza que suministrada a una masa de 1kg hace que tenga una aceleración igual a  $1m/s^2$ . Dimensionalmente la fuerza tiene las siguientes dimensiones físicas:

$$[F] = MLT^{-2}$$

En ocasiones, la segunda ley de Newton se expresa en términos de una magnitud vectorial llamada momento lineal, y que se define como

$$p = mv$$

Dimensionalmente, el momento lineal es  $[p] = MLT^{-1}$  y sus unidades son el  $kgm/s$ . En términos del momento lineal la segunda ley de Newton puede reescribirse como

$$F_r = F_{total} = F_{neta} = \Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

**Tercera ley de Newton: principio de acción y reacción.** Si un cuerpo 1 ejerce una fuerza sobre otro cuerpo 2, éste reacciona ejerciendo una fuerza igual y de sentido contrario a la ejercida por 1. Matemáticamente:

$$F_{1 \rightarrow 2} = -F_{2 \rightarrow 1}$$

Ejemplos de fuerzas de reacción son por ejemplo la fuerza normal cuando un cuerpo está situado sobre una superficie (fuerza que generalmente equilibra al peso) o las tensiones en cada punto de una cuerda.

Otro ejemplo de fuerzas cuando hay movimientos en superficies, son las **fuerzas de rozamiento o de fricción** (en el caso de fluidos y cuerpos con disipaciones), que se oponen al movimiento de un cuerpo en dichas superficies. Además, existe la denominada fuerza normal, que es la fuerza de reacción en la vertical al peso de un cuerpo situado en una superficie horizontal.

### 1.3. Fuerza centrípeta.

La fuerza centrípeta existe siempre que hay un movimiento de tipo M.C.U. Se define como el producto de la masa por la aceleración centrípeta. La fuerza centrípeta se calcula mediante la ecuación:

$$F_c = ma_c = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R$$

## 1.4. Peso.

El peso de un cuerpo es una fuerza y no debe confundirse con la masa inercial. El peso es una fuerza que es igual al producto de la masa gravitatoria (o carga gravitacional) por la aceleración de la gravedad de un cuerpo. Resulta que la masa gravitatoria y la masa inercial son, en el límite de los datos experimentales, iguales e indistinguibles. Matemáticamente el peso se calcula mediante la ecuación

$$P = mg$$

## 1.5. Ley de Hooke (fuerzas elásticas).

Los cuerpos elásticos y que se deforman (estiran o contraen) recuperando su longitud inicial (como muelles, gomas o membranas elásticas) siguen una ley llamada **ley de Hooke**. Esta ley indica que la fuerza recuperadora o elástica ejercida por el cuerpo se opone y es directamente proporcional a los alargamientos o compresiones  $\Delta L$  que sufre respecto a su longitud inicial ( $L_0$ ). Matemáticamente:

$$F_{el} = k\Delta L = k(L - L_0)$$

En esta expresión  $k$  es una constante típica para cada cuerpo elástico (no es universal) y se mide en  $N/m$ .  $\Delta L = L - L_0$  es el estiramiento o compresión del cuerpo elástico y  $L_0$  es su longitud en reposo.

## 1.6. Ejercicios.

1) Un cuerpo de 200 g cambia su velocidad de 90 a 120 km/h en 4 segundos. Halla la aceleración y la fuerza resultante aplicada.

2) Sobre un cuerpo en reposo de 300 kg actúan dos fuerzas, una de 1000 N hacia la derecha y otra de rozamiento de 200 N en sentido opuesto al movimiento que comienza al actuar dichas fuerzas. Halla la fuerza resultante y la aceleración comunicada al cuerpo. ¿Cuánto tiempo tardaría en recorrer 1km si la aceleración fuera constante?

3) Un muelle tiene una constante elástica de 20N/cm. Calcula: a) La constante elástica en N/m, b) La fuerza recuperadora o elástica si el muelle se estira 10 cm, c) La fuerza necesaria para que se estire 30 cm, y d) la representación gráfica de la fuerza frente al desplazamiento.

4) Calcula el peso de un cuerpo de 100 kg en la superficie de la Tierra.

5) Calcula la aceleración y fuerza centrípeta que hay en un disco rotatorio de 100 g, 20 cm de diámetro y con MCU a razón de 600 r.p.m.

