

LILI SAMURKOVA

FÍSICA Y ASTRONOMÍA

9^o grado



МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНА ПРОГРАМА

„Разработване на учебни помагала за обучение по общообразователни учебни предмети на чужд език, оценяване и одобряване на проекти на учебни помагала за подпомагане на обучението, организирано в чужбина, на проекти на учебници и на проекти на учебни комплекти“

МОДУЛ

„Разработване на учебни помагала за обучение по общообразователни учебни предмети на чужд език“

9.
КЛАС

Физика и астрономия на испански език

Учебно помагало

Разработено от авторски екип
към 164. гимназия с преподаване на испански език
„Мигел де Сервантес“, гр. София

АЗ·БУКИ

Национално издателство за образование и наука „Аз-буки“
2021 г.

ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ ЗА 9. КЛАС НА ИСПАНСКИ ЕЗИК

Учебно помагало, разработено от авторски екип

към 164. гимназия с преподаване на испански език „Мигел де Сервантес“ – София, 2021 г.

Автор на текста: Лили Йорданова Самуркова-Иванова, 2021 г.

Редактор: Ина Максимова Генчева, 2021 г.

Графичен дизайн: Петър Любомиров Хераков, 2021 г.

Илюстрации: Мелиса Висенте Аренияс Аро, 2021 г.

Национално издателство за образование и наука „Аз-буки“

1113 София, бул. „Цариградско шосе“ 125, бл. 5,

тел. 02/4250470; E-mail: azbuki@mon.bg; web: www.azbuki.bg; www.azbuki.eu

Графично оформление: Петко Богданов

Първо издание, 2021 г.

Формат: 210 x 280 мм; 120 страници

e-ISBN: 978-619-7667-01-1

Уважаеми ученици,

Изучаването на физика и астрономия на испански език е предизвикателство за всеки. Убедени сме, че във възможностите ви е да се справите успешно. В девети клас вие разширявате знанията си и уменията да ги прилагате, в областите механика, топлинни явления, електрически ток, механични трептения и вълни, като едновременно с това задълбочавате познанията си по испански език в областта на научната терминология.

Учебното помагало има за цел да ви помогне успешно да преминете по този нелек път. То включва кратко представяне на учебно съдържание, *Terminología* – превод на български език на основни понятия, използвани в урока и *Actividades* – разнообразни дейности за пресмятане, обясняване, сравняване, експериментиране, измисляне, откриване на връзки и др. В помагалото са обособени две рубрики – *Para saber más* и *Tema para comentar*, с които искаме да предизвикаме интереса ви към някои от многобройните практически приложения на физичните закони, да стимулираме активността ви самостоятелно да потърсите информация, и да ви провокираме да разсъждавате, да изкажете мнението си, като приложите знанията си по физика и астрономия. В края на помагалото е включен кратък терминологичен речник – *Glosario*, който ще ви помогне по-лесно да изпълните тези задачи на испански език.

Пожелаваме ви успешна работа!

Авторският екип

Índice

Parte I MECÁNICA

1. Movimiento de los cuerpos.....	8
2. Velocidad y aceleración.....	10
3. Movimiento uniformemente acelerado.....	12
4. Movimiento uniformemente desacelerado.....	14
5. Caída libre.....	16
6. Primera ley de Newton.....	18
7. Segunda ley de Newton.....	20
8. Tercera ley de Newton.....	22
9. Fuerzas de rozamiento y de resistencia del aire.....	24
10. Equilibrio de los cuerpos.....	26
11. Trabajo y potencia.....	28
12. Energía cinética y energía potencial gravitatoria.....	30
13. Ley de conservación de la energía mecánica.....	32
14. Ley de Pascal.....	34
15. Presión hidrostática.....	36
16. Ley de Arquímedes.....	38
17. A reparar: cuestiones y problemas de mecánica.....	40

Parte II FENÓMENOS TÉRMICOS

18. Agitación térmica de las partículas. Energía interna.....	46
19. Temperatura.....	48
20. Cantidad de calor. Equilibrio térmico.....	50
21. Cambios del estado de una sustancia.....	52
22. Vaporización de las sustancias.....	54
23. Primer principio de la termodinámica.....	56
24. Procesos que pasan en un gas.....	58
25. Máquinas térmicas. Motor de combustión interna.....	61
26. Impacto ecológico del uso de las máquinas térmicas.....	63
27. A reparar: cuestiones y problemas de fenómenos térmicos.....	65

Parte III CORRIENTE ELÉCTRICA

28. Corriente eléctrica. Ley de Ohm.....	70
29. Conexión de consumidores.....	74
30. Trabajo y potencia de la corriente eléctrica.....	76
31. Ley de Ohm generalizada.....	78
32. Corriente eléctrica en metales.....	82
33. Corriente eléctrica en semiconductores.....	84
34. Aplicación de los semiconductores.....	87
35. A reparar: cuestiones y problemas de corriente eléctrica.....	90

Parte IV OSCILACIONES. ONDAS MATERIALES. SONIDO

36. Características de las oscilaciones. Sistemas oscilantes.....	94
37. Cambios de la energía durante una oscilación. Resonancia.....	97
38. Ondas mecánicas.....	100
39. Sonido. Infrasonido y ultrasonido.....	103
40. A reparar: cuestiones y problemas de oscilaciones y ondas mecánicas.....	107

Glosario.....	109
Apéndice.....	115
Bibliografía.....	117

Introducción

La ciencia Física tiene diferentes partes: la Mecánica, la Electricidad y Magnetismo, la Óptica, la Termodinámica, la Física Nuclear, etc. Todas ellas estudian los fenómenos naturales, las interacciones entre los objetos, el comportamiento de los sistemas de cuerpos, las leyes que obedecen. El conocimiento se consigue al aplicar **el método científico**. El objetivo final es explicar el fenómeno observado y poner en práctica lo descubierto. Durante este largo proceso la ciencia avanza aplicando **dos métodos de estudio: el teórico y el experimental**.

A diferencia del lenguaje cotidiano, que es libre y muy variado, la terminología científica es precisa y determinada y exige el uso de nociones concretas. Así, decimos que la Física estudia los **fenómenos físicos** que se describen y determinan mediante **magnitudes físicas** y sus **unidades de medida** correspondientes, se miden los valores de las magnitudes utilizando **aparatos de medida**.

A lo largo de los años, la gente se ha dado cuenta que puede existir una gran variedad de unidades de medida que en un momento dificulta el entendimiento entre las naciones, el comercio, el intercambio de información científica. Por eso, en 1960, en la Conferencia General de Pesas y Medidas, celebrada en París, se acepta **El Sistema Internacional de Unidades (SI)** que regula el asunto. El SI determina **siete magnitudes fundamentales** (Apéndice, Tabla 1). Todas las demás que provienen al aplicar las operaciones matemáticas multiplicación y división, llevan el nombre de magnitudes derivadas (Apéndice, Tabla 2). También se definen algunas **magnitudes y unidades de uso práctico**: el litro, el tono, la hora, el grado Celsius, entre otras.

Recordemos que en la Física se utilizan factores, denominados **múltiplos** y **submúltiplos** de las unidades de medida para que sea más cómoda y clara la expresión de los valores numéricos (Apéndice, Tabla 3). Existen numerosos ejemplos: medimos la energía eléctrica consumida en kWh (kilovatios-hora), la potencia de una central eléctrica es del orden de MW (megavatios), en las nanotecnologías se trabaja con distancias de μm (micrómetro) y nm (nanómetro), un rayo produce corriente eléctrica de kA (kiloamperios).

TERMINOLOGÍA

alzar una hipótesis: издигам/изказвам хипотеза

aparato de medida: измервателен (измерителен) уред

concepto = noción = término: понятие

división: деление

factor: множител

fenómeno: явление

hipótesis: хипотеза

magnitud derivada: производна единица

magnitud física: физична величина

magnitud fundamental: основна единица

multiplicación: умножение

múltiplo: кратен

objeto: объект; предмет

plantear un problema: поставям задача

recoger datos: събирам данни

submúltiplo: дробен

tratar datos: обработвам данни

unidad de medida: мерна единица

valor (valor numérico): стойност, големина (числена стойност)

ACTIVIDADES

1. Ordena las etapas del método científico utilizando los marcadores de causa y consecuencia: **primero, después, como resultado de, a consecuencia de, por consiguiente, al final ...**

comunicación científica; observación; planteamiento de un problema; interpretación de los resultados; realización de experimentos y medidas, recogida de datos; elaboración de modelos; determinación de relaciones entre las magnitudes; formulación de leyes y teorías; alzamiento de una hipótesis;

2. ¿Qué procedimiento vas a aplicar si quieres estudiar el movimiento de un coche? ¿Qué magnitudes físicas necesitas para describir tal movimiento?

3. Relaciona los conceptos de los grupos A, B y C y ordénalas en una tabla: cada uno de los aparatos de medida con las magnitudes que mide y las unidades correspondientes:

A. *fuerza, trabajo, velocidad, distancia, masa, temperatura, presión, voltaje, intensidad de corriente, tiempo;*

B. *metro por segundo, segundo, newton, vatio, julio, metro, voltio, grado Celsius, kilovatio-hora, pascal, amperio;*

C. *cinta métrica, balanza, barómetro, cronómetro, velocímetro, manómetro, kilometraje, dinamómetro, regla, báscula, amperímetro, voltímetro, contador de luz;*

A. magnitud física	B. unidad de medida	C. aparato de medida

4. Convierte las unidades de medida: 72 km/h en m/s; 7,9 km/s en m/s; 0,0004 A en mA y en μ A; 20 MW en W.

5. Te han pedido estudiar el alargamiento de una cuerda elástica cuando se aplica una fuerza. Tienes apuntados algunos datos de la fuerza aplicada y el alargamiento correspondiente:

Fuerza (newtones): 0, 2, 4, 6, 8, 10

Alargamiento (centímetros): 0, 4, 8, 12, 16, 20

a) Organiza estos datos en una tabla de manera precisa y clara, tal como lo exige el método científico.

b) Representa gráficamente el alargamiento en función de la fuerza.

Para saber más

Busca información sobre algunas unidades de distancia, diferentes del metro, que se utilizan en países como los Estados Unidos, Inglaterra y otros países.

Tema para comentar

¿En qué se diferencian y en qué se parecen la ciencia de los siglos XVI- XVIII y la ciencia de hoy día?

PARTE I

MECÁNICA

La Mecánica es una de las partes de la Física que se desarrolla desde tiempos remotos cuando todavía la física no existe por separado, sino forma parte de las ciencias naturales. Hasta los finales del siglo XVI reinan los argumentos de la filosofía antigua de Aristóteles y del astrónomo Ptolomeo que creen en la existencia de una Tierra inmóvil, centro del universo. Sin embargo, existen observaciones que no concuerdan con estas ideas. Uno de los que se atreven a anunciar su opinión, contraria a las existentes, es el italiano Galileo Galilei (1564 – 1642). Basando sus conclusiones sobre experimentos y, por primera vez, incluyendo el uso de modelos y deducciones lógicas, Galileo pone los cimientos de la mecánica clásica que, posteriormente, Isaac Newton (1642 – 1727) desarrolla.

La Mecánica se compone **de tres partes**.

La Cinemática: estudia las características generales del movimiento – el tipo de movimiento, la distancia recorrida, el tiempo empleado, la aceleración, etc. – sin prestar atención sobre las causas. En la cinemática basta con saber la ley de la velocidad $v(t)$ y la ley de la distancia $s(t)$. Mediante estas fórmulas se puede calcular qué posición y qué velocidad tendrá el cuerpo en un momento de su movimiento, incluso en un momento futuro.

La Dinámica: estudia las fuerzas que actúan sobre el cuerpo que se mueve: su valor, dirección y sentido. Mediante la dinámica se explica cómo las fuerzas determinan el tipo de movimiento.

La Estática: estudia las condiciones de equilibrio de un cuerpo.

Podemos estudiar el movimiento de un cuerpo sólo a partir de una de las partes. Sin embargo, el conocimiento completo se alcanza al aplicar las tres partes.



1. Movimiento de los cuerpos

Sabemos que cada cuerpo tiene dos estados mecánicos: **estado de reposo** o **estado de movimiento**. Una de las primeras preguntas que surge es: ¿cómo entendemos que un cuerpo se mueve?

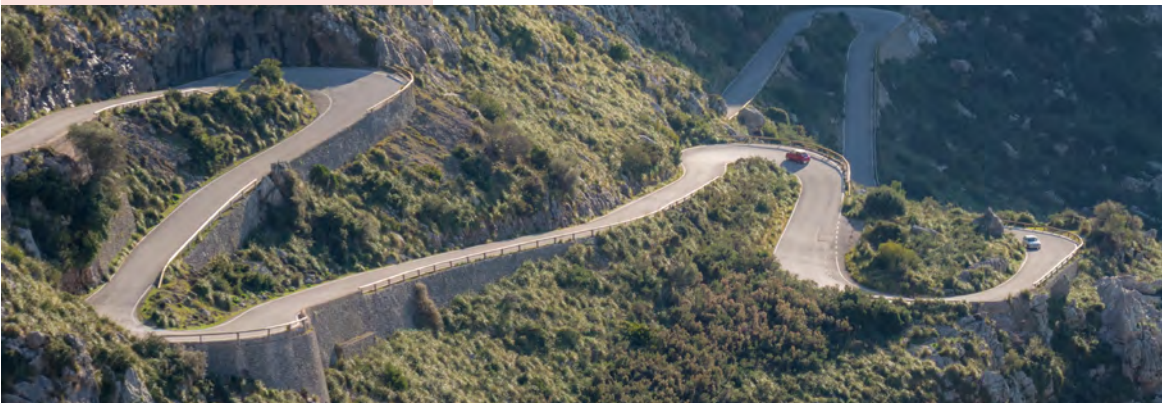
Recordemos la definición: **un cuerpo se mueve cuando cambia su posición respecto a un punto de observación (respecto a otros cuerpos)**. De tal manera, si tenemos dos coches que se mueven con igual velocidad y con igual sentido de movimiento, uno respecto a otro los dos coches están en reposo y respecto a los edificios y los árboles, en movimiento. Hay numerosos ejemplos que nos indican **la característica principal del movimiento: su relatividad**. Un cuerpo puede estar en reposo o en movimiento respecto a diferentes objetos.

Por consiguiente, cuando estudiamos el movimiento de un cuerpo siempre se elige un **cuerpo de referencia**. Lo hacemos libremente dependiendo del caso concreto: puede ser el sol, la tierra, un mueble, un edificio, etc. Con el cuerpo de referencia se relaciona **un sistema de coordenadas** (la abscisa, la ordenada, el origen) y un cronómetro para medir el tiempo. Así podemos estudiar **el cambio de la velocidad, la distancia recorrida y el desplazamiento** (*Fig. 1*) y representar gráficamente el movimiento.

Para estudiar un movimiento a partir de la cinemática, necesitamos saber **dos fórmulas**, denominadas **ley de la distancia** (ley del movimiento) $s(t)$ y **ley de la velocidad** $v(t)$. Ellas nos indican cómo se recorre la distancia con el tiempo y cómo cambia la velocidad con el tiempo. Las dos fórmulas representan un sistema de ecuaciones mediante los cuales podemos determinar dónde se va a encontrar el cuerpo en un momento futuro y qué velocidad va a tener.

La clasificación de los movimientos se hace a partir de distintos criterios. Según el cambio de la velocidad se distinguen **movimiento de velocidad constante** – movimiento uniforme – y **movimien-**

Fig. 1. Distancia recorrida y desplazamiento



to de velocidad variable – movimientos acelerados y desacelerados–. Según la trayectoria los movimientos pueden ser: **rectilíneo** y **curvilíneos** – circular, elíptico, parabólico, espiral, etc. –.

TERMINOLOGÍA

aceleración: ускорение

cuerpo de referencia: отправно тяло

curvilíneo: криволинеен

desplazamiento: преместване

dirección: направление; dirección horizontal, vertical

distancia recorrida = espacio recorrido: изминат път

estado de movimiento: състояние на движение

estado de reposo: състояние на покой; покой

estado mecánico: механично състояние

ley de la distancia = ley del movimiento: закон за пътя (за движението)

ley de la velocidad: закон за скоростта

movimiento uniforme: равномерно движение

recorrer = pasar; recorrer una distancia: изминавам разстояние

rectilíneo: праволинеен

relatividad: относителност

sentido: посока; sentido positivo, negativo; moverse en sentido de...

trayectoria: траектория

uniforme = de valor constante = invariable: равномерен, постоянен

ACTIVIDADES

1. Observa la gráfica (Fig. 2) y responde a las preguntas. ¿Cuál es la diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida? ¿A qué denominamos trayectoria? ¿Cuál es el movimiento más simple según el cambio de su velocidad y según su trayectoria?

2. De cada grupo de nociones forma una oración, expresando una relación correcta entre los conceptos.

a) Movimiento, distancia, ley, tiempo, recorrer.

b) Movimiento, rectilíneo, circular, trayectoria, observar, cambiar.

c) Movimiento, relatividad, característica, representar.

3. Un barco y una gaviota se mueven en un mismo sentido de tal manera que la velocidad de la gaviota es tres veces superior a la velocidad del barco. Determina y explica si la gaviota se mueve respecto a: (1) la tierra; (2) un hombre inmóvil sobre la cubierta; (3) un chico que corre por la cubierta; (4) otra gaviota que tiene igual velocidad y sentido de movimiento que la primera.

Para saber más

Busca información qué significa „10%“, escrito en las señales de tráfico de advertencia de peligro “Bajada peligrosa” y “Subida con fuerte pendiente”

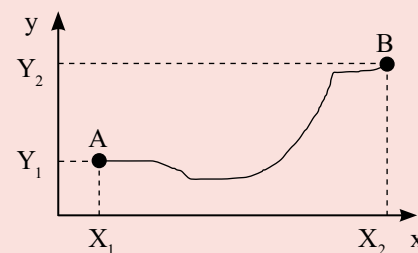


Bajada peligrosa



Subida con fuerte pendiente

Fig. 2. Trayectoria, distancia, desplazamiento



Tema para comentar

El cuerpo de referencia puede ser mi casa, mi silla o la catedral Alejandro Nevski.

2. Velocidad y aceleración



Fig. 1. Velocímetro

La velocidad es una magnitud que caracteriza la rapidez del movimiento. De la experiencia cotidiana sabemos que normalmente durante un movimiento la velocidad cambia y solo en algunos intervalos de tiempo se mantiene constante. Observemos dos ejemplos que nos permitirán descubrir algunas diferencias entre las velocidades.

Ejemplo 1: Tu amigo te cuenta que ha recorrido en 2 horas la distancia entre Sofía y Plovdiv, igual a 140 km.

Ejemplo 2: Viajas en un coche, sentado al lado del conductor y cada 10 segundos apuntas las velocidades que marca el velocímetro: 10 km/h, 10 km/h, 30 km/h, 40 km/h, 30 km/h, 20 km/h, 10 km/h, 0 km/h.

¿Qué información sobre la rapidez de los dos movimientos puedes encontrar? ¿Cuándo disponemos de más datos?

En los casos observados se trata de dos velocidades: **la velocidad media** en Ejemplo 1 y **la velocidad instantánea** en Ejemplo 2.