6) Haya las resultantes, numérica y gráficamente, de dos fuerzas en los siguientes casos: a) 20 N y 40 N, en el mismo sentido y dirección, b) 30 N y 80 N en la misma dirección y sentidos opuestos, c) 100 N y 400 N en sentidos perpendiculares. Todas las fuerzas en a), b) y c) son concurrentes y se aplican en el mismo punto.

## 2. Leyes de Kepler.

**Primera ley de Kepler. Ley de las órbitas.** Los planetas se mueven en órbitas elípticas alrededor del sol (en el caso de que el sol sea un planeta, los satélites serán quienes se muevan en órbitas elípticas alrededor de su planeta “sol”).

**Segunda ley de Kepler. Ley de las áreas.** Los planetas se mueven de forma que el radiovector que une el sol con los planetas “barren” áreas iguales en tiempos iguales.

**Tercera ley de Kepler. Ley de los períodos.** El cuadrado del período de revolución de un planeta en torno al sol es directamente proporcional al cubo de la distancia que lo separa del mismo. Matemáticamente:

$$T^2 = kR^3$$

y donde k es una constante UNIVERSAL que depende de la masa del sol (y también de otras masas en caso de sistemas estelares múltiples o con planetas u objetos orbitantes muy masivos), la constante de gravitación universal y unos coeficientes numéricos.

## 2.1. Ley de Gravitación Universal

Newton enunció la llamada ley de gravitación universal entre dos objetos cualesquiera del Cosmos. Dicha ley indica que dos cuerpos con masas  $m_1$  y  $m_2$  se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de dichas masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Matemáticamente

$$F_N = G_N \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

y donde  $F_N$  es la fuerza de gravitación universal,  $m_1, m_2$  son las masas, y  $R$  es la distancia que separa  $m_1$  y  $m_2$ . La constante  $G_N$  es universal en el sentido que tiene el mismo valor en todas las partes del Cosmos y en todo instante del tiempo. Su valor en unidades del S.I. es

$$G_N = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$$

## 2.2. Gravedad superficial y a cierta altura $h$ de un cuerpo celeste.

La aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta, de acuerdo a la ley de la gravitación Universal, define el peso, y se calcula con la fórmula

$$a = \frac{P}{m} = \frac{F_N}{m} = G_N \frac{M_p}{R_p^2}$$

y donde  $M_p$  es la masa del planeta u objeto,  $R_p$  es el radio del planeta u objeto gravitante y  $P$  es el peso. Si en vez de estar en la superficie del planeta, el cuerpo está a una altura  $h$ , dicha fórmula sería en tal caso modificado a la siguiente

$$a = \frac{P}{m} = \frac{F_N}{m} = G_N \frac{M_p}{(R_p + h)^2}$$

y donde  $h$  es la altura por encima de la superficie donde se encuentra el objeto. Es evidente que  $h$  debe ser muy grande y “comparable” al radio del planeta para afectar de forma considerable al valor de la aceleración de la gravedad superficial.

### 2.3. Ejercicios.

1) Calcula la fuerza de gravedad que hay entre el Sol y la Tierra y compárala con la existente entre Júpiter y el Sol.

2) Calcula la aceleración de la gravedad a distancia igual a un radio planetario en Júpiter, Marte, la Luna (de la Tierra) y en Fobos (luna de Marte).

3) Calcula la aceleración de la gravedad en Europa, luna de Júpiter, y en Titán, luna de Saturno. Calcula el peso de un astronauta de 75 kg en ambas lunas y compáralo con el peso de un astronauta en la Luna de la Tierra y a una altura de 100 km sobre la superficie terrestre.

4) Usando la tercera ley de Kepler, y los datos del libro de texto, calcula la distancia media de Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno al sol. Compárala con la distancia media de Plutón al sol, 5000 millones de km.

5) Calcula la fuerza de gravedad universal entre dos piedras de 100 g situadas a 2 mm de distancia. ¿A qué distancia se encontrarían las piedras si la fuerza fuera de 10 femtonewtons?

6) Calcula la aceleración de la gravedad terrestre en la ISS, que se encuentra a 450km de altura.