La velocidad media es igual al cociente entre la distancia total recorrida y el tiempo total del movimiento. Se expresa mediante la fórmula de movimiento uniforme:

$$v_{media} = \frac{s}{t}$$

La velocidad instantánea se determina mediante la distancia recorrida Δs tomada para un intervalo de tiempo Δt muy pequeño durante el cual las características del movimiento no cambian.

$$v_{inst} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

En ambos casos la unidad de medida en el SI es $\frac{m}{s}$.

La aceleración es una magnitud que caracteriza el cambio de la velocidad con el tiempo. La aceleración es igual al cocien-

te entre el cambio de la velocidad $\Delta v = v_2 - v_1$ durante el intervalo de tiempo correspondiente $\Delta t = t_2 - t_1$.

Se marca con la letra **a**, tiene unidad de medida $\frac{m}{s^2}$ y se calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

TERMINOLOGÍA

cociente: частно, отношение

velocidad instantánea: моментна скорост

velocidad media: средна скорост

ACTIVIDADES

1. Calcula la velocidad media si un autobús recorre la mitad de una distancia con una velocidad constante de 15 m/s y la segunda mitad, con una velocidad igual a 10 m/s.

2. Calcula la velocidad media de un coche si la primera mitad del tiempo se mueve con una velocidad de 40 km/h y la segunda mitad del tiempo, con una velocidad de 60 km/h.

3. La distancia entre dos ciudades es 120 km. Un camión recorre los primeros 80 km con una velocidad media de 50 km/h y el resto de la distancia, en media hora. Determina su velocidad media para todo el espacio recorrido.

4. Un ciclista se mueve 40 min con una velocidad de 20 km/h, una hora descansa y después recorre el resto de la distancia en 30 min con una velocidad de 30 km/h. Calcula la velocidad media de su movimiento.

5. Un camión cambia su velocidad de 5 m/s a 20 m/s en 1 minuto. Calcula su aceleración.

Para saber más

Busca información sobre la velocidad que desarrollaban los primeros coches y trenes. ¿Cómo se movían? Compara con las velocidades de los coches de Fórmula 1.



Tema para comentar

Los astronautas se preparan de manera especial para aguantar las grandes aceleraciones durante el lanzamiento de una nave espacial.

3. Movimiento uniformemente acelerado

Para hacer diferencia entre los movimientos hay que tener en cuenta los cambios de la velocidad con el tiempo. Observemos los casos representados en la Tabla 1. Tres móviles A, B y C tienen apuntadas sus velocidades v_1, v_2, v_3, \dots en los momentos correspondientes t_1, t_2, t_3 .

Respondemos a las preguntas: ¿En que se parecen y en qué se diferencian los tres movimientos? ¿Hay movimientos durante los cuales podemos determinar la velocidad en un momento futuro que no está en la tabla, por ejemplo, en el momento $t = 40$ s?

Tabla 1. Tres móviles cambian sus velocidades con el tiempo

	$t_1 = 0$ s	$t_2 = 5$ s	$t_3 = 10$ s	$t_4 = 15$ s	$t_5 = 20$ s
Móvil A	$v_1 = 0$ m/s	$v_2 = 3$ m/s	$v_3 = 5$ m/s	$v_4 = 6$ m/s	$v_5 = 10$ m/s
Móvil B	$v_1 = 0$ m/s	$v_2 = 2$ m/s	$v_3 = 4$ m/s	$v_4 = 6$ m/s	$v_5 = 8$ m/s
Móvil C	$v_1 = 2$ m/s	$v_2 = 3$ v	$v_3 = 4$ v	$v_4 = 5$ m/s	$v_5 = 6$ m/s

De los datos de la tabla entendemos que los tres móviles aumentan su velocidad. Algunos empiezan su movimiento sin velocidad inicial (A y B) y el otro ya tiene una velocidad inicial (C) cuando empezamos la observación de su movimiento. La velocidad del móvil A crece de manera irregular, mientras que los móviles B y C cambian regularmente su velocidad. Lo hacen con diferente rapidez; también tienen diferentes velocidades iniciales. De tal manera podemos concluir que los móviles B y C realizan un **movimiento uniformemente acelerado**.

La ley de la velocidad y la ley de la distancia durante un movimiento uniformemente acelerado se dan con las fórmulas:

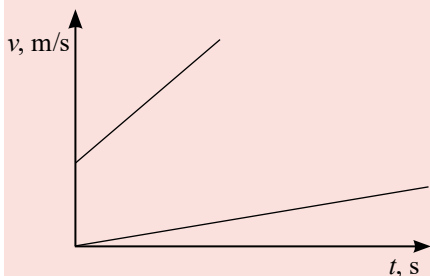
$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0t + \frac{at^2}{2}$$

siendo v_0 la velocidad inicial.

La ley de la velocidad de un movimiento uniformemente acelerado se representa en gráficas velocidad-tiempo con una línea recta inclinada (Fig. 1).

Fig. 1. Representación gráfica de la ley de la velocidad



TERMINOLOGÍA

móvil: cuerpo en movimiento

uniformemente acelerado: равноускорительно

ACTIVIDADES

1. ¿Utiliza los datos de la Tabla 1 y calcula las aceleraciones de los móviles B y C?

2. Utiliza los datos de la Tabla 1 y dibuja en un sistema de coordenadas las gráficas velocidad-tiempo para los móviles B y C.

3. Las gráficas velocidad-tiempo representan los movimientos de dos vehículos (1) y (2) (Fig. 2). Obsérvalas y contesta a las preguntas:

- ¿En qué se diferencian los dos movimientos?
- ¿Qué indican las partes paralelas de las dos gráficas?

4. Un vehículo se desplaza con movimiento uniformemente acelerado con aceleración a , cambiando su velocidad de v_0 a v_1 . Comprueba que la distancia recorrida s puede expresarse con la fórmula

$$s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$$

5. Observa la gráfica velocidad-tiempo de un movimiento rectilíneo (Fig. 3) y determina:

- el tipo de movimiento;
- la velocidad 1 min después de la partida;
- la distancia recorrida 1 min después de la partida.



Fig. 2.

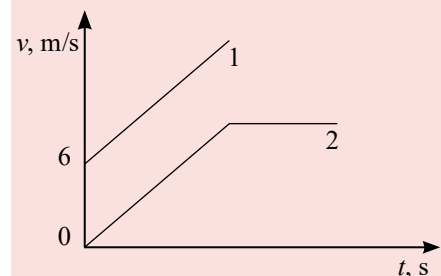
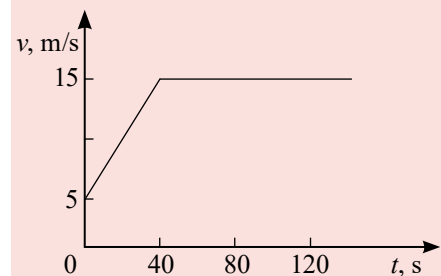


Fig. 3.



4. Movimiento uniformemente desacelerado

Para definir el otro tipo de movimiento de velocidad variable observemos los casos representados en la Tabla 1. Dos móviles P y Q tienen apuntadas sus velocidades v_1, v_2, v_3, \dots en los momentos correspondientes t_1, t_2, t_3 .

Respondemos a las preguntas:

¿En qué se parecen y en qué se diferencian los dos movimientos? ¿Hay movimiento durante el cual podemos determinar qué valor va a tener la velocidad en un momento futuro que no está en la tabla, por ejemplo, en el momento $t = 30$ s?

Tabla 1. Dos móviles cambian sus velocidades con el tiempo

	$t_1 = 0$ s	$t_2 = 5$ s	$t_3 = 10$ s	$t_4 = 15$ s	$t_5 = 20$ s
Móvil P	$v_1 = 12$ m/s	$v_2 = 10$ m/s	$v_3 = 9$ m/s	$v_4 = 6$ m/s	$v_5 = 4$ m/s
Móvil Q	$v_1 = 10$ m/s	$v_2 = 8$ m/s	$v_3 = 6$ m/s	$v_4 = 4$ m/s	$v_5 = 2$ m/s

De los datos de la tabla entendemos que los móviles disminuyen su velocidad. La velocidad del móvil P disminuye de manera irregular, mientras que la del móvil Q cambia regularmente. En ambos casos existe velocidad inicial. Podemos concluir que el móvil Q va a parar en el momento $t = 30$ s y realiza un **movimiento uniformemente desacelerado**.

La **ley de la velocidad** y la **ley de la distancia** durante un movimiento uniformemente desacelerado se dan con las fórmulas:

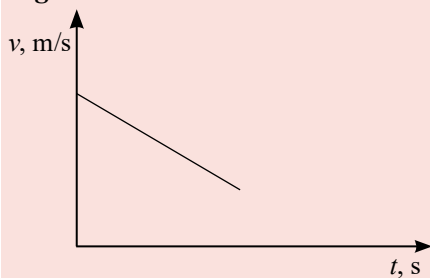
$$v = v_0 - at$$

$$s = v_0t - \frac{at^2}{2}$$

siendo v_0 la velocidad inicial.

La gráfica de la ley de la velocidad de un movimiento uniformemente desacelerado es una línea recta inclinada (*Fig. 1*). En el momento cuando la línea cruza la abscisa, el vehículo se detiene y el tiempo empleado se llama **tiempo de paro (tiempo de frenado)**. La distancia recorrida se conoce como **distancia de paro (distancia de frenado)**.

Fig. 1.



TERMINOLOGÍA

desaceleración: disminución de la aceleración

distancia de paro = distancia de frenado: спирачен път

tiempo de paro = tiempo de frenado: спирачно време

uniformemente desacelerado: равномерно събително

ACTIVIDADES

1. Para detenerse un autobús cambia su velocidad de 72 km/h a 15 km/h en 30 s. Determina su desaceleración y el tiempo empleado en ese movimiento.

2. Durante su movimiento uniformemente desacelerado un móvil cambia su velocidad de v_0 hasta detenerse, con desaceleración a . Comprueba que la distancia de paro se da mediante la expresión $s = \frac{v_0^2}{2a}$

3. Un conductor se mueve por una vía recta y horizontal a velocidad de 90 km/h. De repente él pisa los frenos, en 10 s su velocidad disminuye hasta 30 km/h y después se detiene. Determina el tiempo y la distancia de paro.

4. Rellena los huecos de la tabla que representa el movimiento de un carrito con los datos adecuados. Calcula la distancia que el carrito va a recorrer hasta el momento $t = 9$ s. El carrito cambia uniformemente su velocidad.

t, s	0	3	5	10
$v, m/s$	6			0

5. Representa en una gráfica velocidad-tiempo un movimiento uniformemente desacelerado con $a = 0,6 \text{ m/s}^2$ de un vehículo que tiene velocidad inicial 45 km/h y se detiene al final. Expresa la velocidad en m/s.



Tema para comentar

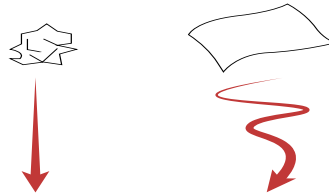
Según los expertos de seguridad vial es peligroso moverse largo tiempo pisando constantemente el pedal del freno. Es mejor utilizar la posibilidad de frenada del motor del vehículo.

5. Caída libre

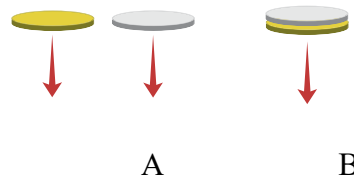
Sabemos de nuestra experiencia cotidiana que todos los cuerpos caen hacia la tierra porque sobre cada uno de ellos actúa la fuerza de gravedad.

También sabemos que algunos cuerpos caen más rápidamente, otros no. Podemos demostrarlo haciendo dos experimentos, eligiendo iguales alturas iniciales.

Ejemplo 1. Se dejan caer hacia el suelo dos iguales hojas de papel (**de igual tamaño y masa**) pero **una de las hojas está arrugada en forma esférica**. Observamos el tiempo de caída.



Ejemplo 2. Se dejan caer dos cuerpos **de igual forma, pero de diferente masa**, por ejemplo, una moneda y un círculo de papel, de iguales diámetros. Observamos la caída en dos situaciones: (A) la moneda y el papelito caen por separado y (B) el círculo de papel se pone sobre la moneda y se dejan caer los dos, juntos



¿A qué se debe el hecho que la hoja comprimida y la hoja suelta caen con diferente rapidez en el *Ejemplo 1*? ¿Qué diferencias existen en la caída en las situaciones A y B del *Ejemplo 2*?

Semejantes preguntas y los razonamientos hechos a continuación llevan a Galileo Galilei a la conclusión básica: **la causa principal del diferente tiempo de caída de los objetos es la acción de la fuerza de resistencia del aire sobre ellos.**

La fuerza de resistencia depende del medio donde se encuentra el cuerpo y de la forma del cuerpo. También depende de la velocidad, cuando esta es del orden de cientos m/s.

Si se elimina la resistencia del aire, cada cuerpo, a pesar de su forma y masa, cae con igual aceleración y, por consiguiente, en igual tiempo. Tal movimiento se denomina **caída libre**.

Las características de la caída libre pueden resumirse de la siguiente manera: es un movimiento rectilíneo, sin velocidad inicial, uniformemente acelerado. Los cuerpos caen libremente con igual aceleración, denominada **aceleración gravitatoria $g = 9,81 \text{ m/s}^2$** . La aceleración gravitatoria depende de la latitud sobre la tierra. Su valor varía de $9,78 \text{ m/s}^2$ en el ecuador, hasta en $9,83 \text{ m/s}^2$ los polos.

Entonces, para una caída libre, **la ley de la velocidad es $v = gt$** y **la ley del movimiento es $s = h = \frac{gt^2}{2}$** .

Si lanzamos verticalmente hacia arriba una pelota, aplicándole cierta velocidad inicial, observaremos que su movimiento se compone de dos partes: elevación hasta alcanzar su altura máxima y una caída desde dicha altura hasta la superficie de la tierra. Cuando los experimentos se hacen cerca de la superficie de la tierra y despreciamos la resistencia del aire, se acepta que la pelota se mueve con aceleración igual a la gravitatoria g .

TERMINOLOGÍA

aceleración gravitatoria: гравитационно ускорение

caída libre: свободно падане

fuerza de resistencia del aire: сила на съпротивление на въздуха

latitud: географска ширина

ACTIVIDADES

1. Explica por qué durante un largo tiempo la caída de los cuerpos no ha sido explicada correctamente.

2. Una bola se deja caer desde el último piso de un edificio y llega al suelo en 2 s. Determina de qué altura cae y con qué velocidad alcanza la tierra. Considera que actúa sólo la fuerza de gravedad. Toma $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

3. De una altura de 10 m se deja caer libremente un objeto. Calcula la velocidad con que cae sobre el suelo. Toma $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

4. Comprueba que la distancia recorrida durante una caída libre puede expresarse mediante la fórmula $h = \frac{v^2}{2g}$.

5. Encuentra las parejas de los dos grupos de nociones. Explica tu elección:

velocidad media	el movimiento es relativo
fuerza de gravedad	cinemática
ley de la velocidad	caída libre
reposo y movimiento	cambio de la velocidad

6. Primera ley de Newton

Haciendo numerosos experimentos, Galileo pone en duda la idea de que sin fuerza no hay movimiento y encuentra la causa por la cual los cuerpos cambian su velocidad.

Él lanza objetos sobre planos horizontales más o menos rugosos y demuestra que cuanto más liso y pulido es el plano tanto más tarda en detenerse el objeto (*Fig. 1*). Sus conclusiones, a base de un método experimental, están en contradicción con las ideas de Aristóteles y de la Iglesia, pero son exactas y le dan la fama de fundador de la física clásica.

Newton continúa el trabajo de Galileo y en 1686 publica “Principios matemáticos de la filosofía natural” donde explica las causas de los movimientos.

La primera ley de Newton¹ o ley de inercia dice:

Un cuerpo está en reposo o realiza un movimiento uniforme y rectilíneo hasta que interacciona con otros cuerpos.

El movimiento de un objeto sobre un plano liso y horizontal no es uniforme debido a la existencia de las fuerzas de resistencia y rozamiento. En ausencia de tales fuerzas, el cuerpo no se va a detener y va a realizar un movimiento uniforme y rectilíneo.

En la naturaleza es imposible eliminar la acción de todas las fuerzas de rozamiento y las fuerzas de resistencia del aire o equilibrarlas largo tiempo con otras y, por consiguiente, sólo podemos observar situaciones que se aproximan a la ideal. El criterio si podemos despreciar las fuerzas de resistencia y de rozamiento es el valor de estas fuerzas, en comparación con las otras acciones.

Para **determinar cuantitativamente la acción** de un cuerpo sobre otro, utilizamos la magnitud física **fuerza**. Su unidad de medida en el SI es **newton (N)**.

Recordemos los elementos de una fuerza: el valor numérico, la dirección y el sentido, el punto de aplicación (*Fig. 2*).

Fig. 1. Experimento de Galileo

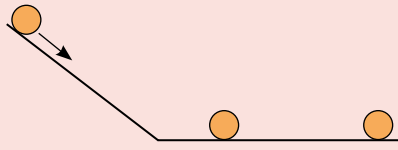
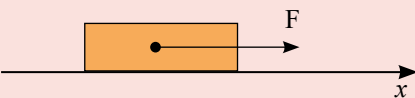


Fig. 2. Elementos de una fuerza



¹ Las leyes de Newton en búlgaro se conocen como *принципи на механиката*: primera ley de Newton o ley de la inercia *първи принцип на механиката*, segunda ley de Newton o principio fundamental *втори принцип на механиката*, tercera ley de Newton o principio de acción y reacción *трети принцип на механиката*.

Los cuerpos se diferencian uno de otro, a partir de los efectos que iguales acciones producen sobre ellos. Este hecho se relaciona con la propiedad de ser inerte que posee cada cuerpo. **La tendencia de los cuerpos a mantener su estado de reposo o movimiento, cuando están sometidos a varias acciones, se llama inercia.** La medida de la inercia de los cuerpos es la magnitud física **masa**.

TERMINOLOGÍA

aproximar: доближавам, приближавам

cuantitativamente: количествено

fuerza de rozamiento: сила на триене

inercia: инерция

movimiento inercial (movimiento uniforme y rectilíneo):

движение по инерция

plano rugoso: грапава равнина

propiedad de ser inerte: свойство инертност

punto de aplicación: приложна точка

ACTIVIDADES

1. Coloca una moneda sobre una hoja de papel y tira bruscamente la hoja. Observa y explica el comportamiento de la moneda
2. ¿Qué condiciones debemos asegurar para demostrar un movimiento inercial?
3. Da ejemplos de fuerzas que tienen igual dirección, pero diferentes sentidos.
4. Da ejemplo cuándo la fuerza aplicada en diferentes puntos sobre un cuerpo produce diferentes efectos.
5. Explica por qué cuando un autobús se detiene de repente, los pasajeros caen adelante. Y si arranca de repente, ¿cómo va a moverse la gente?

Para saber más

Busca información por qué un coche que se encuentra sobre una pendiente empieza a moverse hacia abajo sin la ayuda del motor. ¿Qué sucede y cómo es posible? ¿Qué significa descomponer una fuerza?