7) Dos autos de 500 y 400 kg respectivamente, están situados a 10 metros de distancia. Calcula: a) la fuerza gravitatoria entre ellos, b) la aceleración producida en cada uno de ellos por esta fuerza de atracción gravitatoria, c) el tiempo que tardarían en recorrer cada uno de ellos 1 cm desde el reposo con dichas aceleraciones.

8) ¿Qué fuerza se ejercen entre sí un protón y un electrón que estuvieran separados una distancia igual a la longitud de Planck, aproximadamente  $10^{-35}$  metros?



### 3. Trabajo y energía.

El trabajo es una magnitud ESCALAR que mide la “efectividad” de una fuerza para cambiar el estado de movimiento de un objeto. Más precisamente, el trabajo  $W$  realizado por una fuerza  $F$  que desplaza un objeto una cantidad  $\Delta x = d$  y forma con dicho desplazamiento un ángulo  $\varphi$  se calcula mediante la expresión:

$$W = F \Delta x \cos \varphi = F d \cos \varphi$$

Generalmente y habitualmente, la fuerza va en el dirección (y/o sentido) del desplazamiento por lo que muchas veces escribiré como

$$W = F d$$

ó

$$W = -F d$$

ya que  $\cos 0^\circ = 1$  y  $\cos 180^\circ = -1$  respectivamente. El concepto de trabajo está íntimamente relacionado al concepto de energía, pues en Física, se habla de energía cuando algo puede realizar un trabajo. Así, las unidades del trabajo o energía en el S.I. son los julios

$$[W] = ML^2T^{-2} = 1N \cdot 1m = 1J = 1\text{julio}$$

**1 julio** es la energía o trabajo suministrada/o por una fuerza de 1 newton y que produce un desplazamiento de 1 metro. Otras unidades de energía usadas en ocasiones son:

$$1eV = 1.6 \cdot 10^{-19} J$$

**1 eV** es la energía suministrada a un electrón que sufre una diferencia de potencial de 1 voltio (1V). Tiene la equivalencia anterior con los julios.

$$1erg = 1 \cdot 10^{-7} J$$

**1 ergio** es la energía suministrada a una masa de 1g con una carga eléctrica igual a la carga elemental del electrón, y que desplazando a dicha masa 1 metro, le suministra una aceleración de  $1cm/s^2$ .

$$1F.O.E. = 10^{51} \text{ergs} = 10^{44} J$$

**1 FOE** (foe, de “fifty-one ergs”) es una unidad de energía enorme usada en Astrofísica como “estándar” para la energía desatada en explosiones de novas, supernovas e hipernovas.

### 3.1. Energía cinética.

Todo cuerpo con masa animado con movimiento y velocidad no nula posee una capacidad de realizar trabajo. Así se define la noción o concepto de energía cinética, de acuerdo a la expresión matemática:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Evidentemente, un cuerpo con velocidad nula no posee energía cinética (es decir, un cuerpo con velocidad cero tiene energía cinética igual a cero julios, como puede verse de la fórmula anterior simplemente). También, un cuerpo que no tenga masa, usando la expresión anterior no tiene energía cinética (aunque esto no es correcto en un tratamiento relativista).

### 3.2. Energía potencial.

Cierto tipo de fuerzas, llamadas fuerzas conservativas, permiten definir el concepto de energía potencial. Para ellas, el trabajo para llevar una partícula de un punto A hasta otro punto B sólo depende del punto o lugar donde se encuentre el objeto y no del camino particular realizado. En tal caso, el trabajo se calcula como la variación de una función llamada energía potencial. Por brevedad y tiempo sólo consideraremos 2 tipos de energía potencial este curso (de hecho sólo la primera entrará como examinable). Se define energía potencial gravitatoria como la magnitud

$$E_p(g) = mgh$$

donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $g$  es la aceleración de la gravedad y  $h$  es la altura a la que se encuentra el objeto de su superficie.

Por otra parte, se define la energía potencial elástica como

$$E_p(el) = \frac{1}{2}kx^2$$

donde  $k$  es la constante elástica y  $x$  es la posición del muelle respecto de su posición de equilibrio.

De esta forma, cuando un cuerpo en el seno de un campo gravitacional cambia de altura o posición (bien el muelle cambia su longitud hasta una determinada posición final), el trabajo será igual, de acuerdo al teorema de la energía potencial, a la variación

$$W(A \rightarrow B) = -\Delta E_p = -(E_p(final) - E_p(inicial)) = -(E_p(B) - E_p(A)) = E_p(A) - E_p(B)$$

En el caso de un cuerpo pesante debemos usar la energía potencial gravitatoria, y la elástica en el caso de un cuerpo elástico. Si hubiera varias fuerzas de actuando, deberán considerarse todas las energías potenciales del sistema (gravitatoria, elástica,...).

### 3.3. Energía mecánica y su conservación.

En el caso de que sobre un cuerpo o sistema solamente haya fuerzas de tipo conservativo, definidas en el subapartado anterior, se cumple un teorema muy importante denominado teorema de conservación de la energía mecánica. Se llama energía mecánica  $E_m$  a la suma de la energía cinética y potencial:

$$E_m = E_c + E_p$$

Cuando no hay fuerzas de rozamiento y/u otras denominadas fuerzas disipativas (que involucran intercambio de energía térmica y otros tipos de reordenamientos estructurales de la materia/energía) el teorema de conservación de la energía mecánica señala que la energía mecánica final e inicial de un cuerpo o sistema permanece constante. Matemáticamente

$$E_m = constante \longleftrightarrow \Delta E_m = E_m(B) - E_m(A) = E_m(final) - E_m(inicial) = 0$$

### 3.4. Potencia. Rendimiento.

Se llama potencia al ritmo de cambio de la energía con el tiempo, o equivalentemente al cociente entre el trabajo o energía realizado por una fuerza o conjunto de fuerzas y el tiempo que actúa dicha fuerza. Matemáticamente:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = F \cdot v$$

y donde E es la energía, t es el tiempo, F es la fuerza neta o resultante y v es la velocidad del cuerpo o sistema que produce la fuerza. Las dimensiones y unidades de la potencia son:

$$[P] = ML^2T^{-3} = 1J/1s = 1W = 1vatio$$

1 vatio (1W) es la potencia suministrada por una cambio de energía de 1 J en un tiempo de 1 segundo, o equivalentemente la energía que suministra una fuerza de 1 N cuando produce una velocidad de 1m/s. Usando unidades del S.I., se puede definir una unidad de energía generalmente usada en el consumo de la electricidad de los hogares, el kWh:

$$1kWh = 3600000J = 3.6 \cdot 10^6 J = 3.6MJ$$

En la industria del automóvil aún se usa también otra unidad de potencia, llamada el caballo de vapor o C.V. Aproximadamente, 1CV=735 W.

También debido a la Termodinámica, y experimentalmente, sabemos que no toda la energía es generalmente aprovechable y parte se disipa en forma de calor o energía térmica. Se define el rendimiento de una máquina como el cociente entre el trabajo útil o desarrollado y el trabajo total suministrado a la máquina o sistema o cuerpo:

$$\eta = \frac{W(\text{útil})}{W(\text{total})} = \frac{W(\text{útil})}{W(\text{total})} \cdot 100(\%)$$

y donde en la última igualdad se ha expresado el rendimiento en forma de porcentaje. Generalmente, el rendimiento de las máquinas térmicas no es demasiado elevado.

### 3.5. Ejercicios

1) Calcula el trabajo que realiza una fuerza de 100 N formando un ángulo de 45 grados con el desplazamiento, que vale 400 m.

2) Calcula la energía cinética de los siguientes objetos: a) un camión de 5 t circulando a 120km/h, b) un protón moviéndose a una milésima parte de la velocidad de la luz, c) un electrón moviéndose a una cienmilésima parte de la velocidad de la luz, d) una partícula WIMP (Weakly Interacting Massive Particle) que tiene una masa de  $1\text{GeV}/c^2$  y que se mueve a 270km/s (viento “WIMP” de la Tierra, hipotético viento que nos atraviesa de partículas de materia oscura tipo WIMP).

3) Calcula la energía potencial gravitatoria respecto al suelo o superficie de los siguientes objetos: a) un cajón de 2 kg y 10 m de altura, b) un coche de 2000 kg a 4 m de altura, c) un avión de 30 t a 2 km de altura, d) una paloma de 300 g a 50 m de altura.