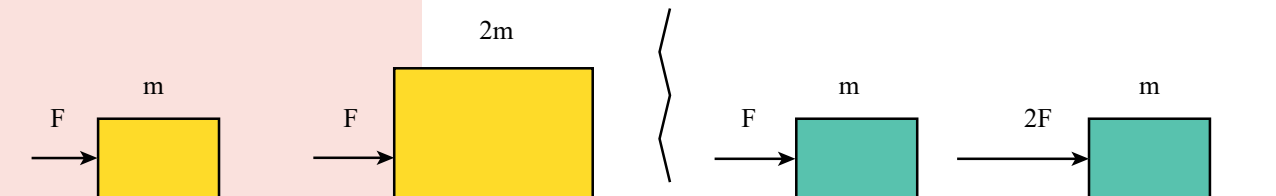
Tema para comentar

La primera ley de Newton se puede comprobar en el espacio cósmico.

7. Segunda ley de Newton

Newton hace varios experimentos en los cuales aplica iguales fuerzas sobre cuerpos de diferente masa y diferentes fuerzas sobre cuerpos de igual masa y observa el resultado. De tal manera él encuentra la relación entre la masa de un cuerpo, la acción sobre él y la aceleración obtenida (Fig. 1).

Fig. 1. Acción de fuerzas sobre varios cuerpos



Así formula la Segunda ley de Newton:

Si sobre un cuerpo actúan una o varias fuerzas, él empieza a moverse con una aceleración que es directamente proporcional al valor de la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

$$a = \frac{F}{m}$$

Esta afirmación se conoce también como principio fundamental de la mecánica.

De la fórmula $F = ma$ se deduce **la unidad de medida de fuerza** en el SI:

$$1N = 1kg \cdot 1 \frac{m}{s^2}$$

Si actúan varias fuerzas sobre un cuerpo, es necesario **calcular la fuerza resultante**.

La fuerza resultante, es aquella fuerza que **reemplaza la acción de dos o más fuerzas, de tal manera que el tipo de movimiento y el comportamiento del cuerpo no cambian**. Su valor se calcula cuando se toman en cuenta los valores de las fuerzas y el ángulo que forman con el sentido de movimiento. Si **las fuerzas actúan paralelamente a la dirección del movimiento** (Fig. 2) tenemos los casos siguientes:

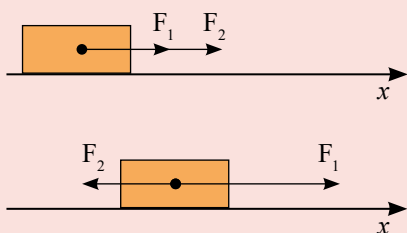
Las fuerzas actúan en sentido igual:

$$F_{result} = F_1 + F_2$$

Las fuerzas actúan en dos sentidos contrarios:

$$F_{result} = F_1 - F_2$$

Fig. 2. Acción de varias fuerzas sobre un cuerpo



TERMINOLOGÍA

directamente proporcional: правопрорционален

fuerza resultante: равнодействаща сила

inversamente proporcional: обратнопропорционален

Algoritmo para resolver problemas de dinámica cuando el movimiento es solo en dirección horizontal

1. En un sistema de coordenadas determina el sentido positivo.
2. Dibuja las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en movimiento.
3. Escribe la fuerza resultante para cada uno de los ejes x e y .
4. Aplica la Segunda ley de Newton para el eje x .
5. Expresa la magnitud desconocida y calcula su valor.

ACTIVIDADES

1. Explica los tipos de movimiento de un vehículo – uniformemente acelerado y desacelerado – teniendo en cuenta los cambios del valor de la fuerza de resistencia y la fuerza del motor.
2. Explica si aumentando el número de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es posible disminuir su aceleración. Da un ejemplo.
3. Demuestra, a partir de la Segunda ley de Newton, que la caída libre es un movimiento uniformemente acelerado.
4. Dos fuerzas se equilibran cuando su resultante tiene valor 0 N. ¿Qué valores y sentidos tienen las fuerzas?
5. Explica el movimiento uniforme a partir de la Segunda ley de Newton.
6. Una fuerza de 20 N produce una aceleración de 4 m/s^2 cuando actúa sobre cierta masa. Determina la aceleración de la misma masa cuando sobre ella se aplican dos fuerzas iguales a 20 N que tienen:
 - a) la misma dirección y sentido;
 - b) la misma dirección y sentidos contrarios.
7. Un autobús se mueve a velocidad constante de 70 km/h. La fuerza que ejerce el motor es igual a 20 kN. Determina el valor de la fuerza de rozamiento.
8. El motor de un carrito eléctrico, de masa 200 g, actúa con fuerza 40 N. La fuerza de rozamiento es igual a 39,95 N. Calcula la aceleración del carrito.
9. Un coche de 800 kg de masa va a 72 km/h. El conductor nota un obstáculo frente a él, a distancia 120 m, y pisa a fondo los frenos. El coche se detiene en 12 s ante el obstáculo.
 - a) Calcula la aceleración de frenada;
 - b) Calcula qué fuerza ejercen los frenos;
 - c) Dibuja la gráfica velocidad – tiempo.

8. Tercera ley de Newton

La tercera ley de Newton define la relación entre las fuerzas cuando dos cuerpos interactúan. Observemos un caso común: colocamos una caja sobre la mesa, tal como se representa en la figura 1. En este caso la interacción entre los cuerpos se determina mediante las fuerzas de **acción del cuerpo** (la caja que observamos) y **la reacción del apoyo** (la mesa sobre la cual está la caja).

La ley formulada por Newton dice:

Si un cuerpo actúa sobre otro con fuerza F_1 , el segundo reacciona con fuerza F_2 que tiene igual valor y sentido contrario sobre el primero.

$$F_1 = -F_2$$

Esta afirmación se conoce también como principio de la acción y la reacción.

Cada vez cuando actúan las fuerzas de acción y reacción (*Fig. 1*) ellas se caracterizan de la siguiente manera: **surgen simultáneamente**; tienen **distintos puntos de aplicación** y por eso no se calcula su resultante ni se equilibran; **se disponen sobre una línea**: la que pasa por los puntos de aplicación de las dos fuerzas; **tienen un origen común**: elástico, eléctrico, gravitatorio, magnético.

Según este principio las fuerzas de acción y reacción siempre aparecen por pares, son iguales y de sentido contrario y se aplican en distintos cuerpos. Lo último es importantísimo para el movimiento.

Con la ayuda de la tercera ley de Newton se explican varios movimientos y procesos en la técnica y en la vida. Por ejemplo, cuando andamos, corremos o saltamos, nuestros pies empujan la tierra y ella, por su parte, reacciona con fuerza que nos permite adelantar. Las aves, los aviones, los helicópteros vuelan porque, de acuerdo con la tercera ley, el aire reacciona a la fuerza que sus alas aplican sobre él. Lo mismo pasa cuando nadamos en el agua. **El movimiento de reacción** de algunos animales y aparatos (aviones, naves espaciales, etc.) también se basa en este principio.

Como sabemos, sobre todos los cuerpos actúa la fuerza de gravedad G . Como resultado de esta fuerza los cuerpos, por su parte, actúan sobre la superficie donde se encuentran. Esta acción es **el peso** del cuerpo. Lo vamos a designar con P (*Fig. 2*).

Fig. 1. Fuerzas de acción y reacción

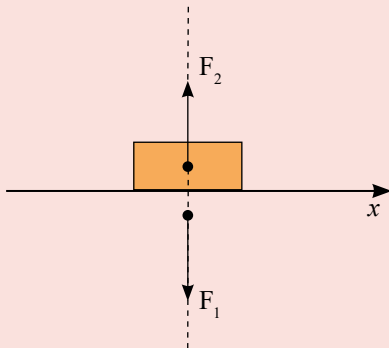
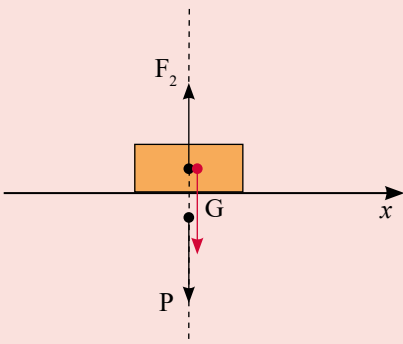


Fig. 2. El peso y la fuerza de gravedad



El punto de aplicación del peso se encuentra en el apoyo. Su valor numérico es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la aceleración de la gravedad cuando el cuerpo está sobre un plano horizontal.

$$P = |mg| = |G|$$

No debemos confundir el peso con la fuerza de gravedad. Son dos fuerzas diferentes, aplicadas sobre distintos cuerpos.

TERMINOLOGÍA

apoyo: опора

fuerza de acción: сила на действие

fuerza de reacción: сила на реакция/ на противодействие

movimiento de reacción: реактивно движение

peso: тегло

principio de la acción y reacción: принцип на действието и противодействието

ACTIVIDADES

1. Representa en un esquema las fuerzas que actúan sobre un coche en movimiento uniformemente desacelerado por una vía recta y horizontal. Escribe los nombres de las fuerzas. Expresa la resultante de las fuerzas que actúan en dirección horizontal y en dirección vertical y explica este movimiento a partir de las leyes de Newton.

2. Demuestra la acción de la tercera ley de Newton en el caso de la interacción entre: (1) dos cargas eléctricas; (2) la tierra y la luna; (3) dos imanes; (4) un cuerpo y la cuerda de la que cuelga.

3. Explica por qué es difícil correr sobre arena.

4. Indica si son *verdaderas o falsas* las afirmaciones. Explica *por qué*.

A. Un coche se encuentra en reposo. La resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es igual a cero.

B. El mismo coche recorre cierta distancia a una velocidad invariable de 50 km/h. Por consiguiente, la resultante de las fuerzas que actúan sobre él no puede ser igual a cero.

C. Si colocamos una vagoneta sobre un plano inclinado y la dejamos libre, se pone en movimiento sin la acción de ningunas fuerzas.

D. Todos los cuerpos caen en vacío desde la misma altura, en el mismo tiempo.

E. Todos los cuerpos caen en aire con igual aceleración.

Para saber más

Busca información ¿qué animales se mueven utilizando el movimiento de reacción y cómo lo realizan?

Tema para comentar

Los helicópteros pueden volar hasta cierta altura sobre la superficie de la tierra y no pueden alcanzar el monte Everest.

9. Fuerzas de rozamiento y de resistencia del aire

La fuerza de rozamiento es una de las más importantes no solo en la mecánica sino en la vida en general. Hay numerosos ejemplos que demuestran la acción y las particularidades de esta fuerza: tratamos de mover un armario y difícilmente lo conseguimos, un coche se desliza y no puede empezar su movimiento, etc.

Observemos el caso con el armario. Cuando el armario está inmóvil y tratamos de moverlo aplicando un empuje F , entre su fondo y la superficie de apoyo actúa la fuerza de **rozamiento estático** f_{est} que impide el movimiento. Esta fuerza poco a poco aumenta al aumentar el empuje y en un momento alcanza su valor máximo f_{max} . Si seguimos aumentando la fuerza de empuje, la fuerza de rozamiento ya no puede mantener el estado de reposo del armario y el mueble empieza a deslizarse. La fuerza de rozamiento ya se llama **rozamiento por deslizamiento** f . Se calcula mediante la fórmula:

$$f = kN$$

siendo k el coeficiente de rozamiento por deslizamiento y N la reacción normal del apoyo.

El coeficiente de rozamiento depende de las características de las dos superficies en contacto y no depende del área de contacto. Su valor se puede determinar de manera experimental y se da en tablas. Algunos valores puedes encontrar en la Tabla 1. La dirección de la fuerza de rozamiento está en dirección del movimiento pero es de sentido contrario al desplazamiento del cuerpo. Para un mismo par de materiales, la fuerza de rozamiento es mayor en

el momento cuando empieza el movimiento que cuando el desplazamiento ya se está efectuando.

La **resistencia del aire** es otra fuerza de gran importancia, que solo en raras ocasiones podemos eliminar y no tener en cuenta. Ella depende de varios factores como la forma del cuerpo y su velocidad. En general, cuanto menor es la superficie de contacto con el aire, menor es la resistencia (*Fig. 1*). La forma aerodinámica de los vehículos disminuye la resistencia del aire y, al contrario, esta fuerza aumenta para vehículos altos.

Fig. 1. La fuerza de resistencia del aire depende de la forma del cuerpo

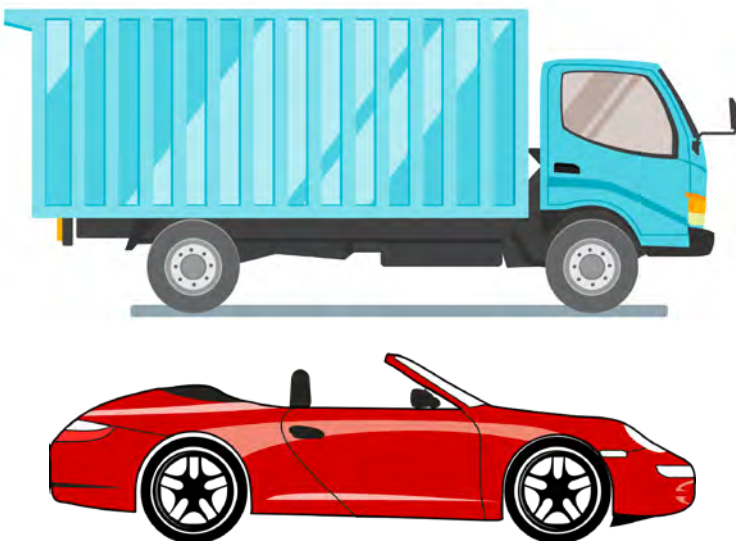


Tabla 1. Coeficiente de rozamiento por deslizamiento

<i>Superficies en contacto</i>	<i>k</i>
caucho – cemento seco	0,8
madera – cuero	0,4
vidrio – vidrio	0,4
madera – madera	0,3
acero – hielo	0,02
esquí (encerado) – nieve (0°C)	0,05
articulaciones humanas	0,003

TERMINOLOGÍA

coeficiente de rozamiento: коэффициент на трение

rozamiento estático: трение при покой

rozamiento por deslizamiento: трение при хлъзгане

ACTIVIDADES

1. Explica por qué un coche no puede empezar su movimiento y se desliza si las ruedas se encuentran sobre hielo. ¿Cómo se resuelve este problema?

2. Explica la diferencia entre la fuerza de rozamiento estático y fuerza de rozamiento por deslizamiento.

3. **Laboratorio virtual.** Visita la página de PhET:

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/motion-series/latest/motion-series.html?simulation=ramp-forces-and-motion&locale=es>

Produce y observa varios movimientos. **Prueba** diferentes fuerzas sobre un objeto y explica la diferencia. **Cambia** los cuerpos y las elevaciones de la rampa. **Escribe** por lo menos cinco conclusiones de lo observado. Para que sea más fácil tu explicación **captura** y **guarda** dos o tres imágenes de lo que has hecho.



Para saber más

Busca información sobre los túneles aerodinámicos donde los ingenieros investigan la influencia de la forma del cuerpo en movimiento sobre la fuerza de resistencia del aire.

Tema para comentar

La resistencia del aire influye sobre los gastos de combustible de los vehículos.

10. Equilibrio de los cuerpos

El equilibrio de los cuerpos se estudia por la estática. En la construcción y la arquitectura es importante saber qué tensiones puede soportar un puente o un edificio, o qué intensidad pueden alcanzar las deformaciones en un material. En realidad, conocer el equilibrio necesita muchos cálculos matemáticos y es materia complicada.

Fig. 1. Sistema de cuerpos en equilibrio



Un punto importante para el equilibrio de cada cuerpo es el **centro de gravedad**. Es el **punto donde se aplica la fuerza de gravedad**. Esto no es un punto material y puede encontrarse dentro o fuera del cuerpo dependiendo de su forma (*Fig. 2*). Para los cuerpos de forma simétrica, el punto de gravedad se encuentra en el centro geométrico del cuerpo, en la mitad del cuerpo, o en el punto donde se cruzan los diagonales, los diámetros. Cuanto **más baja es la posición** del centro de gravedad, tanto **más estable** es el cuerpo.

Fig. 2. Centro de gravedad de cuerpos regulares

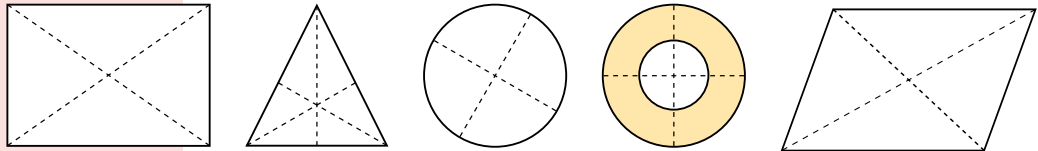
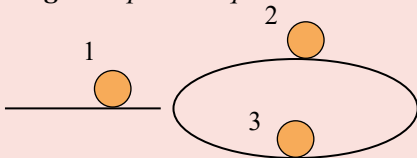
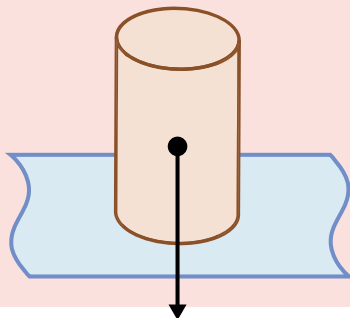


Fig. 3. Tipos de equilibrio

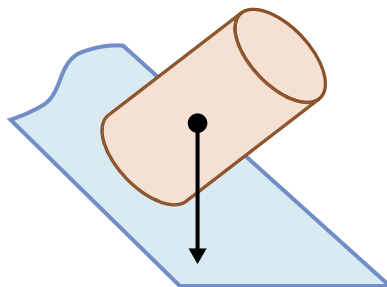


Dependiendo de la posición del cuerpo y la posibilidad de volver a su posición de equilibrio inicial, distinguimos tres tipos de equilibrio: (1) **equilibrio indiferente**, (2) **equilibrio inestable**, (3) **equilibrio estable** (*Fig. 3*).

Fig. 4. Condición para permanecer en equilibrio estable



Existe una regla que nos permite determinar si un cuerpo inclinado va a perder equilibrio: trazamos una línea vertical que pasa por el centro de gravedad. Si esta línea atraviesa la superficie debajo del cuerpo, el cuerpo estará en equilibrio estable. Si la línea sale de esta superficie, el cuerpo va a perder el equilibrio y caerse (*Fig. 4*).



TERMINOLOGÍA

centro de gravedad: център на тежестта

equilibrio estable: устойчиво равновесие

equilibrio indiferente: безразлично равновесие

equilibrio inestable: неустойчиво равновесие

ACTIVIDADES

1. Experimento e investigación: El centro de gravedad

Objetivo: Determinación experimental del centro de gravedad de figuras planas regulares e irregulares.

Material necesario: figuras cortadas de cartón, hilo, regla de plástico, lápiz.

Procedimiento:

- Cuelga el cuerpo de un clavo, de un punto O de su borde y déjalo equilibrarse verticalmente (Fig. 5).

- Traza con lápiz una línea recta vertical que pase por la prolongación del hilo que utilizas.

- Repite, eligiendo otro punto O_1 del cuerpo, y traza la otra línea vertical.

- Repite, eligiendo otro punto O_2 del cuerpo, y traza la otra línea vertical.

- El punto donde se cruzan las tres líneas es el centro de gravedad que buscas.

- Para verificar si has trabajado correctamente trata de equilibrar en plano horizontal el cuerpo, apoyándolo en la punta de un bolígrafo.

- En caso de que no se equilibra el cuerpo, explica las posibilidades de errores en este experimento.