4) Se deja caer un cuerpo de 10 kg por un plano inclinado de 4 m de altura y 30 grados de inclinación. Usando el teorema de conservación de la energía mecánica, calcula la velocidad con la que llega al extremo del plano. Desprecia el rozamiento.

5) Calcula el trabajo realizado por una persona de 75 kg cuando sube tres pisos de 2.70 m cada uno con velocidad constante.

6) El motor de un ascensor incrementa la energía potencial en 50000 J. Si la masa del ascensor y los ocupantes es de 1200kg, calcula la altura que sube.

7) Se aplica una fuerza sobre un objeto de 10kg de masa en reposo inicialmente. La fuerza realiza un trabajo de 3000 J y al final el cuerpo asciende 20 m. Determina su velocidad.

8) Un coche circula por una carretera a 72km/h y tiene una masa de 1500 kg. Acelera en cierto instante y el motor aplica una fuerza resultante de 3000N durante 200 m. Calcula la velocidad final.

9) Calcula el rendimiento de un motor que consume 10000 J para subir una caja de 80 kg hasta una altura de 10 m.

10) Una persona eleva una caja de 10 kg hasta 5 m en 4 segundos usando una polea. Una grúa tarda 0.5 segundos. Calcula el trabajo realizado por la polea y la grúa. Halla la potencia de la polea y la grúa.

11) Superman desarrolla una potencia 10000 W y eleva un bloque de 500 kg hasta una altura dada en 2 s. a) Calcula la altura alcanzada por el bloque que lanza Superman y el trabajo realizado. b) Determina la velocidad final del bloque, supuesta constante.

12) En el motor de una excavadora pone que posee 400 CV. Determina la potencia en vatios y kilovatios. Calcula el trabajo que puede realizar en 2 horas si el rendimiento es del 40 %.

13) Una ciudadana tiene una masa de 60kg, pero conduce una motocicleta de 140kg a una velocidad de 90km/h y una carretera horizontal. Calcula: a) la energía cinética, b) la variación de la energía mecánica, c) la variación de energía mecánica si sube una cuesta que está a 2 m de altura sobre la horizontal, suponiendo que la velocidad no varía.

14) Un automóvil de 500 kg acelera de 0 a 120km/h en 20 s. Calcula: a) la variación de energía cinética, b) el trabajo útil del motor, c) la energía total consumida por el motor si el rendimiento del mismo es del 25 % y d) la potencia total ejercida por el vehículo, expresada en vatios y C.V.

## 4. Calor y energía térmica

El calor no es propiamente una forma de energía sino una forma de transferencia de energía. Como realmente en Física suelen importar solamente las diferencias de energía, es importante comprender el origen y significado de esta energía térmica. En el s.XIX, el experimento de Joule demostró la equivalencia de calor y trabajo mediante la demostración experimental de la equivalencia de dos unidades de energía hasta ese momento no relacionadas. Esta equivalencia es, actualmente, tomada como la equivalencia mecánica del

calor y trabajo (energía térmica):

$$1\text{caloría} = 4.186J$$

La energía térmica es la forma de energía más “degradada” o de menor calidad.

#### 4.1. Temperatura y escalas de temperatura.

La temperatura es una magnitud fundamental en el S.I. de unidades, y que mide aquella propiedad que pueden medir aparatos llamados termómetros en diferentes escalas. Hay varias escalas interesantes de temperatura: absoluta, Celsius, Fahrenheit, Roemer,...

La temperatura absoluta es una escala con solamente energías positivas debido a que está relacionada con la denominada teoría cinética. La relación de la escala centígrada o Celsius con la temperatura absoluta se realiza mediante la expresión:

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273$$

Para cambiar de la escala Fahrenheit a la centígrada o Celsius hay una relación más complicada:

$$\frac{T(^{\circ}C)}{100} = \frac{T(^{\circ}F) - 32}{180}$$

#### 4.2. Teoría cinética y temperatura absoluta.

La teoría cinética es una teoría microscópica que permite comprender a nivel molecular, atómico, subatómico o estructural (de microconstituyentes) el concepto de temperatura que macroscópicamente es algo “vago”. La temperatura, de acuerdo a esta teoría es una medida de la “agitación” o “movimiento” de los constituyentes de la materia. Los postulados básicos de la teoría cinética son los siguientes:

- La materia está formada por un número muy grande de partículas o corpúsculos (partículas subatómicas, átomos, moléculas, iones,...). Este postulado se denomina **principio corpuscular** o esencialmente postulado atómico-molecular.