Conclusión: formula una conclusión.

2. Encuentra las nociones correspondientes de los dos grupos A) y B): las figuras regulares y sus características:

A) el círculo (la circunferencia), la elipse, el cuadrado, el rectángulo, el triángulo, el trapecio equilátero, el rombo;

B) la base, la altura, el diámetro, la mediana, la bisectriz, el diagonal, dos focos;

Para saber más

Algunas de las crónicas de los viajes marítimos cuentan de barcos hundidos “por causa de que la carga no ha sido colocada correctamente” por lo cual “se ha perdido la estabilidad”. Explica, a partir de la física este hecho.

Fig. 5. Determinación del centro de gravedad

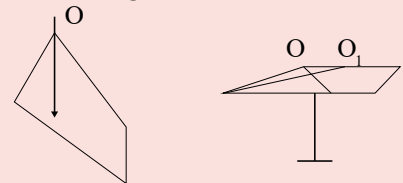
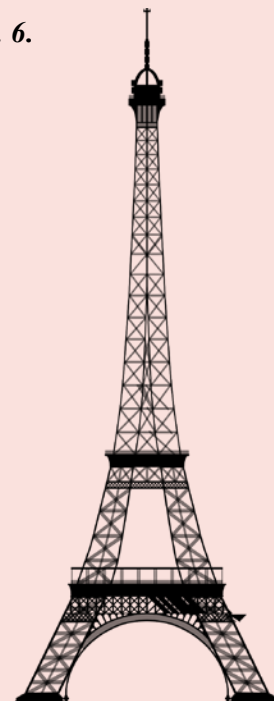


Fig. 6.



Tema para comentar

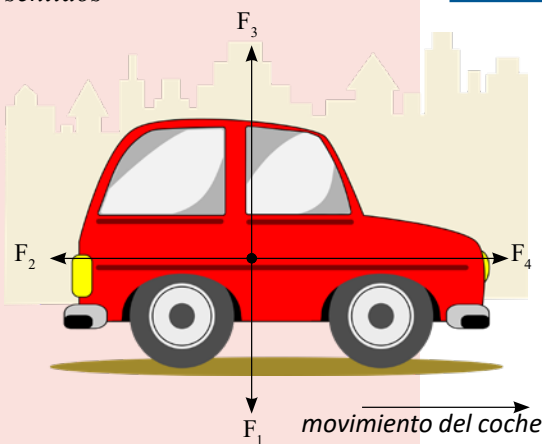
La forma de la Torre de Eiffel en París tiene relación con su estabilidad (Fig. 6).

11. Trabajo y potencia

En la vida cotidiana se llama trabajo a cualquier actividad que exija un esfuerzo intelectual o muscular. Si pasas varias horas estudiando dirás que has trabajado mucho. Si aplicas un esfuerzo muscular y tratas de mover un sofá, pero no lo consigues, te sientes fatigado y también puedes decir que has trabajado mucho. Pero estos casos no son trabajo en términos de la Física.

Para que se efectúe un trabajo mecánico (en términos de la Física) se necesita **una fuerza aplicada** a un cuerpo y **un movimiento de dicho cuerpo en dirección de la fuerza**.

Fig. 1. Fuerzas en diferentes sentidos



A base de esta definición entendemos que, de las fuerzas representadas en la figura 1, F_2 y F_4 realizan trabajo mecánico. Las fuerzas F_3 y F_1 actúan perpendicularmente al movimiento y no realizan trabajo mecánico según la definición.

Observemos el caso cuando la fuerza aplicada F tiene la dirección del movimiento y el cuerpo se desplaza a cierta distancia s . Entonces, el trabajo realizado se calcula dependiendo del sentido de la fuerza:

El desplazamiento y la fuerza tienen igual sentido:

$$A = F \cdot s$$

El desplazamiento y la fuerza tienen sentidos opuestos:

$$A = -F \cdot s$$

El trabajo realizado es directamente proporcional a la fuerza aplicada en dirección del movimiento y al desplazamiento. El trabajo puede tener valores positivos o negativos. La unidad de medida de trabajo en SI es **julio (J)** y $1J = 1N \cdot 1m$.

Para comparar los trabajos realizados por diferentes máquinas empleamos la magnitud física **potencia**.

La potencia es igual al trabajo realizado en unidad de tiempo.

$$P = \frac{A}{t}$$

La unidad de medida de la potencia en el SI es el **vatio (W)**. La potencia es **1W** cuando en **1s** se realiza trabajo de **1J**.

En la práctica también se utiliza la unidad de medida de potencia **caballo de vapor (CV)**. La relación entre la unidad práctica y la aceptada en el SI es $1CV \approx 735 W$.

TERMINOLOGÍA

caballo de vapor: конска сила

julio (J): джаул

potencia: мощность

rendimiento: коэффициент на полезно действие

trabajo mecánico: механична работа

ACTIVIDADES

1. Un bloque de piedra de masa 1 t ha cortado una carretera. Un hombre le ata una cuerda y aplica durante 5 min una fuerza igual a 500 N para intentar desplazarlo. No consigue moverlo. Representa en un esquema todas las fuerzas que actúan sobre el bloque. Calcula el trabajo realizado por el hombre. Explica la respuesta.

2. Una vagoneta se encuentra en una vía recta y horizontal. Calcula el trabajo realizado y la potencia desarrollada si se empuja con una fuerza, paralela a la vía, de valor 100 N durante 2 min y la vagoneta se mueve uniformemente a distancia 50 m.

3. Un coche de masa 800 kg se encuentra parado en una vía recta, horizontal, con rozamiento despreciable. Un hombre lo empuja, durante 1 min, en dirección de la vía, con una fuerza de 500 N y el coche se desplaza a 30 m de distancia. Calcula el trabajo realizado por el hombre y por la fuerza de gravedad.

4. Se lanza una bolita de masa 100 g verticalmente hacia arriba desde una altura de 3 m y alcanza una elevación máxima de 15 m. Determina el trabajo realizado por la fuerza de gravedad.

5. Un paracaidista de masa 70 kg cae hacia la tierra con aceleración de 3 m/s^2 y recorre una distancia de 50 m. Calcula el valor de la fuerza de resistencia del aire, el trabajo realizado por la fuerza de resistencia del aire y el trabajo realizado por la fuerza de gravedad.

6. Un ascensor de masa 600 kg se eleva con movimiento uniforme recorriendo 100 m en 60 s. Determina la potencia del motor.

Para saber más

Busca información sobre la magnitud *rendimiento* y qué relación tiene con la potencia y el trabajo de las máquinas.

Tema para comentar

El tiempo en que un coche cambia su velocidad de 0 a 100 km/h está relacionado con la potencia del motor.

12. Energía cinética y energía potencial gravitatoria

Recordemos cuándo decimos que alguien posee energía. ¿Con qué relacionamos dicha capacidad? En la mayoría de los casos **la energía la relacionamos con la realización de trabajo, con la posibilidad de cambiar el estado de otro cuerpo**. Conocemos diferentes tipos de energía: mecánica, eléctrica, magnética, nuclear, térmica.

La energía mecánica tiene dos componentes: la energía cinética y la energía potencial.

Siempre cuando un cuerpo se mueve posee **energía cinética**.

El valor de la energía cinética es directamente proporcional al producto de la masa del cuerpo y la velocidad al cuadrado. Por eso ella tiene solo valores positivos.

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

La unidad de medida en el SI es el **julio**. Si la masa de un cuerpo es **1kg** y se mueve con velocidad de **1m/s**, su energía cinética es igual a **1J**.

La energía potencial gravitatoria está relacionada con la posición del cuerpo respecto a la tierra y la acción de la fuerza de gravedad. Un cuerpo elevado a cierta altura puede realizar trabajo mecánico durante su movimiento hacia la tierra y, al contrario, para elevar un cuerpo a cierta altura tenemos que realizar un trabajo mecánico para superar la fuerza de gravedad.

La energía potencial gravitatoria de un cuerpo de masa **m**, elevado a una altura **h** sobre la tierra, se calcula mediante la fórmula

$$E_p = mgh$$

siendo $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ la aceleración gravitatoria.

En el SI la unidad de medida de energía potencial es **julio (J)**. La energía potencial es **1J** si un cuerpo de masa **1kg** está elevado a **1m** de altura sobre el nivel inicial cerca de la tierra.

Para obtener el valor de la energía potencial es muy importante determinar el nivel inicial (nivel cero). Esto se hace libremente dependiendo del caso concreto: puede ser la superficie de la tie-

rra, un pico, un piso, etc. Una vez determinado, el nivel inicial no debe cambiar hasta el final del problema. Dependiendo del nivel cero, los valores de la energía potencial pueden ser positivos, negativos o 0.

La energía mecánica E_m representa la suma de la energía cinética E_c y la energía potencial E_p .

$$E_m = E_c + E_p \qquad E_m = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

TERMINOLOGÍA

capacidad: способность

energía cinética: кинетична енергия

energía potencial: потенциална енергия

superar: преодолевам

ACTIVIDADES

1. Un coche cambia su velocidad de 5 m/s a 10 m/s. ¿Cuántas veces ha cambiado su energía cinética?
2. Calcula la energía cinética de una bala de masa 10 g que se dispara de un arma a una velocidad de 800 m/s.
3. Calcula la variación de la energía cinética de un vehículo que cambia su velocidad de 45 km/h a 12 km/h. ¿En qué sentido actúa la fuerza resultante durante este movimiento?
4. Determina la masa de un cuerpo que tiene energía cinética 200 J y recorre uniformemente 100 m en 10 s.
5. Sobre un cuerpo de masa 5 kg, situado a una altura de 10 m sobre la tierra, se realiza trabajo igual a 1 kJ, que se emplea en elevarlo más. ¿A qué altura se va a encontrar finalmente el cuerpo? Considera que se eleva uniformemente. Toma $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.
6. ¿Es posible que dos cuerpos elevados a diferentes alturas tengan iguales energías potenciales?
7. Explica cómo se utiliza la conversión de las energías en una central hidráulica.

Para saber más

Compara las energías potenciales gravitatorias de una bola de masa 200 g si está elevada a 1 m de altura respecto a la superficie de la Luna, la Tierra y el Marte. Busca en internet la información que te falta. Explica las diferencias.

Tema para comentar

Un martillo golpea una placa metálica de acero, cayendo de cierta altura. Se observa que después del golpe el martillo se eleva sólo a una décima parte de la altura inicial. ¿Por qué sucede así? ¿Para qué se ha gastado su energía mecánica?

13. Ley de conservación de la energía mecánica

Observando procesos en la vida cotidiana veremos que la energía mecánica se transforma en otros tipos de energía, por ejemplo, luminosa, térmica, eléctrica. Cuando un cuerpo disminuye su energía, hay otro cuerpo que la aumenta. Es así porque la conservación de la energía mecánica es parte de una ley fundamental según la cual la energía no se crea ni desaparece, solamente se transforma. El estudio cómo se transforma la energía es bastante complicado porque en cada momento participan diferentes cuerpos.

Observemos una bolita elástica en movimiento y los cambios que se producen con su energía cinética y su energía potencial mientras empieza a caer hacia la tierra desde un nivel inicial, tal como se representa en la figura 1.

En el momento inicial (1), antes de empezar su caída, la bolita posee solo energía potencial; durante el movimiento hacia abajo su velocidad aumenta poco a poco, es decir, aumenta su energía cinética mientras la altura disminuye y disminuye su energía potencial. Al final, sobre el nivel cero (2), la bolita posee solo energía cinética. Decimos que en el caso observado se ha producido una **conversión de las energías**.

Si seguimos observando la bolita, notaremos que con cada salto su altura disminuye más y más hasta que la bolita se detiene finalmente. Una parte de su energía mecánica se utiliza para vencer la resistencia y el rozamiento, además, la bolita y el suelo se deforman cuando chocan. Sería el caso ideal si su movimiento continuara abajo y arriba eternamente.

Definimos la **Ley de Conservación de la Energía Mecánica observando dos casos**:

1. El caso ideal: cuando **actúa solo la fuerza de gravedad** y no hay otras fuerzas – de resistencia, de rozamiento, fuerzas deformadoras, etc. – **la energía mecánica no cambia. En cada momento del movimiento su valor es constante** (Fig. 2).

$$E_{m2} - E_{m1} = 0$$

$$E_{m1} = E_{m2} = E_{m3} = \dots = \text{constante}$$

La altura de la bolita no cambia.

2. El caso real: cuando además de la fuerza de gravedad **actúan también otras fuerzas, la energía mecánica no es constante** y su variación es igual al trabajo realizado por las otras fuerzas (Fig. 3).

Fig. 1. Conversión de la energía de una bolita

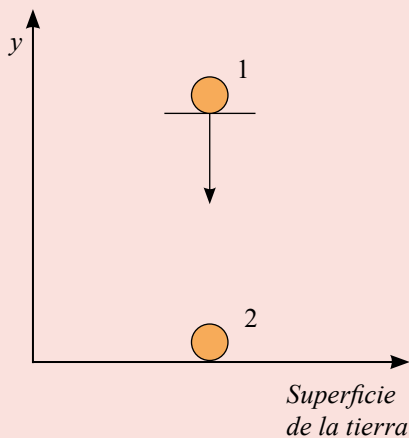
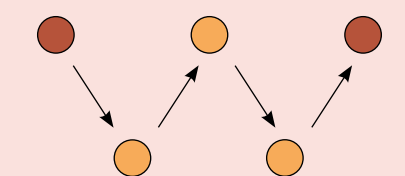


Fig. 2. Caso ideal



$E_{m2} - E_{m1} = \text{el trabajo realizado por las otras fuerzas, diferentes de la fuerza de gravedad.}$

La altura de la bolita es cada vez más baja y al final la bolita se detiene.

Algoritmo para resolver problemas de conservación de la energía mecánica

1. Representa el caso en un esquema y determina los estados del cuerpo.
2. Determina el nivel cero desde donde se va a medir la altura.
3. Para cada uno de los estados escribe la energía mecánica del cuerpo.
4. Determina si actúa solo la fuerza de gravedad o hay otras fuerzas (resistencia del aire, rozamiento, etc.).
5. Aplica la ley de conservación de la energía mecánica para el caso ideal si actúa solo la fuerza de gravedad.
6. Expresa la magnitud desconocida y calcula su valor.

ACTIVIDADES

1. Un automóvil de masa 800 kg está parado en el principio de una cuesta. Arranca y alcanza una velocidad de 54 km/h cuando se eleva a una altura de 6 m sobre el punto de partida. Calcula la energía mecánica adquirida.

2. De 2 m de la superficie de la tierra, una bolita se lanza verticalmente hacia arriba con velocidad inicial de 8 m/s. Determina la altura máxima alcanzada si despreciamos la resistencia del aire.

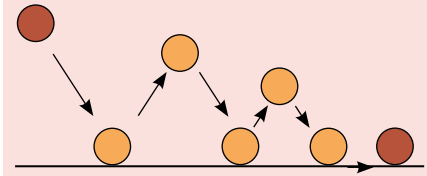
3. Una llave se lanza hacia abajo desde una altura de 10 m con una velocidad de 4 m/s. Considerando que actúa sólo la fuerza de gravedad, determina la velocidad de la llave cuando cae sobre el suelo.

4. Un objeto se deja caer libremente desde una altura de 16 m. Determina a qué altura su energía cinética va a ser igual a su energía potencial.

5. Desde la superficie de la tierra, se lanza una bolita verticalmente hacia arriba con velocidad inicial de 6 m/s. Si no actúa la fuerza de resistencia del aire calcula:

- a) la altura máxima alcanzada;
- b) la velocidad en la mitad de su recorrido.

Fig. 3. Caso real



14. Ley de Pascal

Los **líquidos** y los **gases** tienen algunas propiedades semejantes y por eso llevan el nombre común de **fluidos**. En la práctica los fluidos se estudian y se utilizan en sus dos estados – reposo y movimiento – y las ramas correspondientes tienen los nombres de hidrostática e hidrodinámica. Como ejemplos de dispositivos que utilizan fluidos tenemos: la prensa hidráulica, los frenos hidráulicos, los manómetros y barómetros, la construcción de canales y presas, las turbinas, plataformas para elevar cargas, entre otras.

A diferencia de los gases, los líquidos no se pueden comprimir o, si lo hacen la compresión es extremadamente pequeña de valor y no la tomamos en cuenta.

Los líquidos y los gases ejercen una presión sobre las paredes de la vasija donde se encuentran.

Se define la magnitud **presión** como **la fuerza (la acción) que actúa sobre unidad de área.**

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

La unidad de medida en el SI es **el pascal (Pa)**. La presión es **1 Pa** cuando una fuerza de **1 N** actúa sobre área de **1 m²**.

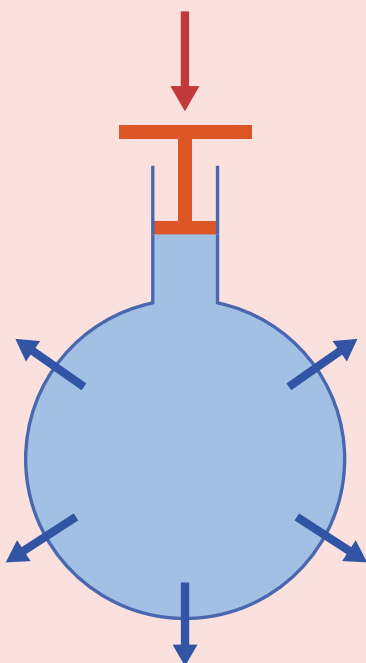
El científico francés Blaise Pascal (1623 – 1662) observa e investiga el comportamiento de fluidos y sólidos y nota que una fuerza externa se transmite y reparte de diferente manera en el interior de diferentes sustancias. Si observamos por ejemplo un globo elástico lleno de agua (*Fig. 1*), determinamos una de las particularidades de los fluidos, conocida con el nombre de **Ley de Pascal**. Según esta ley:

Una acción externa (presión) aplicada sobre un fluido se transmite con igual intensidad en todas las direcciones en su interior.

La ley de Pascal se aplica en un dispositivo llamado **prensa hidráulica**.

La prensa hidráulica se utiliza en la técnica para ganar fuerza y de tal manera hacer más fácil la elevación de cargas. Ella representa un sistema de dos cilindros de diferentes diámetros, cerrados mediante dos émbolos de diferentes áreas y vinculados mediante un tubo (*Fig. 2*).

Fig. 1. Ley de Pascal



El interior de tal dispositivo está lleno de líquido. Cuando se aplica fuerza F_1 sobre el émbolo de área S_1 , la presión p se transmite en el interior del líquido y sobre el otro émbolo de área S_2 actúa una fuerza F_2 . Se determina qué:

$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \text{ y, por consiguiente } F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1$$

TERMINOLOGÍA

dispositivo: устройство

émbolo: бутало

fluido: флуид

hidrodinámica: хидродинамика

hidrostática: хидростатика

prensa hidráulica: хидравлична машина

sólido: твърдо тяло

vasija = recipiente: съд

ACTIVIDADES

1. Calcula la presión de un gas si sobre un área de 10 cm^2 se aplica una fuerza de 500 N .

2. El émbolo grande de una prensa hidráulica actúa con una fuerza igual a $F_2 = 10 \text{ kN}$. El área del émbolo grande es 200 cm^2 y el área del pequeño es 5 cm^2 . Determina la fuerza F_1 que debe actuar sobre el émbolo pequeño (Fig. 3).