- El movimiento de las partículas es esencialmente caótico y aleatorio. Este es el **principio del caos molecular** o stosszahlansatz.
- La interacción entre partículas es débil, generalmente, y los choques (atracciones y repulsiones) entre partículas se deben esencialmente a fuerzas de origen eléctrico. Este principio se llama **principio dinámico de cohesión-dispersión molecular**.
- El volumen de las partículas es generalmente despreciable en comparación al del recipiente que las contiene (en ambientes densos hay que tener en cuenta otras ideas complementarias a la teoría cinética y las interacciones producidas por las colisiones entre partículas en tales condiciones de densidad elevada) en el caso de la teoría cinética de gases. Este principio se denomina **principio de dilución molecular**.

Más precisamente, la energía cinética media es directamente proporcional a la temperatura absoluta de acuerdo a la expresión matemática

$$\boxed{\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}k_B T}$$

y donde  $v$  es la velocidad cuadrática media de las partículas,  $m$  es la masa de dichas partículas,  $T$  es la temperatura absoluta y  $k_B$  es la llamada constante de Boltzmann, con valor

$$k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$$

### 4.3. Principio cero de la Termodinámica. Primer principio de la Termodinámica.

El **principio cero de la Termodinámica** señala que si un cuerpo está en equilibrio térmico con un segundo cuerpo (tienen la misma temperatura) y éste se encuentra en equilibrio con un tercer cuerpo (tienen la misma temperatura), entonces los tres cuerpos tienen la misma temperatura.

El primer principio de la Termodinámica señala que la energía interna o total de un cuerpo sólo puede manifestarse a través de un cambio de energía térmica (es decir, a un calor absorbido o cedido por el cuerpo sobre el entorno), y/o por un trabajo realizado por el cuerpo o sistema (a favor o en contra del entorno). Matemáticamente:



$$\Delta U = \Delta W + \Delta Q$$

donde  $\Delta U$  es la variación de energía total interna,  $W$  es el trabajo y  $Q$  es la energía térmica o calor, todas medidas en julios. El punto sutil de la aplicación de la primera ley de la Termodinámica consiste en la aplicación correcta un convenio de signos que indica si el calor es absorbido o cedido y si el calor es a favor o en contra del sistema. Usando el llamado “criterio egoísta” de los signos (el más habitual en Ciencia e Ingeniería actualmente):

-Una variación de energía térmica  $\Delta Q$  es positiva  $\Delta Q > 0$  cuando es calor absorbido y negativa  $\Delta Q < 0$  cuando es calor cedido.

-Una variación de trabajo  $\Delta W$  es negativa  $\Delta W < 0$  cuando el sistema u objeto se expande en contra del entorno (o realiza un trabajo contra éste), y es positiva cuando el sistema u objeto se contrae debido al entorno (o el entorno realiza un trabajo contra éste).

#### 4.4. Calor específico y capacidad calorífica. Calor para cambio de temperatura.

No todos los cuerpos se calientan o enfrían con la misma facilidad. Las magnitudes que miden lo fácil o difícil que resulta calentar o enfriar un cuerpo se denomina capacidad calorífica y calor específico.

Cuando queremos simplemente cambiar de temperatura un cuerpo hecho de una determinada substancia y masa desconocida, pero con capacidad calorífica  $C$ , el calor absorbido o cedido se calcula mediante la expresión

$$\Delta Q = C\Delta T$$

La capacidad calorífica  $C$  se mide generalmente en  $J/K$  o bien en  $J/^\circ C$ .