3. Indica si son *verdaderas o falsas* las afirmaciones. Explica *por qué*.

A. Los gases no tienen forma propia por eso pueden utilizarse en la prensa hidráulica.

B. Mediante una prensa hidráulica, al aplicar 10 N una persona puede levantar un coche de peso 10000 N .

C. Si el cociente entre las áreas de los dos émbolos de una prensa hidráulica es 60 , al aplicar una fuerza de 100 N , se puede obtener una fuerza de 6 kN

4. Escoge un tema, busca información, resume y presenta lo que consideras interesante. No te olvides de citar la fuente de información.

- El trabajo científico de Blaise Pascal
- El Canal de Panamá
- El Canal de Suez
- Funcionamiento de los frenos de un coche

Fig. 2. Prensa hidráulica

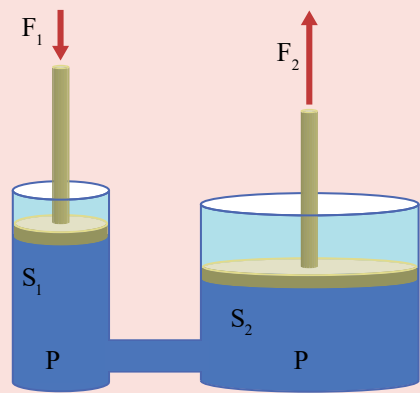
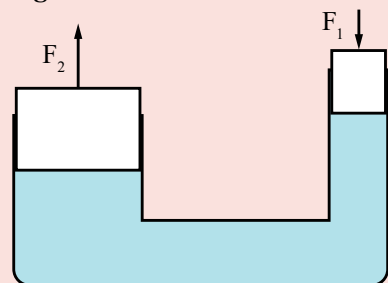


Fig. 3.



Tema para comentar

El freno hidráulico y el freno de hilo metálico. ¿Cuál es el mejor?

15. Presión hidrostática

Sobre cada líquido actúa la fuerza gravitatoria y cada una de las capas del líquido está atraída hacia el fondo del recipiente. Con este hecho está relacionada la magnitud **presión hidrostática**.

La presión hidrostática es directamente proporcional a la altura del líquido h , a su densidad ρ y a la aceleración gravitatoria g .

$$p = \rho gh$$

La presión hidrostática no depende del área del fondo de la vasija.

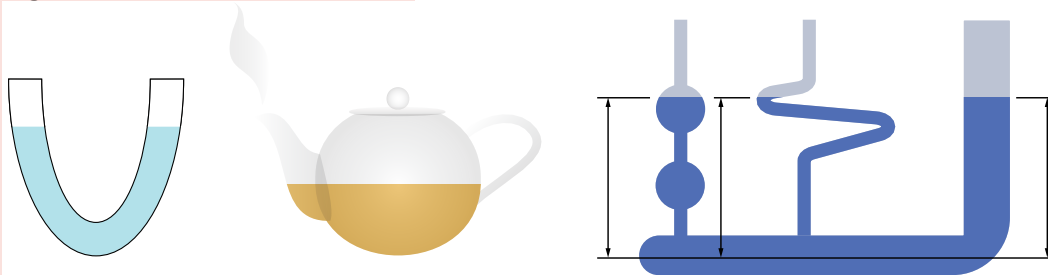
Sobre los líquidos actúa la presión atmosférica p_{atm} y por eso a cierta profundidad h , la presión del líquido va a ser igual a:

$$p = p_{atm} + \rho gh$$

La presión se mide mediante los aparatos de medida que llevan los nombres de *barómetros* y *manómetros*.

Si ponemos un solo líquido en un tubo en forma de U, abierto por los dos lados, en las dos partes del tubo el nivel del líquido será el mismo. Sobre cada una de las superficies del líquido actúa la presión atmosférica. El líquido pasa libremente hacia la derecha o hacia la izquierda y este dispositivo lleva el nombre de *vasos comunicantes* (*Fig. 1*). Los tubos de los vasos comunicantes pueden tener formas muy variadas y, si el líquido es homogéneo con igual densidad por todas partes, la altura de tal líquido es igual en todos los tubos.

Fig. 1. Vasos comunicantes



Los vasos comunicantes son recipientes que tienen una parte común por la cual un líquido pasa libremente desde uno de ellos al otro.

En el interior de los vasos comunicantes el líquido se encuentra en equilibrio y su nivel en todas las partes depende de la densidad:

- cuando el líquido es solo uno, con igual densidad en todas partes: $h_1 = h_2$
- cuando hay dos líquidos con densidades ρ_1 y ρ_2 , entre las alturas y las densidades existe la relación: $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$

TERMINOLOGÍA

densidad: плътност

homogéneo: хомогенен

presión hidrostática: хидростатично налягане

vasos comunicantes: скачени съдове

ACTIVIDADES

1. En la parte submarina de un barco, a una profundidad de 3 metros, aparece una rotura de área de 170 cm^2 . Determina la fuerza que tiene que aguantar un metal, colocado ahí para cubrir la rotura. La densidad del agua salada es igual a 1030 kg/m^3 .

2. Calcula la presión hidrostática en el fondo de un cubo si está totalmente lleno de agua de masa 8 kg. La densidad del agua es 1000 kg/m^3 .

3. Calcula la presión hidrostática 1200 metros bajo el nivel del mar. Calcula la fuerza ejercida sobre una superficie de 20 cm^2 a esa profundidad. Toma la aceleración gravitatoria igual a 10 m/s^2 y la densidad del agua salada igual a 1030 kg/m^3 .

4. Utiliza el dibujo y la descripción y completa la tabla.

El manómetro abierto (Fig. 2) representa un tubo con una cierta cantidad de líquido. Una de las ramas se pone en comunicación con el recipiente donde se encuentra el gas del cual se quiere medir la presión. La presión del gas actúa sobre el líquido y lo desplaza. Por otra parte, el punto B del líquido y el punto A donde actúa el gas tienen iguales presiones. La presión del gas es igual a la presión atmosférica más la presión hidrostática del líquido elevado.

$$P_A = \dots\dots\dots; P_A = \dots\dots\dots; P_A = \dots\dots\dots + P_{ATM}$$

5. La presión atmosférica fue medida por el físico y químico italiano Evangelista Torricelli en el año 1642. En su experimento él utiliza un tubo de vidrio de altura 1 metro y mercurio como líquido (Fig. 3). Torricelli observa que el mercurio se eleva en el tubo a una altura de 760 mm. Calcula: ¿qué altura mínima debe tener el tubo si el experimento se hace con agua? La densidad del agua es 1000 kg/m^3 . Toma la presión atmosférica $101,3 \text{ kPa}$.

Para saber más

Busca información sobre las unidades de medida *atmósfera* y *bar* que siguen utilizándose para medir presiones. ¿Cómo se definen y en qué relación están con la unidad *pascal*?

Tema para comentar

Las paredes de las presas son más gruesas en la base que en la parte superior.



Fig. 2. Manómetro abierto

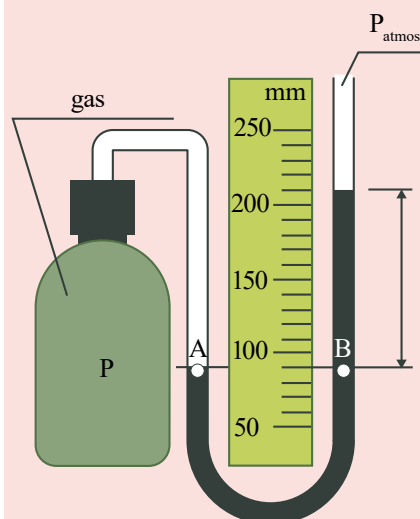
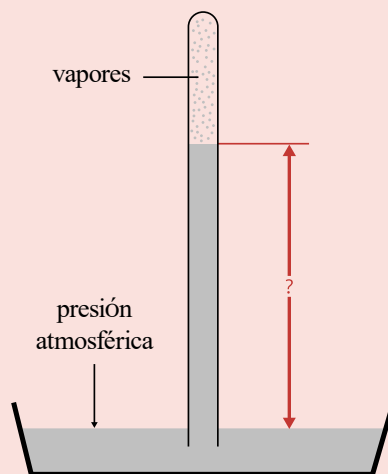
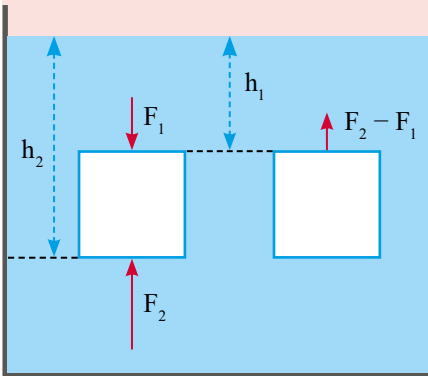


Fig. 3. Experimento de Torricelli



16. Ley de Arquímedes

Fig. 1. Explicación de la fuerza de empuje



Observemos un cubo, sumergido totalmente en un líquido (por ejemplo, en agua) de densidad ρ . Sobre las dos superficies de áreas iguales S – la de arriba y la de abajo – actúan dos fuerzas diferentes F_1 y F_2 , como resultado de las dos presiones hidrostáticas diferentes. Las dos fuerzas tienen sentidos diferentes (Fig. 1).

La diferencia: $F_A = F_2 - F_1$ se denomina **fuerza de empuje**.

Expresando los valores de las fuerzas F_1 y F_2 , para la fuerza de empuje se obtiene:

$$F_A = \rho g(h_2 - h_1)S = \rho gV$$

siendo V el volumen de la parte sumergida del cuerpo.

El filósofo y científico griego Arquímedes observa que cuando un cuerpo se hunde en un líquido, el cuerpo desplaza cierto volumen de ese líquido.

En la fórmula $F_A = \rho gV$, el producto ρV representa la masa m del líquido desalojado.

Arquímedes formula una ley que dice:

Cada cuerpo, sumergido en un líquido o en un gas, sufre un empuje (fuerza vertical hacia arriba) igual al peso del fluido desalojado.

Cuando el cuerpo está parcialmente sumergido en el líquido, el volumen V es solo para la parte sumergida en el líquido. La fórmula se aplica para todo tipo de cuerpos, independientemente de su forma.

Entonces, se puede escribir $F_A = mg = P$, donde P es el peso del líquido desplazado.

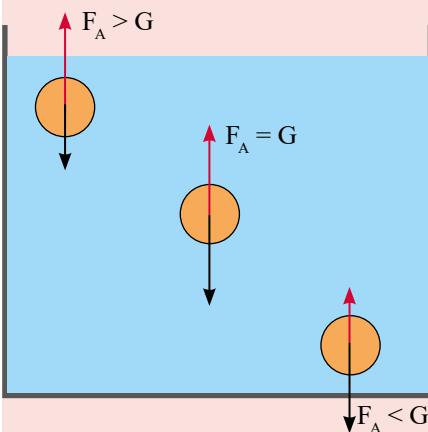
La relación entre la fuerza de empuje F_A y la fuerza de gravedad G determina si un cuerpo va a flotar o va a hundirse (Fig. 2). Existen tres casos:

$F_A > G$ – el cuerpo va a moverse hacia la superficie

$F_A < G$ – el cuerpo no va a flotar (va a hundirse)

$F_A = G$ – el cuerpo se quedará en equilibrio flotando en la superficie o en cierta profundidad

Fig. 2. Relación entre la fuerza de empuje y la fuerza de gravedad



TERMINOLOGÍA

flotabilidad: плаваемост

flotar: плавам

fuerza de empuje: изтласкваща сила

hundirse: потъвам

líquido desalojado: изместена течност

sumergir: потапям се

ACTIVIDADES

1. Compara las densidades del agua del mar y del agua en los ríos. ¿Cómo va a influir la densidad sobre la fuerza de empuje que va a actuar sobre un barco?

2. Un bloque de hielo flota en el agua. El volumen de la parte sumergida es $V_2 = 1860 \text{ m}^3$.

¿Qué volumen tiene la parte encima del agua? La densidad del agua es 1000 kg/m^3 , la densidad del hielo es 900 kg/m^3 (Fig. 3).

3. Un pedazo de hielo flota en un vaso de agua. ¿Va a cambiar el nivel del agua cuando el hielo se derrite?

4. Experimento e investigación: La flotabilidad

Objetivo: entender la flotabilidad y su relación con la densidad de los líquidos.

Material necesario: vaso, agua, cucharilla, huevo crudo, sal.

Procedimiento:

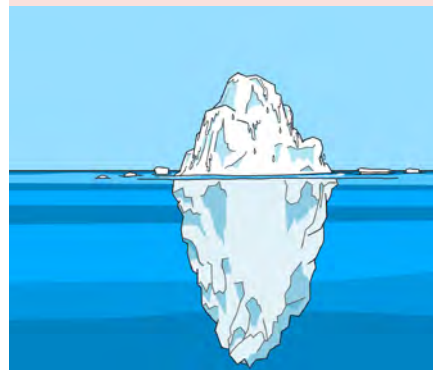
- Llena el vaso de agua.
- Coloca el huevo en el vaso y comprueba que se va al fondo.
- Saca el huevo del vaso y añade sal al agua hasta lograr la saturación de la disolución.
- Coloca el huevo en el vaso y comprueba que flota.
- Sin sacar el huevo del vaso añade agua lentamente. Poco a poco el huevo se hunde. Puede lograrse que el huevo se quede flotando sin hundirse del todo en el interior del agua.

Tarea: Dibuja un esquema y explica lo observado.

Para saber más

Busca información sobre los submarinos: su forma, flotabilidad, sistemas de propulsión y otros hechos que te parezcan interesantes.

Fig. 3.



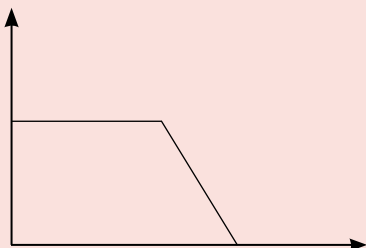
Tema para comentar

La embarcación que lleva el nombre “catamarán” es muy estable debido a su forma.



17. A repasar: cuestiones y problemas de mecánica

Fig. 1.



1. Utilizando la gráfica determina cómo se mueve un vehículo (Fig. 1). Analiza su movimiento en dos casos: (1) la gráfica es *velocidad-tiempo*; (2) la gráfica es *distancia-tiempo*.

2. Un coche se mueve uniformemente con velocidad 15 m/s cuando el conductor decide adelantar un camión. Lo hace en 20 s con una aceleración de $0,8 \text{ m/s}^2$. Calcula la distancia recorrida en ese tiempo.

3. Un autobús arranca y en 30 segundos alcanza velocidad igual a 60 km/h. Después, 20 segundos la mantiene constante.

a) representa en una gráfica $v-t$ su movimiento, expresando la velocidad en metros por segundo y el tiempo en segundos;

b) calcula la distancia total recorrida;

c) calcula la velocidad media del autobús.

4. Representa gráficamente la ley de la velocidad de un móvil que en 30 segundos aumenta su velocidad de 1 m/s a 10 m/s. Calcula su velocidad en el momento $t = 40 \text{ s}$.

5. Un coche se mueve 30 s a una velocidad constante igual a 5 m/s, después 10 s uniformemente acelerado con aceleración $0,8 \text{ m/s}^2$, y al final, uniformemente desacelerado, hasta detenerse, con desaceleración 1 m/s^2 . Representa en una gráfica $v-t$ su movimiento y determina la distancia total recorrida por el coche.

6. Observa la gráfica $v-t$ que representa el movimiento de un coche y determina (Fig. 2):

a) el tipo del movimiento en cada tramo y la aceleración o desaceleración si la hay;

b) la distancia total recorrida;

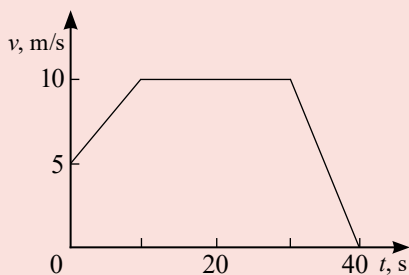
c) la velocidad media.

7. Un vehículo empieza a moverse uniformemente acelerado con una velocidad inicial de $v_0 = 1 \text{ m/s}$ y después de recorrer cierta distancia su velocidad ya es $v_2 = 7 \text{ m/s}$. Determina la velocidad del vehículo en la mitad de dicha distancia.

8. Indica si son *verdaderas* o *falsas* las afirmaciones. Explica *por qué*.

a) Si un cuerpo está en movimiento se va a detener con el paso del tiempo, incluso si sobre él ya no actúan fuerzas.

Fig. 2.



b) Cuanto mayor es la acción sobre un cuerpo, mayor es la velocidad que posee.

c) Es posible que un cuerpo se mueva uniforme y rectilíneamente, aunque sobre él actúen dos o más fuerzas.

9. Un paracaidista cae hacia la tierra uniformemente con una velocidad de 5 m/s. Cuando se encuentra a 10 m sobre la superficie de la tierra de él empieza a caer una bolita. Determina cuánto más tiempo va a caer el paracaidista en comparación con la bolita. Considera que sobre la bolita no actúa la resistencia del aire. Toma $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

10. En la gráfica tienes representada la velocidad en función del tiempo de un coche (Fig. 3).

Explica: ¿qué sentido tiene la fuerza resultante que actúa en cada uno de los tramos respecto al sentido de movimiento del coche?

11. En un cilindro de altura de 20 cm se encuentran dos líquidos que no se mezclan: agua, de densidad 1000 kg/m^3 , que ocupa $1/5$ de la altura y petróleo, de densidad 800 kg/m^3 , que ocupa el resto del cilindro. Representa el caso en un esquema. Calcula la presión hidrostática en el fondo del cilindro.

12. En una vasija llena de agua se coloca verticalmente un tubo de vidrio, de modo que encima del agua están 5 cm del tubo. El tubo se llena por completo de petróleo. Determina la altura del tubo. La densidad del agua es 1000 kg/m^3 y la densidad del petróleo es 800 kg/m^3 (Fig. 4).

13. Los émbolos de una prensa hidráulica tienen áreas de $1,5 \text{ cm}^2$ y 60 cm^2 . Un manómetro, conectado a la prensa mide una presión de 9 kPa. Determina: la presión sobre los dos émbolos; la fuerza aplicada sobre el émbolo pequeño; la masa máxima que se puede elevar con el émbolo grande.

14. Rellena los huecos con las palabras adecuadas (sobran 5).

empuje, densidad, peso, gran, volumen, consecuencia, pequeño, causa, desplazada, menor, mayor, inferior, superior.

La flotabilidad de los barcos es una ...(1)... directa de la ley de Arquímedes. En el caso de las embarcaciones y agua de mar, el ...(2)... que experimenta el casco hacia arriba, es igual al ...(3)... del agua ...(4)... Si la embarcación fuera totalmente maciza, la ...(5)... del material debería ser ...(6)... a la del agua para asegurar su flotación (por ejemplo, determinadas maderas). Sin embargo, las embarcaciones son huecas por dentro (contienen aire, fluido casi 800 veces más liviano que el agua), con lo que

Fig. 3.