Cuando queremos cambiar la temperatura de un cuerpo hecho de una determinada substancia y su masa es conocida, debemos usar la expresión

$$\Delta Q = mc_e\Delta T$$

y donde  $c_e$  es el calor específico de la sustancia dada, de masa  $m$  en kilogramos. Generalmente, las unidades de  $c_e$  son  $J/kgK$  o bien  $J/^\circ Ckg$ . Además, comparando las ecuaciones se puede observar que la relación de la capacidad calorífica y el calor específico de una sustancia es muy sencilla y simple

$$C = mc_e$$

#### 4.5. Calor de cambio de estado (calor latente).

Cuando queremos cambiar de estado a la materia, además de llevar a la sustancia a la temperatura crítica para el cambio de estado (de fusión/congelación, vaporización/condensación, . . .) hay que aplicar una energía adicional denominada calor latente, que será absorbida o cedida dependiendo del caso particular. Matemáticamente, para cambiar de estado una sustancia de masa  $m$  y calor latente arbitrario ( $L$ ), se requiere una energía térmica igual a

$$\Delta Q = mL$$

El calor latente se mide en julios/kilogramos (o bien  $J/kg$ ).

#### 4.6. Temperatura de equilibrio.

Cuando dos objetos a diferente temperatura se ponen en contacto, el calor o energía térmica fluye del más caliente al más frío. Para determinar la temperatura de equilibrio se debe usar la relación:

$$\Delta Q_{abs} + \Delta Q_{ced} = 0 \iff \Delta Q_{abs} = -\Delta Q_{ced}$$

#### 4.7. Ejercicios.

1) Halla el aumento de la temperatura de 500 g de agua si se transfiere 100000 J mediante un calefactor. Dato:  $c_e(H_2O) = 4180J/kgK$ .

2) El interior de un radiador de calefacción se encuentra a  $12^\circ C$  y su capacidad es de 4 L de agua. La masa del radiador es de 8 kg y está hecho de aluminio con  $c_e = 909J/kgK$ . El agua que sale de la caldera tiene 45

grados Celsius. Halla la temperatura que tiene al final el calefactor o radiador.

3) Calcula la energía necesaria para calentar el agua de una bañera de 199 K desde 18 hasta 48 grados centígrados.

4) Se mezclan 5 L de agua a 50 grados centígrados con 10 L de agua a 15 grados centígrados. Halla la temperatura final de los 15 L de agua.

5) Calcular la energía total necesaria para vaporizar 10 L de agua, inicialmente a 20° C. Dato:  $L_v(\text{agua}) = 2257 \text{ kJ/kg}$ . Calcula la energía total necesaria para vaporizar 10 kg de aluminio, inicialmente a 20° C. Dato:  $L_v(\text{Al}) = 10919 \text{ kJ/kg}$ ,  $L_f(\text{Al}) = 395 \text{ kJ/kg}$ . Temperatura de fusión del aluminio 933K y temperatura de vaporización del aluminio 2519° C.

6) Calcula la energía necesaria para fundir completamente 2kg de aluminio, inicialmente a 5 grados Celsius. La temperatura de fusión del aluminio es de 933K.

7) Una persona quiere fundir 2kg de hielo a 0 grados Celsius agregando agua a 80 grados Celsius. ¿Qué cantidad de agua necesita? Dato:  $L_f(\text{H}_2\text{O}) = 334.4 \text{ kJ/kg}$ .

8) Se mezclan 100 g de etanol a 10 grados Celsius con 400 gramos de agua a 50 grados Celsius. Halla la temperatura de equilibrio.  $c_e(\text{H}_2\text{O}) = 4180 \text{ J/kgK}$ ,  $c_e(\text{etanol}) = 2450 \text{ J/kg}$ .

## 5. Fluidos

### 5.1. Concepto de presión.

Un fluido (líquido, gas,...) es una sustancia que tiene la capacidad de adaptarse al recipiente que lo contiene. Sus moléculas no están demasiado cohesionadas en general.

Una magnitud que mide el efecto deformador en un cuerpo (sea fluido o no) que producen las fuerzas es la denominada presión

$$P = \frac{F}{S}$$

Las dimensiones y unidades de la presión en el S.I. son

$$[P] = ML^{-1}T^{-2} = 1N/1m^2 = 1Pa = 1\text{pascal}$$

Otras unidades de presión tienen las siguientes equivalencias con el pascal:

$$1Pa = 10^{-5}bar = 10^{-2}mbar$$

1 atmósfera técnica (1atm) son 1013 mbar o bien 760 mmHg, que es el valor de la presión atmosférica media, o bien 101300 Pa.