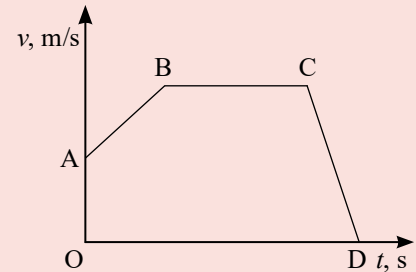
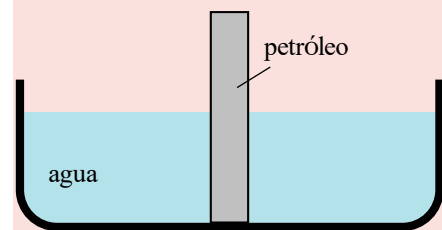


Fig. 4.



desplazan un ...(7)... volumen de agua, siendo su peso mucho ... (8)... . De esta forma pueden construirse buques de acero (casi 8 veces más denso que el agua) sin que se hundan, salvo que se rompa el casco y su interior se llene de agua.

15. Física y geografía. Rellena los blancos del texto con las palabras y las expresiones más adecuadas (sobran 5):

diferencia, semejanza, factores, relacionadas, atmosférica, la acción gravitatoria, amplificadas, fenómeno, ejemplo, entran y salen, aumentan y bajan, vuelven, próximos, controlar, aumentar.

Unas mareas espectaculares

Las mareas en la Tierra están fuertemente ...(1)... con ...(2)... de la Luna y del Sol, pero también, dependen mucho del contorno y de la profundidad de los océanos, la rotación de la tierra, los vientos, y las fluctuaciones en las presión ...(3)... . Hay regiones, donde todos estos ...(4)... se combinan de tal manera que realmente no se observan mareas y otros, donde las mareas son muy ...(5)... .

La ...(6)...entre la *pleamar* y la *bajamar* en la mayoría de los puntos de la tierra apenas supera 40 cm. Existe, sin embargo, una región en Canadá, la Bahía de Fundy, donde la diferencia entre los dos niveles alcanza unos catorce metros. Este ...(7)... oceanográfico se debe a la forma específica de la bahía y a un fenómeno oscilatorio conocido en la física como resonancia. Cuando las olas del agua ...(8)... de la bahía, se produce una oscilación de período propio, de valor aproximado de trece horas. En el mismo tiempo, la diferencia entre dos pleamares sucesivas es de doce horas y media. Al ser tan ...(9)... los dos períodos, se produce el fenómeno de resonancia, demostrado por el hecho de estas mareas considerables. Dos veces cada día en la bahía entran y salen cien mil millones de toneladas de agua. Si se pudiese ...(10)... el acceso del agua, el fenómeno podría servir, por ejemplo, para generar electricidad. En Canadá, Nueva Escocia, se encuentra una de las centrales que produce energía eléctrica a partir de las mareas.

15. Encuentra las parejas de los dos grupos de nociones. **Explica** tu elección:

cuerpo de referencia	fuerza de gravedad
aceleración gravitatoria	cambio de posición
movimiento rectilíneo	presión transmitida
fuerza resultante	presión hidrostática
vaso comunicante	resistencia del aire
peso	caída libre
prensa hidráulica	trayectoria

16. En la sopa de letras encuentra **cuatro** magnitudes físicas. **Escribe** la definición de cada una.

U	N	I	F	O	A
D	F	U	E	R	Z
P	E	P	O	T	E
T	S	A	B	P	N
R	O	O	A	I	C
A	B	A	J	O	E

17. **Imagínate** que eres un periodista y tienes que escribir un artículo utilizando la palabra clave **fuerzas**.

- enumera un grupo de nociones familiares a la dada;
- escribe tu versión de este texto.

18. **Física y cuerpo humano. Lee el texto y traduce al búlgaro.**

En la vida corriente, estamos sometidos a aceleraciones muy débiles. Nuestro organismo, como resultado de la evolución, se encuentra perfectamente adaptado a ellas. Pero las grandes aceleraciones tienen un efecto peligroso sobre los seres vivos. En el lanzamiento de un vehículo espacial, las aceleraciones pueden ser de valor considerable y, respecto a los astronautas, hay que tomar precauciones especiales.

Las grandes aceleraciones se expresan como múltiplos de la aceleración de la gravedad g . Se habla de una aceleración de $2g$, $3g$, $4g$, ..., etc. Se ha llegado a la conclusión de que un hombre de pie, o incluso sentado, no puede tolerar una aceleración de $8g$, sin grave riesgo, más de 4-5 s. En cambio, acostado sobre la espalda, puede tolerar $8g$ ($78,4 \text{ m/s}^2$) durante 1 minuto.

Si un astronauta permanece de pie durante el lanzamiento, con cabeza en sentido del movimiento, la sangre afluirá en los pies y el cerebro se vaciará de sangre. Se produce un oscurecimiento de la visión, nombrado *velo gris*. Después aparece el *velo negro* y, finalmente, se produce pérdida de conocimiento.

Si está de pie, en sentido contrario al movimiento, la sangre afluye al cerebro, se produce un *velo rojo* y finalmente el coma.

Si se encuentra, en cambio, acostado sobre la espalda, el desplazamiento de la sangre es menor y el organismo posee una mayor tolerancia a la aceleración. En las naves espaciales cada astronauta tiene su departamento personal que está modelado a la forma de su cuerpo para repartir las presiones. Incluso acostado, a $10g$, la respiración es imposible y la tolerancia es de algunos segundos. A sobrecargas de $12g$ la pérdida de consciencia es inmediata y, si duran 10 – 15s se producen hemorragias internas que causan la muerte.

19. Del punto superior de un plano inclinado, a 80 cm sobre la superficie horizontal, se deja rodar hacia abajo una bolita de masa 60 g. Determina su energía cinética y su energía potencial después de que se ha movido la mitad del tiempo empleado en recorrer toda la longitud del plano. Consideramos que actúa solo la fuerza de gravedad.

20. En la sopa de letras busca **cinco nociones** que tienen el siguiente significado: *unidad de medida de trabajo mecánico; magnitud que expresa la capacidad de un cuerpo para cambiar el estado de otro cuerpo y realizar trabajo; uno de los estados mecánicos; la fuerza que sustituye dos o más fuerzas y tiene el mismo efecto; magnitud que caracteriza la inercia de los cuerpos.*

I	M	I	V	O	M
E	N	T	O	D	X
R	E	S	U	L	T
S	M	A	S	A	A
E	R	G	I	A	N
N	B	F	U	E	T
E	J	U	L	I	O

21. **Escribe un comentario** de las palabras de Newton: “Si pude ver más lejos es porque gigantes me llevaron sobre sus espaldas”.

22. **Dispones** de una bolita de acero, una superficie inclinada que pasa en horizontal, una cinta graduada, una balanza y un cronómetro. **Inventa** problemas que se resuelvan:

- a partir de la cinemática;
- a partir de la dinámica;
- a partir de la ley de conservación de la energía mecánica.

23. **Inventa un crucigrama** utilizando nociones de la mecánica.

Tema para comentar

El estado contrario de la sobrecarga es el que los astronautas tienen que soportar durante los vuelos cósmicos y la vida en una nave espacial. ¿Cuáles son los efectos negativos de la ingravidez?

PARTE II FENÓMENOS TÉRMICOS

Los fenómenos térmicos se estudian por una de las ramas de la Física, que lleva el nombre de **Termodinámica**.

Se estudian las acciones del entorno sobre la sustancia y la posibilidad de realizar un trabajo útil.

Se observan las partículas, su movimiento y las fuerzas entre ellas. Ejemplos de fenómenos térmicos son los cambios del estado de las sustancias, el calentamiento, el intercambio de calor, los procesos que pasan en los gases.

Algunas de las magnitudes importantes para el estudio de los fenómenos térmicos son la temperatura, la cantidad de calor, la presión, el volumen, la energía interna.

Los cambios de la energía interna de una sustancia nos permiten construir máquinas que mejoran nuestra vida: la máquina de vapor, el motor de combustión interna, la nevera, el aire acondicionado, etc. El funcionamiento de estas máquinas se basa en los principios de la Termodinámica.



18. Agitación térmica de las partículas. Energía interna

Los científicos establecen que **las partículas de cada sustancia se mueven**. El movimiento que realizan se denomina **agitación térmica**. Dos fenómenos lo comprueban:

- **La difusión** que representa la penetración de una sustancia en otra. Es resultado de una diferencia de las concentraciones en el espacio que ocupa la sustancia. La difusión se realiza con diferente rapidez y esto depende de varias condiciones como la temperatura y la interacción entre las partículas (*Fig. 1*).

- **El movimiento browniano** descubierto por el biólogo inglés Robert Brown en 1827. Se trata de **movimientos caóticos e incesantes** de las pequeñas partículas del polen, disueltas en agua; cuando crece la temperatura estos movimientos se intensifican. Bajo microscopio, Brown observa el movimiento del polen, causado por los golpes de las moléculas del agua. Las partículas del polen, más tarde denominadas **partículas brownianas**, se mueven a consecuencia de la agitación térmica de las partículas del agua (*Fig. 2*).

Fig. 1. Difusión

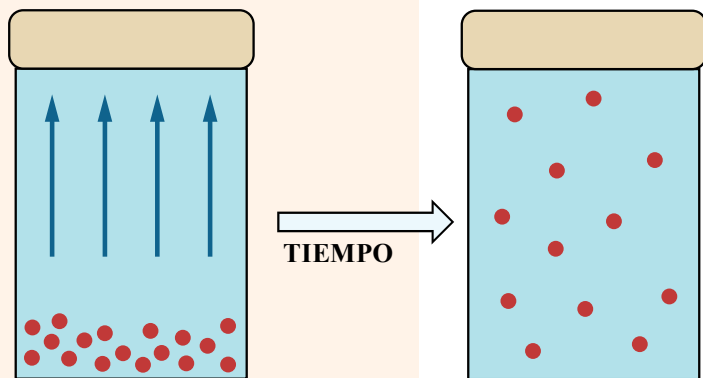
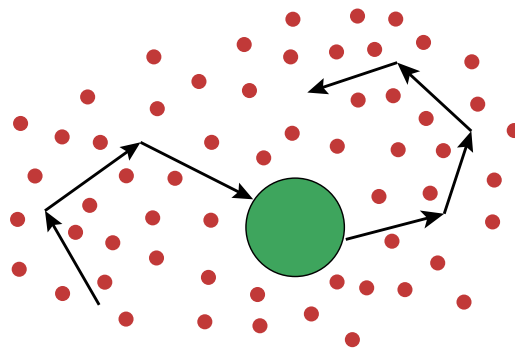


Fig. 2. Movimiento browniano



La **agitación térmica** tiene las siguientes características: es un **movimiento colectivo** en el que participan todas las partículas, es **caótico e incesante**.

El conocimiento sobre el movimiento de las partículas de una sustancia se resume en una teoría y no importa si se trata de física, química, medicina o biología, las particularidades de tal movimiento se explican a partir de su base común.

- La agitación térmica de las partículas existe siempre. Cada partícula se mueve con una velocidad y tiene una energía cinética.

- Entre las partículas de una sustancia – átomos, moléculas o iones – siempre hay distancias.
- La intensidad de la agitación térmica depende de la temperatura: cuando aumenta la temperatura, el movimiento se intensifica.
- Las distancias y el tipo de movimiento de las partículas se determinan por las fuerzas de interacción entre ellas. Las partículas se atraen y se repelen entre sí y poseen energía potencial.

La energía cinética de todas las partículas y la energía potencial de interacción entre ellas determinan **la energía interna** de la sustancia.

TERMINOLOGÍA

agitación térmica: топлинно движение

caótico: хаотичен, неподреден

difusión: дифузия

energía interna: вътрешна енергия

fenómeno térmico: топлинно явление

intensidad del movimiento = rapidez del movimiento:
интензивност, бързина на движението

intensidad del movimiento \neq tipo del movimiento

movimiento browniano: Брауново движение

oscilar = vibrar: трептя, вибрирам

oscilación = la vibración: трептене, вибрация

partícula browniana: Браунова частица

tipo de movimiento: libre, de oscilación, circular, etc.

ACTIVIDADES

1. Da ejemplos que demuestren la difusión en gases y en líquido.
2. Explica algunas diferencias y semejanzas entre el movimiento mecánico y la agitación térmica.
3. Da ejemplos que demuestren la existencia de fuerzas de atracción y repulsión entre las partículas.
4. Busca ejemplos que demuestren el papel de la difusión en la naturaleza y la vida de los seres vivos. Recuerda hechos estudiados en las clases de biología, geografía y química.

Tema para comentar

La agitación térmica es muy importante para la atmósfera terrestre y la vida en la Tierra.

19. Temperatura

La temperatura es una de las magnitudes más importantes a la hora de estudiar los fenómenos térmicos. Ella es una de las magnitudes fundamentales del Sistema Internacional.

La temperatura expresa la intensidad del movimiento de las partículas de un cuerpo.

La unidad de medida en el SI es el **grado kelvin (K)**.

Fig. 1. Escalas termométricas



Existen diferentes escalas termométricas. La definición de cada una observa los cambios del estado de alguna sustancia y se determinan dos puntos entre los cuales se divide la escala. La escala de Celsius que utilizamos fue propuesta en 1742 por el astrónomo sueco Anders Celsius (*Fig. 1*).

La escala de Kelvin inicia del cero absoluto. Es la escala más cercana a la naturaleza y no tiene valores negativos.

El cero absoluto 0 K es aquella temperatura que corresponde a una detención completa de las partículas, es decir, al estado cuando su velocidad y energía cinética se harían igual a cero.

Tanto en la naturaleza, como en experimentos en laboratorios, **el cero absoluto no se puede alcanzar.**

$$0 \text{ K} = -273,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entre la escala de Celsius y la de Kelvin hay relación. Pasamos de una a otra escala mediante la fórmula:

$$T \text{ K} = t \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15$$

ACTIVIDADES

1. ¿Por qué al aumentar la temperatura, la difusión se acelera?
2. Explica: ¿por qué a igual temperatura del ambiente y de las sustancias, la difusión en los gases pasa más rápido que la difusión en los líquidos?

3. Rellena la tabla que resume el movimiento de las partículas de los gases, líquidos y sólidos como resultado de las fuerzas de interacción y las propiedades de estos grupos de sustancias, observadas a igual temperatura. Representa en un esquema el movimiento de las partículas.

Utiliza las palabras y las expresiones: *sólido; líquido; gas; movimiento libre; fuerzas que determinan un volumen propio, pero no forma propia; fuerzas considerables que no se pueden despreciar; las sustancias no tienen forma y volumen propio; las partículas tienen una posición fija; las sustancias tienen forma y volumen determinado.*

Tipo de sustancia			
Fuerzas entre las partículas	fuerzas muy débiles que se desprecian		
Tipo de movimiento de las partículas		una combinación de movimiento libre y corto tiempo de oscilación	una oscilación alrededor de una posición de equilibrio
Características generales de la sustancia			
Un esquema del movimiento de las partículas			

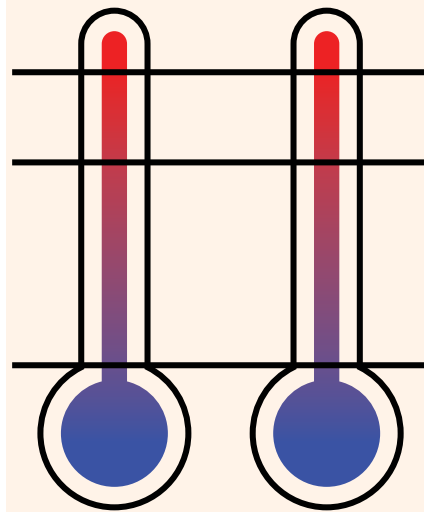
4. Utiliza el esquema de la figura 2, compara las escalas de Celsius y de Kelvin y coloca las temperaturas: $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 0 K , $273,15\text{ K}$, $373,15\text{ K}$.

5. ¿Los cambios de qué sustancia utiliza la escala de Celsius? ¿Qué cambios se producen en los dos puntos de la escala $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?

6. Cuando un gas se comprime rápidamente, se nota que su temperatura aumenta. ¿Por qué sucede así? ¿De dónde viene el aumento de la temperatura?

7. Transforma las temperaturas en grados Kelvin: $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ (licuación del helio), $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ (licuación del hidrógeno), $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ (licuación del oxígeno) y $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ (solidificación del mercurio).

Fig. 2.



Para saber más

Busca información en honor de qué persona lleva el nombre la escala de Kelvin.

20. Cantidad de calor. Equilibrio térmico

Fig. 1. Intercambio de calor por contacto



Sabemos que cuando dos cuerpos de diferentes temperaturas están en contacto, el cuerpo con mayor temperatura se enfría y con menor temperatura se calienta, hasta que las dos temperaturas se igualan. Así, los cuerpos están en **equilibrio térmico** y el proceso que se realiza se denomina **intercambio de calor**.

Recordemos que existen tres maneras de intercambio de calor: por contacto, por radiación y por convección.

Durante el intercambio de calor, uno de los cuerpos cede y el otro recibe calor (*Fig. 1*). Para calcular cuánto es el calor transferido se utiliza la magnitud **cantidad de calor Q**.

La cantidad de calor que recibe o cede una sustancia es **directamente proporcional** a su masa m y al cambio de su temperatura $t_f - t_0$ y depende **del tipo de la sustancia**.

$$Q = cm(t_f - t_0)$$

El coeficiente de proporcionalidad c se denomina **capacidad específica térmica de la sustancia** (o **calor específico**). La unidad de medida en el SI es el **julio (J)**.

El **calor específico de una sustancia** es igual al calor que debe recibir o ceder **1 kg** de ella para **cambiar su temperatura con 1 grado**. Su unidad de medida es $\frac{J}{kg \cdot K}$

$$c = \frac{Q}{m(t_f - t_0)}$$

Los valores de los calores específicos se determinan experimentalmente y se dan en tablas. Algunos de los valores puedes encontrar en la Tabla 1.

En los experimentos, mediante los cuales se determinan los calores cedidos y recibidos entre dos sustancias, hay que tomar en cuenta todos los cuerpos que participan en el intercambio de calor. Si se logra aislar térmicamente las sustancias que se investigan y se miden los calores, se determina que el calor cedido es igual al calor recibido.

El intercambio de calor es un intercambio de energías entre las partículas y por eso es imposible ceder más energía de la que las propias partículas poseen, ni recibir más de lo que la otra sustancia comunica.

Tabla 1. Capacidad específica térmica de algunas sustancias

Sustancia	c, J/kgK
acero	460
aluminio	880
latón	380
agua	4200
cobre	390
plomo	130
aire	1000
hielo	2090
vidrio	840

La ecuación del balance térmico es una de las expresiones de la Ley de conservación de la energía. Según esta ecuación el calor recibido y el calor cedido son iguales.

$$Q_{total\ cedido} + Q_{total\ recibido} = 0 \text{ o, de otra manera, } |Q_1| = |Q_2|$$

La manera más fácil para aislar térmicamente una sustancia es ponerla en **un termo**, es decir en una vasija de dobles paredes entre las cuales hay aire. En el caso de experimentos, la vasija que asegura un aislamiento térmico se llama **calorímetro**.