## 5.2. Principio de Pascal. Principio de Arquímedes.

El principio fundamental de la hidrostática o estática de fluidos indica que la presión en el seno o interior de un fluido de densidad  $d$  y profundidad  $h$  es igual a:

$$P_h = d \cdot g \cdot h$$

donde  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $h$  es la profundidad y  $d$  es la densidad en unidades del S.I. Recordemos que la densidad es una magnitud que mide el volumen que ocupa cierta cantidad de materia

$$d = \frac{m}{V}$$

**El principio de Pascal** señala que la presión ejercida en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad en todas las direcciones del fluido. Este principio permite la construcción de elevadores, frenos y prensas hidráulicas, dado que

$$P = \text{constante} = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

**El principio de Arquímedes** indica que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza o empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado. El empuje o fuerza vertical ascendente se manifiesta siempre en

mayor o menor medida en los cuerpos sumergidos en fluidos. Matemáticamente, el empuje se calcula de la forma siguiente:

$$E = V d_L g = m_L g$$

La flotación de los cuerpos en fluidos está directamente relacionada con el empuje. Si el peso es mayor que el empuje, el cuerpo se hunde. Si el peso es igual al empuje, el cuerpo está en equilibrio dentro del fluido (estático). Finalmente, si el empuje es mayor que el peso, el cuerpo asciende.

El empuje, además, se puede definir también como la diferencia del peso “en el aire” y el peso “aparente” en el interior del fluido:

$$E = P_{aire} - P_{aparente}$$

### 5.3. Ejercicios.

1) Calcula la presión de un objeto de 70 kg sobre el suelo, si se apoya en una base de 0.40 metros cuadrados.

2) Una mesa de cuatro patas tiene 10 kg de peso y cada pata posee 20 centímetros cuadrados de área. Calcula la presión de la mesa frente al suelo.

3) Una aguja de jeringuilla tiene una superficie de 0.01 metros cuadrados. Calcula la fuerza que hay que hacer para que sea dolorosa, si ésta fuerza tiene una presión umbral es de 4 megapascuales.

4) Un gas se halla encerrado en un cilindro de 90  $cm^2$  de superficie y masa despreciable. Calcula la presión del gas sobre el émbolo si sobre él hay una pesa de 15 kg.

5) Calcula la presión que el mar ejerce sobre un batiscafo sumergido a 1800 metros de profundidad. Halla también la fuerza ejercida sobre una escotilla de medio metro cuadrado de superficie en el batiscafo. Densidad del mar= $1030kg/m^3$

6) Calcula la presión ejercida por el mar sobre un submarinista que bucea a 25 metros de profundidad. Densidad del mar= $1030kg/m^3$ . Si el submarinista

ta tiene unas gafas de  $150\text{cm}^2$  de superficie total , calcula la presión ejercida sobre ellas por el mar.

7) Los émbolos de un elevador hidráulico tiene secciones de 80 y 500 centímetros cuadrados. Se deposita una pesa de 5 kg en el émbolo de menor superficie. Calcula el peso que puede elevar el otro émbolo.

8) Se aplica una fuerza de 4000 N sobre el émbolo menor de una grúa hidráulica. Si el otro émbolo tiene una sección 5 veces mayor, calcula el peso que puede levantar esta grúa.

9) Calcular el empuje ejercido sobre una pelota de 4000 centímetros cúbicos de volumen si se sumerge totalmente en agua. Densidad del agua:  $1000\text{kg}/\text{m}^3$ . ¿Sería menor, igual o mayor el empuje en agua de mar?

10) La Perla Negra es un barco de 75000 t. Determina el volumen de su parte sumergida cuando navega por el mar. Densidad del agua de mar  $1030\text{kg}/\text{m}^3$ .

11) Una pelota de  $12\text{ dm}^3$  t 5.2 N de peso flota en el agua. Calcula: a) el volumen sumergido de la pelota, b) la fuerza resultante si se sumerge totalmente la pelota en el agua y se deja en libertad, c) la aceleración con la que ascendería si no hubiera rozamientos con el agua que considerar.

12) Una persona tiene un volumen de  $70\text{ dm}^3$  y una masa de 75kg. Calcula: a) el empuje que el aire atmosférico ejerce sobre la persona (densidad  $1.29\text{kg}/\text{m}^3$ ), b) su peso real (en el vacío), c) su peso aparente (en el aire).

**THE END**