TERMINOLOGÍA

aislamiento térmico: теплоизоляция

calorímetro: калориметър

cantidad de calor: количество теплина

capacidad específica térmica: специфичен топлинен капацитет

ecuación del balance térmico: уравнение на топлинния баланс

equilibrio térmico: топлинно равновесие

intercambio de calor: теплообмен

ACTIVIDADES

1. Cada una de dos sustancias – cobre y aluminio – de igual masa 200 g y de igual temperatura inicial de 15°C, recibe 2 kJ de calor. Determina la temperatura final de cada material.
2. Una bolita de masa 50 g se calienta desde temperatura –10°C hasta temperatura 10°C, recibiendo 380 J de calor. Determina el tipo de la sustancia de la bolita.
3. Dispones de dos cuerpos, cada uno de masa 1 kg y de igual temperatura inicial de 20°C: uno de aluminio y otro de plomo. ¿Cuál se va a calentar más rápido hasta una temperatura de 80°C y qué calor necesita para realizarlo?
4. ¿A qué se deben los cambios bruscos de las temperaturas de día y de noche en los desiertos?
5. Explica por qué para enfriar los motores de los vehículos, se prefiere utilizar agua en vez de aire.
6. ¿Por qué el hombre se siente bien a temperatura del aire 20°C, mientras que siente frío cuando se mete en agua con la misma temperatura?
7. ¿Por qué el vacío es el mejor aislante térmico?

Para saber más

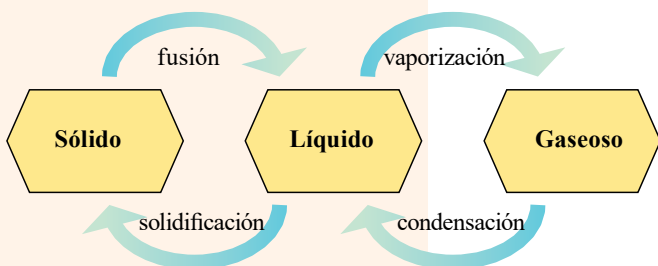
¿Cómo se guardan el oxígeno y el nitrógeno líquidos?
¿Cómo se realiza el aislamiento térmico?

Tema para comentar

Entre los calores específicos del agua y de la arena y el clima en las regiones costeras y las regiones del interior del continente hay una relación.

21. Cambios del estado de una sustancia

Fig. 1. Cambios del estado de una sustancia



Conocemos los estados de una sustancia: **sólido**, **líquido** y **gaseoso** (Fig. 1). Los cambios del estado se pueden realizar cuando **la sustancia recibe o cede cierta cantidad de calor**.

Existe, también, un **cuarto estado** de la materia – el **plasma** – que no está en el diagrama.

La fusión pasa cuando la sustancia recibe calor y cambia su estado de sólido a líquido. Las partículas usan este calor para superar las fuerzas de interacción y ocupar nuevas posiciones, más libres. Dependiendo de la estructura – cristalina o amorfa –, la fusión transcurre de

diferente manera. La comparación está dada en la tabla 1.

Tabla 1. Fusión de las sustancias cristalinas y amorfas

Sustancia	Estructura cristalina	Estructura amorfa
Estructura	existe ordenación regular de las partículas en redes cristalinas;	las partículas no tienen ordenación regular;
Ejemplos	el hielo, los metales, el diamante, el grafito, el cuarzo, la sal común	el vidrio, la parafina, la cera, materiales plásticos
Particularidad	<ul style="list-style-type: none"> • todo el cristal se funde a la vez; • existe un límite distinguido entre el estado líquido y el estado sólido; • cada sustancia posee propia temperatura de fusión; • esta temperatura es igual a la temperatura de solidificación; • aunque recibe calor, el cristal no cambia su temperatura, hasta que se funde por completo; 	<ul style="list-style-type: none"> • se funde en un intervalo de temperaturas; • pasa en estado líquido poco a poco; • no posee temperatura de fusión fijada; • durante todo el calentamiento la temperatura sigue aumentando;
Gráfica		
Explicación	La red cristalina es más estable, las fuerzas de interacción son considerables y se necesita mayor energía para destruirla.	Las fuerzas entre las partículas son menores que las existentes entre las partículas de los cristales.
Aplicación	En la metalurgia: obtención de aleaciones, sustancias puras, etc.	Elaboración de objetos de vidrio, los cristales de la ventana;

El calor necesario para fundir **1 kg** de una sustancia cuando empieza la fusión se denomina **calor específico de fusión λ** . La

unidad de medida en el SI es $\frac{J}{kg}$.

$$\lambda = \frac{Q}{m}$$

Cada sustancia se caracteriza por su propio calor específico de fusión. En la tabla 2 puedes encontrar algunos valores de este calor y las temperaturas de fusión.

Si la sustancia cristalina está calentada hasta la temperatura de fusión, debe recibir más calor $Q = \lambda m$ para que se realice el mismo proceso de la fusión.

Si la sustancia pasa de estado líquido a estado sólido debe ceder calor $Q = \lambda m$ para que se realice el proceso de solidificación. La solidificación tiene las mismas particularidades, pero la sustancia debe enfriarse.

TERMINOLOGÍA

aleación: сплав

calor específico de fusión: специфична топлина на топене

estructura amorfa: аморфна структура

estructura cristalina: кристална структура

fundir: стапям

fusión: топене

red cristalina: кристална решетка

solidificación: втвърдяване

solidificar: втвърдявам

temperatura de fusión: температура на топене

ACTIVIDADES

1. Calcula el calor necesario para fundir 100 g de hielo a -10°C y obtener la misma cantidad de agua a 10°C .

2. En un libro lees que si necesitas enfriar más rápido una taza de té es mejor poner un pedazo de hielo a 0°C en vez de agua con la misma masa y la misma temperatura. No encuentras ninguna explicación. Expresa tu opinión. Apóyala con argumentos.

3. Experimento e investigación: La fusión del hielo

Objetivo: observar cómo se funde una sustancia cristalina.

Material necesario: un recipiente, 100 g de hielo en forma de cubitos; 300 g de agua a temperatura del grifo, un reloj.

Procedimiento: Pon el hielo y el agua en el recipiente y observa cómo se funde el hielo. Nota cómo cambian los cubitos de hielo y apunta el tiempo desde el momento inicial hasta la fusión completa del hielo. Repite el experimento con la misma cantidad de hielo y agua, pero esta vez calienta el agua. Mide el tiempo y compara los resultados.

Conclusión: Escribe una conclusión del experimento.

Tabla 2. Calor específico de fusión (solidificación) y temperatura de fusión (solidificación) de algunas sustancias

Sustancia	λ , J/kg	T_{FUS} , $^{\circ}\text{C}$
aluminio	$390 \cdot 10^3$	660
cobre	$1800 \cdot 10^3$	1083
hielo	$355 \cdot 10^3$	0
mercurio	$13 \cdot 10^3$	-39
oro	$66 \cdot 10^3$	1063
plomo	$25 \cdot 10^3$	327

Para saber más

Busca ejemplos de sustancias que pasan directamente de estado sólido a estado gaseoso. ¿Cómo se llama este cambio de estado?

Tema para comentar

Es posible tener en una vasija hielo y agua a 0°C .

Fig. 2. Fusión de una sustancia cristalina



22. Vaporización de las sustancias

Fig. 1. Vaporización de agua



Fig. 2. Ebullición de agua



Recordemos la diferencia entre la vaporización y la ebullición.

La **vaporización** sucede cuando de la superficie libre de un líquido se desprenden moléculas y se convierten en vapores de la sustancia, ocupando el espacio sobre el líquido (Fig. 1). Prácticamente la vaporización puede realizarse a cada temperatura. Solo la intensidad del proceso es diferente.

La ebullición se observa cuando la vaporización se realiza tanto de la superficie libre como del volumen entero, formando burbujas llenas de vapores (Fig. 2). Eso requiere la recepción de cierta cantidad de calor. La ebullición es posible cuando la presión de los vapores que contienen las burbujas se iguala con la presión sobre la superficie libre. Cada sustancia se caracteriza por su propia temperatura de ebullición que depende de dicha presión. Mientras dura la ebullición, sin variar la presión, la temperatura permanece constante.

La magnitud que nos demuestra el calor necesario para vaporizar **1 kg** de una sustancia cuando está calentada a la temperatura de ebullición, se denomina **calor específico de vaporización** r . La unidad de medida en el SI es $\frac{J}{kg}$.

$$r = \frac{Q}{m}$$

Cada sustancia se caracteriza por su propio calor específico de vaporización que se da en tablas.

Cuando la sustancia se vaporiza, debe recibir calor igual a $Q = rm$. Para pasar de estado gaseoso a estado líquido debe ceder la misma cantidad de calor. Cuando la sustancia se licúa, la temperatura lleva el nombre de **temperatura de licuación**. Ella es igual a la temperatura de ebullición. En la tabla 1 puedes encontrar algunos valores de este calor y las temperaturas de ebullición (licuación) a presión normal 101,3 kPa.

Tabla 1. Calor específico de vaporización (licuación) y temperatura de ebullición (licuación) de algunas sustancias

Sustancia	r, J/kg	T _{EB} , °C	Sustancia	r, J/kg	T _{EB} , °C
agua	2260.10 ³	100	hidrógeno	452.10 ³	-253
alcohol	963.10 ³	78	mercurio	290.10 ³	357
éter	350.10 ³	35	oxígeno	214.10 ³	-183

TERMINOLOGÍA

calor específico de vaporización: специфична топлина на изпарение

ebullición: кипене

ebullir = hervir: кипя

temperatura de ebullición: температура на кипене

vaporización: изпарение

vaporizar: изпарявам

ACTIVIDADES

1. Explica cómo influye la presión sobre la temperatura de ebullición.

2. Calcula el calor necesario que debe recibir 1 kg de agua a 20°C para vaporizarse por completo mediante ebullición.

3. Tienes varios ejemplos de vaporización. Escribe en breve la causa de su existencia. Puedes utilizar las palabras y expresiones: *método de cocción; zonas cercanas a mares o grandes lagos; vaporización del agua de lagos, mares, plantas, tierra; superficies húmedas; el vapor queda atrapado; el agua salada; los alimentos entran en contacto con los vapores; ropa mojada tendida, área.*

Ejemplos	Causa
Humedad atmosférica (geografía)	
Formación de nubes (geografía)	
Salinas (industria)	
Cocinar al vapor (gastronomía)	
Aumento de la concentración de una solución (química)	
Secado de ropa (actividades caseras)	

4. Explica cómo funciona la olla a presión. ¿Por qué se prefiere para cocinar?

5. ¿Por qué está prohibido hacer experimentos utilizando mercurio cuando este se encuentra en una vasija abierta?

Para saber más

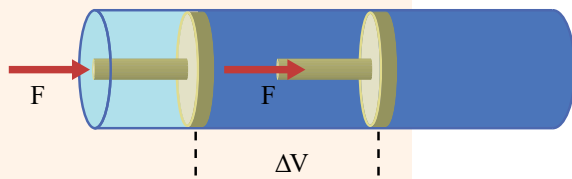
Busca información cuál es la sustancia que tiene la temperatura más baja de licuación.

Tema para comentar

El agua puede hervir a una temperatura menor de 100°C.

23. Primer principio de la termodinámica

Fig. 1. Compresión de un gas



Observemos primero el trabajo de compresión y expansión de un gas. Cierta cantidad de gas que está encerrada en un cilindro. Uno de los lados del cilindro representa un émbolo que puede moverse. De tal manera varía el volumen del gas (Fig. 1).

Sin influencias externas, el émbolo ocupa una posición equilibrada que se determina por la igualdad de la presión atmosférica (fuera del cilindro) y la presión del gas (dentro del cilindro). Si se aplica una fuerza externa sobre el gas y el gas se comprime, el volumen cambia con ΔV , el émbolo se desplaza a cierta distancia y sobre el gas se realiza un trabajo A . El trabajo de la fuerza externa se calcula mediante la fórmula:

$$A = p\Delta V$$

Para usar la fórmula dada, se considera que la presión p se mantiene constante o sus cambios son despreciables. Las unidades de medida son del SI: julio, pascal y metro cúbico.

Si el gas se expande, las fuerzas externas realizan un trabajo $A = -p\Delta V$

Recordemos que la energía interna del gas es igual a la suma de la energía cinética del movimiento de las partículas y la energía potencial de interacción entre ellas. La variación de estas dos magnitudes determina las posibilidades de **cambiar la energía interna**: mediante un **intercambio de calor con el ambiente Q** y mediante una **realización de trabajo A** .

Estas dos posibilidades se toman en cuenta cuando se enuncia el primer principio de la termodinámica, en los años 1842-1843.

El primer principio de la termodinámica dice:

El cambio de la energía interna de una sustancia es igual a la suma del calor recibido por la sustancia y el trabajo realizado sobre ella.

$$\Delta U = U_2 - U_1 = A + Q$$

La importancia de este principio consiste en indicar las posibilidades generales de realizar un trabajo: se efectúa trabajo útil solo a cuenta de una energía recibida o a cuenta de una parte de la energía interna. De tal manera se elimina la existencia del móvil perpetuo (en latín, *perpetuum mobile*): el motor imaginario que funcionaría eternamente sin gastar energía.

TERMINOLOGÍA

compresión o disminución del volumen: свиване

comprimir: свивам

émbolo = el pistón: бутало

expandir o aumentar de volumen: разширявам

expansión o aumento del volumen: разширение

ACTIVIDADES

1. Determina la presión de un gas si la fuerza externa realiza un trabajo de 15 J y el volumen del gas cambia con 5 cm³.

2. Aplica el primer principio de la termodinámica y explica el calentamiento del agua.

3. Da ejemplos de procesos que se expresan mediante las igualdades:

$$\Delta U = A; \quad \Delta U = Q; \quad \Delta U = -Q; \quad \Delta U = Q_1 + Q_2;$$

4. Un gas recibe 3 MJ de calor y mientras tanto su energía interna cambia con 1,5 MJ. Determina el trabajo realizado. Explica la respuesta.

5. Una sustancia recibe una cantidad de calor de 200 J y realiza trabajo igual a 250 J. ¿Cuál es la variación de la energía interna del sistema?

6. Un gas se enfría y cede 1000 J de calor y su energía interna cambia con 1000 J. ¿Qué trabajo realiza el gas?

7. Un gas de presión 50 kPa varía su energía interna con 20 J al recibir 10 J en forma de calor. ¿Cuál es el cambio del volumen que experimenta?

8. ¿Qué calor se debe comunicar a cierta cantidad de gas para realizar un trabajo equivalente a 2 kJ sin cambiar su energía interna?

Para saber más

Busca y explica tres ejemplos en los que la energía mecánica se convierte por completo en calor. Busca información si es posible transformar el calor por completo en energía mecánica.

Tema para comentar

Mediante el primer principio de la termodinámica podemos explicar por qué no es posible la existencia del “motor eterno”.

24. Procesos que pasan en un gas

Los gases se usan muchísimo para realizar trabajo útil. Es así, por su fácil cambio del volumen y la posibilidad de estudiar sus propiedades, utilizando un limitado número de magnitudes. El estado de un gas se determina mediante las magnitudes:

- **La cantidad de sustancia** del gas – n (mol) – en los casos que observamos consideramos que no cambia;
- **La temperatura**, expresada en grados Kelvin T (K);
- **El volumen** V (m³);
- **La presión** p (Pa).

En cada momento los valores de (p , V , T) y la cantidad de sustancia n determinan el **estado termodinámico** del gas.

Decimos que pasa un **proceso en el gas** cuando cambian los valores de la presión, el volumen y la temperatura, se obtienen nuevos y la sustancia alcanza un equilibrio.

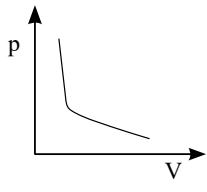
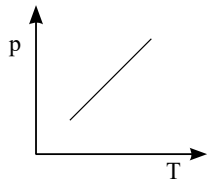
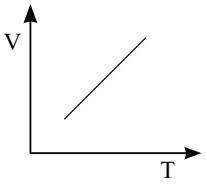
Para estudiar los procesos que pueden pasar en un gas se utiliza el modelo de **gas ideal (perfecto)**. Según el modelo de gas ideal: las partículas no interaccionan entre sí, tienen forma esférica, se mueven libremente e interaccionan solo cuando se chocan y los choques son elásticos y cambian solamente el sentido del movimiento y no la energía de las partículas. Los experimentos demuestran que es conveniente aplicar este modelo para la mayoría de los gases a temperaturas normales y bajas presiones.

Las tres magnitudes p , V y T no son independientes. Un cambio de alguna de ellas provoca variaciones de las otras. La relación lleva el nombre de **ecuación de estado del gas**.

Cuando **cambian las tres magnitudes**, y la sustancia no intercambia calor con el ambiente el proceso se denomina **adiabático**.

Existen tres procesos durante los cuales una de las magnitudes se mantiene constante, mientras cambian las otras dos. Son los procesos: **isotérmico**, **isócoro** e **isobárico**. La comparación está en la tabla 1.

Tabla 1. Procesos isotérmico, isócoro e isobárico

Proceso	Isotérmico	Isócoro	Isobárico
Definición	$T = constante$ cambian p y V	$V = constante$ cambian p y T	$p = constante$ cambian V y T
Realización	<ul style="list-style-type: none"> • Lentos cambios del volumen • Intenso intercambio de calor con el ambiente • Registro del volumen y de la presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen invariable de la vasija • Posibilidad de calentar y enfriar el gas • Registro de la presión y de la temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen variable • Posibilidad de calentar y enfriar el gas • Registro de la temperatura y del volumen
Fórmula	$pV = const$ $p_1V_1 = p_2V_2$	$\frac{p}{T} = const$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	$\frac{V}{T} = const$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$
Gráfica			
Explicación	La fuerza de los golpes de las partículas sobre las paredes de la vasija no cambia, mientras que varía el área \Rightarrow varía la presión.	Manteniendo el área constante, varía la fuerza y la frecuencia de los golpes sobre las paredes de la vasija \Rightarrow varía la presión.	El área sobre la cual golpean las partículas varía junto con la fuerza y la frecuencia de los golpes \Rightarrow la presión no varía.

TERMINOLOGÍA

adiabático: адиабатен

adiabata: адиабата

cantidad de sustancia: количество вещество

ecuación de estado del gas: уравнение на състоянието на газ

estado termodinámico: термодинамично състояние

gas ideal = gas perfecto: идеален газ

iso: prefijo, de origen griego, utilizado para indicar que alguna magnitud no cambia de valor

isobárico: изобарен

isobara: изобара

isócoro: изохорен

isocora: изохора

isotérmico: изотермен

isoterma: изотерма

ACTIVIDADES

1. ¿Cómo cambia la densidad de un gas ideal dependiendo de la presión cuando participa en un proceso isotérmico?
2. ¿Por qué una de las exigencias para realizar un proceso isotérmico es el buen intercambio de calor con el ambiente?
3. Representa un proceso isotérmico en $p-T$ y $V-T$ diagramas y un proceso isobárico en $p-V$ y $p-T$ diagramas.
4. El volumen de cierta masa de un gas ideal cambia de 9 litros a 5 litros, realizando un proceso isotérmico. La presión cambia con 50 kPa. Determina la presión inicial del gas.
5. Cierta cantidad de gas ideal tiene un estado inicial caracterizado por (p_0, V_0, T_0) . Representa en un V-T diagrama los cambios del estado del gas si se realizan dos procesos: primero, un proceso isotérmico cuando el volumen disminuye dos veces y, después, un proceso isócoro, cuando la temperatura crece tres veces.
6. Una vasija de volumen $0,02 \text{ m}^3$ contiene aire de presión 300 kPa. La vasija se conecta con otra de volumen $0,08 \text{ m}^3$, donde hay vacío. Despreciando los cambios de la temperatura, determina la presión final del aire cuando ya ocupa todo el espacio.
7. Un globo de volumen inicial 10 m^3 contiene hidrógeno a presión de 100 kPa. Determina hasta qué altura se eleva el globo si el volumen se hace igual a 12 m^3 . Considera que a cada $\Delta h = 11 \text{ m}$ la presión cambia con $\Delta p = 133 \text{ Pa}$. Los cambios de la temperatura se desprecian.
8. Una bombilla está llena de una mezcla de los gases nitrógeno y argón. Cuando funciona, la mezcla se calienta hasta una temperatura de 300°C y la presión se hace igual a la presión normal atmosférica ($p_0 \approx 100 \text{ kPa}$). Determina la presión de los gases a temperatura de 20°C . Explica la respuesta.
9. En condiciones normales, el aire en los neumáticos de un coche tiene una presión de 2 atm a una temperatura de 20°C . Durante el movimiento, a causa del rozamiento, la temperatura aumenta hasta 50°C . Determina la presión del aire a esa temperatura si los cambios del volumen se desprecian.
10. ¿Hasta qué temperatura tiene que calentarse un globo de aire de temperatura inicial 17°C para que su presión aumente 2 veces? Considera despreciables los cambios del volumen.

Tema para comentar

Mediante las fórmulas del proceso isobárico se puede comprobar que el cero absoluto no se puede alcanzar.

Para saber más

Busca información sobre el proceso adiabático. ¿Dónde podemos observarlo?

25. Máquinas térmicas.

Motor de combustión interna

Mediante las máquinas térmicas se obtiene cierta cantidad de **trabajo mecánico** a cuenta de los **cambios de la energía interna** de una sustancia. Ellas **funcionan realizando un ciclo** en el cual el estado inicial de la sustancia coincide con el estado final sin cambio de la energía interna $\Delta U = 0$.

Las máquinas térmicas más conocidas son: la máquina de vapor, el motor de combustión interna, las turbinas de gas o de vapor, la máquina refrigeradora. Cada máquina térmica se compone de **tres partes básicas**:

- **el calentador** que comunica calor Q_1 a la sustancia de trabajo;
- **la sustancia de trabajo** que realiza un trabajo útil $A = Q_1 - Q_2$
- **el refrigerante** que recibe una parte del calor Q_2 , para asegurar el funcionamiento normal;

Se llama **rendimiento de una máquina térmica** al cociente entre el trabajo realizado y el calor recibido del calentador. Su valor es < 1 . Se expresa en %.

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \quad \text{y} \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Una de las máquinas térmicas más utilizadas es **el motor de combustión interna**. A diferencia de la máquina de vapor, la combustión que produce el calor se realiza dentro de un cilindro cerrado. El combustible puede ser gasolina, gasóleo, gas natural y productos líquidos derivados del petróleo. Los tipos más importantes son el motor de explosión de Otto y el motor Diésel. Observemos en breve el funcionamiento del motor de cuatro tiempos de Otto.

El combustible es gasolina que se mezcla con aire en el carburador. El cilindro tiene dos aberturas cerradas por válvulas. La válvula de admisión regula la entrada de la mezcla en el cilindro. La de escape sirve para permitir la salida de los gases quemados. Tiene también una bujía formada por dos electrodos metálicos entre los cuales salta una chispa eléctrica para provocar la combustión de la gasolina. Tiene un rendimiento de 35%.

Los fenómenos que se producen en el cilindro del motor se repiten periódicamente y se agrupan **en cuatro tiempos** (Fig. 2). Los cuatro tiempos forman un ciclo en que el eje cigüeñal del motor da dos vueltas.

Fig. 1. Partes de una máquina térmica

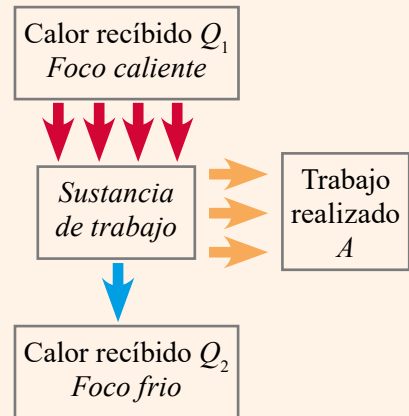
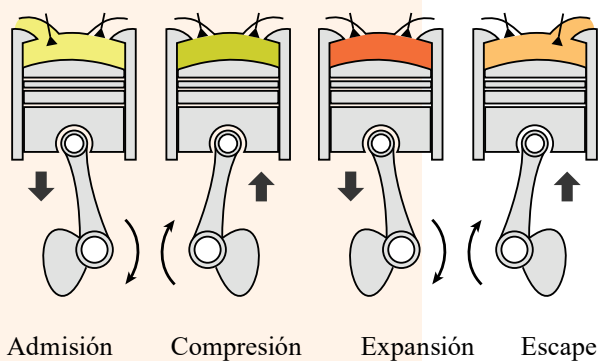


Fig. 2. Motor de cuatro tiempos



Admisión

Compresión

Expansión

Escape

Los tiempos son:

Admisión: La válvula de admisión está abierta y la de escape está cerrada. El émbolo desciende, el volumen aumenta y entra la mezcla gaseosa.

Compresión: Las dos válvulas están cerradas. El émbolo sube y comprime la mezcla gaseosa.

Expansión: Es el tiempo motor. Las dos válvulas están cerradas. En el momento de compresión más alta, salta la chispa de la bujía y la gasolina se quema produciendo gran cantidad de calor. El émbolo está empujado hacia abajo. Se realiza trabajo, haciendo girar el eje cigüeñal.

Escape: La válvula de escape se abre, el pistón se mueve hacia arriba y los gases quemados se expulsan al exterior. El cilindro está listo para admitir una nueva porción del combustible.

TERMINOLOGÍA

admisión: всмукване

bujía: свещ (за кола)

carburador: карбуратор

eje cigüeñal: колянoв вал

escape: изхвърляне, отделяне на изгорелите газове

tiempo motor: работен такт

motor de combustión interna: двигател с вътрешно горене

motor de cuatro tiempos: четиритактов двигател

motor de explosión = motor de Otto: бензинов двигател

pistón = émbolo: бутало

rendimiento = eficiencia: коефициент на полезно действие (КПД)

sustancia de trabajo: работно вещество

tubo de escape: ауспух

válvula de admisión: всмукателен клапан

válvula de escape: изпускателен клапан

válvula: клапан

Para saber más

Busca información sobre algunas de las diferencias principales entre el motor de Otto y el motor Diésel.

Tema para comentar

En el futuro próximo los coches eléctricos van a sustituir por completo los coches con motores de combustión interna.

ACTIVIDADES

1. ¿Por qué el rendimiento de las máquinas térmicas no puede alcanzar 100%?
2. ¿Por qué el motor de Otto se denomina también motor de explosión?
3. Calcula el rendimiento de una máquina térmica si 25% del calor desprendido por el calentador se cede al refrigerante.
4. ¿Cómo va a funcionar el motor de un coche si alguna de las bujías deja de producir chispas?

26. Impacto ecológico del uso de las máquinas térmicas

Busca información para poder comentar los temas:

1. ¿Cuáles son los combustibles fósiles?
2. ¿Qué sustancias se desprenden cuando queman combustibles fósiles?
3. ¿Qué enfermedades provocan las sustancias emitidas cuando se quema un combustible fósil?
4. ¿Por qué es importante guardar la capa de ozono?
5. ¿Qué factores influyen sobre el calentamiento global?
6. ¿Cuáles son las energías renovables?
7. ¿A qué se debe la energía de las mareas? ¿Y la energía mareomotriz?



Temas para comentar:

1. Los combustibles fósiles contaminan la naturaleza.
2. El ruido, el calor, el humo y las sustancias que se desprenden de los combustibles fósiles quemados aumentan la contaminación del aire.
3. La contaminación influye sobre nuestra salud.
4. La capa de ozono se destruye por el freón y otras sustancias.
5. El calentamiento global provoca cambios del clima.
6. Los cambios del clima tienen un efecto perjudicial sobre la naturaleza.
7. Las energías renovables pueden ser una solución de los problemas ecológicos contemporáneos.

Palabras y expresiones para apoyarte: *aumento de la temperatura media con 0,5 grados, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, lluvias ácidas, plomo, intercambio de calor dificultado, cadmio, humo, efecto perjudicial, energía eléctrica, agente destructor de la capa de ozono, reducción, radiación ultravioleta, dióxido de carbono, efecto invernadero, energía eólica, energía solar, energía geotérmica, energía hidráulica, energía*

mareomotriz, aguas captadas, energía potencial gravitatoria del agua, paneles solares fotovoltaicos, energía mecánica del viento.

TERMINOLOGÍA

impacto ecológico: въздействие върху околната среда

combustible fósil: изкопаемо гориво

energía mareomotriz: енергия, генерирана от вълните

efecto invernadero: парников ефект

contaminación: замърсяване, заразяване



27. A repasar: cuestiones y problemas de fenómenos térmicos

1. Explica la diferencia entre calor y temperatura.

2. Rellena los huecos utilizando las palabras y las expresiones convenientes (sobran 3):

fenómeno, temperaturas bajas, cero absoluto, enfriar, calentar, técnicamente, método de enfriamiento, matemáticamente, temperaturas altas, alcanzar

Hacia el cero absoluto

La temperatura denominada ...(1)... nunca puede ser alcanzada. Esto lo prohíben las leyes de la física. Sin embargo, podemos aproximarnos a ella al máximo grado ...(2)... posible. La búsqueda de ...(3)... fue iniciada por L. Cailleter en 1877 con la licuación del oxígeno. Más tarde, al final del siglo XIX, Kamerlingh-Onnes licuó el helio, el gas de temperatura de ebullición más baja. Su éxito parecía poner el fin de los esfuerzos científicos en realización de esta competición. Pero, algunos meses tras su muerte, se inventa un nuevo ...(4)... que permite ...(5)... temperaturas de unas millonésimas del grado Kelvin. En febrero de 1995, científicos americanos de Maryland lograron ...(6)... unos átomos de cesio hasta la temperatura de 700 nK. A temperaturas bajas, se observan fenómenos interesantes e inesperados de la materia, por ejemplo, la superconductividad. La superconductividad consiste en desaparición de la resistencia eléctrica. La explicación de este ...(7)... es posible solamente a partir de la física cuántica.

3. Ordena correctamente el algoritmo para resolver los problemas de balance térmico.

A. Expresa y calcula la magnitud desconocida.

B. Escribe la ecuación del balance térmico.

C. Expresa cada uno de los calores mediante la fórmula adecuada.

D. Determina los cuerpos que participan en el proceso de intercambio de calor – los que ceden y los que reciben calor –.

E. Saca de las tablas los valores necesarios de los calores específicos.

4. Se mezclan en una vasija aislada térmicamente 200 g de agua a 50°C y 600 g de agua a 10°C. Calcula la temperatura final cuando se establece el equilibrio térmico. Considera que en el intercambio de calor participan solo las dos aguas.

5. En 5 kg de agua a 40°C se pone hielo de masa 3 kg y con una temperatura inicial de 0°C. Determina la masa del hielo que se va a fundir si al final la temperatura de equilibrio es 0°C.

6. ¿Qué sucede con las partículas durante el proceso de solidificación?

7. Explica el hecho que durante la fusión la temperatura no cambia. ¿Para qué se utiliza la energía recibida?

8. ¿Por qué en las zonas polares es imposible utilizar termómetros de mercurio? ¿Qué tipos de termómetros se utilizan entonces?

9. Dispones de 100 g de cobre que está a 20°C y que debes fundir. Determina el calor total necesario para realizarlo.

10. ¿Cuál de los dos procesos necesita más energía: calentar 100 g de agua desde 20°C hasta 100°C o vaporizar la misma cantidad de agua a temperatura 100°C?

11. Forma parejas de los dos grupos de nociones. Explica la relación que encuentras.

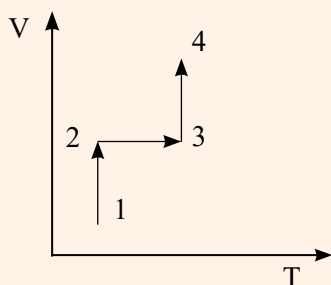
A. temperatura	1. agitación térmica
B. difusión	2. vaporización del volumen entero
C. ebullición	3. débiles fuerzas de interacción
D. cero absoluto	4. intensidad de movimiento de las partículas
E. movimiento libre de las partículas	5. trabajo realizado sobre un gas
F. energía interna	6. detención de las partículas

12. Cada modelo sirve para estudiar un proceso, un fenómeno o una estructura y tiene tres características principales: contiene lo más importante sobre el objeto estudiado, tiene una idealización y tiene un límite de aplicación. Aplica este razonamiento para el modelo de *gas ideal*.

13. De la gráfica determina los procesos que pasan en el gas ideal. Transforma en diagramas $p-V$ y $p-T$.

14. ¿Qué procesos pasan en el gas ideal? Transforma en diagramas $p-V$ y $V-T$.

15. Determina la temperatura de un gas ideal que se encuentra en una vasija cerrada si al calentarlo con 1°C su presión aumenta con 4 % de su presión inicial.



16. Un cilindro horizontal está dividido en dos partes de volúmenes V_1 y V_2 , de presiones p_1 y p_2 , respectivamente. El émbolo que separa las dos partes se deja mover libremente hasta equilibrarse. ¿Qué presión se establece? Los cambios de la temperatura se desprecian.

17. Imagínate que eres un especialista de anuncios de publicidad. Elabora un anuncio para demostrar las cualidades de un nuevo tipo de coche ecológico.

18. Busca en la sopa de letras cuatro conceptos estudiados que tienen el siguiente significado: *unidad de medida de temperatura; una de las magnitudes fundamentales; cada una de las etapas en que se divide el funcionamiento del motor de combustión interna; sirve para propulsar los vehículos.*

T	O	R	L	P	F
O	T	D	I	S	T
M	I	C	Q	M	A
K	E	L	V	I	N
L	M	A	B	N	C
O	P	E	R	A	I

19. Rellena los huecos con las palabras adecuadas.

pensamiento, se convierte, aumenta, preocupaciones, teórica, científicos, cantidad de calor, actúan, numérica, enunciado

Uno de los que formularon la ley de conservación de la energía

El ...(1)... de la ley de conservación de la energía se debe a uno de los experimentadores más notables de la historia de la Física que se distinguió por su claridad del ...(2)... y por la explicación ...(3)... de sus experimentos. Es inglés y nació en Salford, cerca de Manchester. Su nombre es James Prescott Joule (1818 – 1889). Su padre poseía una fábrica de cerveza, y así Joule pudo dedicar su vida a la investigación sin ...(4)... económicas. El contacto con la industria despertó su interés por la Mecánica y la Ciencia. A los 16 años empezó a estudiar Química con J. Dalton, el fundador de la teoría atómica moderna.

Los primeros trabajos ...(5)... de Joule, que empezó a publicar desde los 22 años, no despertaron interés, seguramente porque no había realizado estudios superiores, ni estaba relacionado con los círculos universitarios.

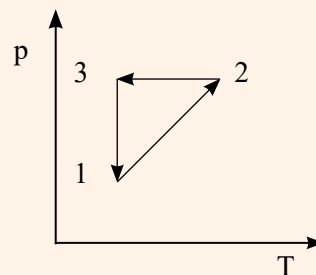
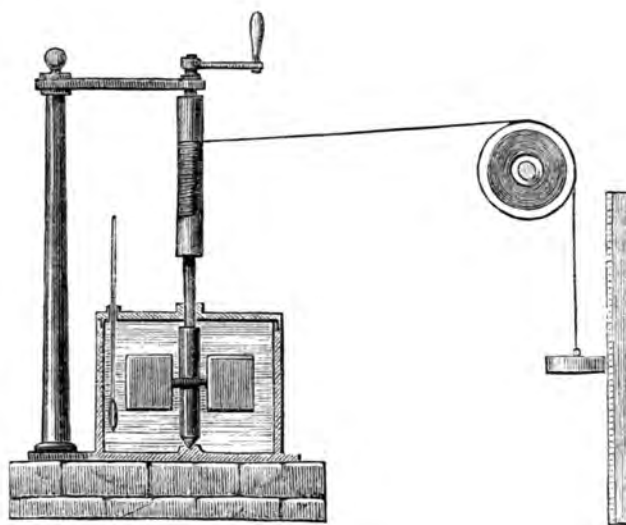


Fig. 1. Máquina de Joule



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joule%27s_Apparatus_\(Harper%27s_Scan\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joule%27s_Apparatus_(Harper%27s_Scan).png)

Conoció los trabajos de W. Thomson y poco a poco desarrolló sus ideas dando publicidad a sus experimentos. A él se debe la determinación de la equivalencia ...(6)... entre trabajo y calor. Para conseguir la comprobación de su hipótesis Joule inventa y construye una máquina, denominada “máquina de Joule” : dos pesas caen de cierta altura y su energía potencial ...(7)... en energía cinética; una parte de esta energía se comunica a paletas que giran dentro de una vasija y ...(8)... sobre el agua que llena el recipiente. Como consecuencia, el agua ...(9)... su temperatura. Igual cambio de la temperatura se consigue al comunicar al agua cierta ...(10)... . Joule comprueba que 1 julio de trabajo mecánico equivale a 1 julio de cantidad de calor y produce el mismo efecto. De tal manera Joule enuncia la ley de conservación de la energía total. Esta ley se considera una de las principales contribuciones del siglo XIX a la Ciencia Física.

20. Un anillo de oro de masa 4 g se calienta de temperatura 20°C a temperatura de 100°C . La capacidad específica térmica del oro es 800 J/kgK .

- a) expresa las temperaturas en grados Kelvin;
- b) calcula la variación de la temperatura, una vez en grados Celsius y otra vez, en grados Kelvin;
- c) determina el calor necesario para realizar el calentamiento.

21. Determina el calor necesario para calentar con 15°C una piscina llena de agua de dimensiones $25 \times 5 \times 1,5 \text{ m}$. La densidad del agua es 1000 kg/m^3 .

22. Determina el calor necesario para calentar 500 g de hielo de temperatura -20°C a temperatura 0°C .



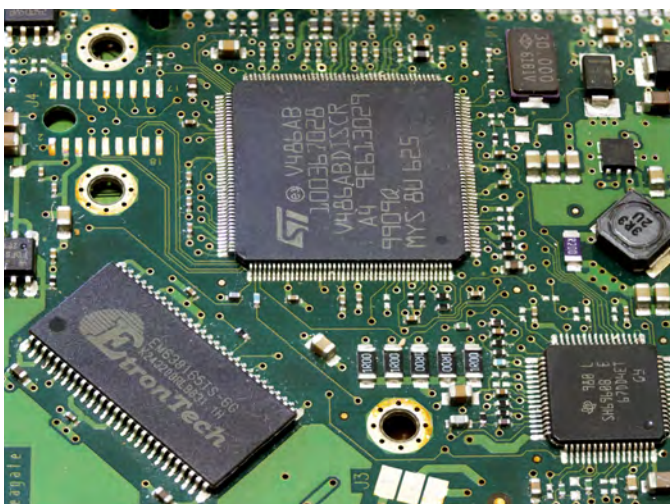
PARTE III

CORRIENTE ELÉCTRICA

Los **fenómenos eléctricos** son unos de los primeros que atraen la atención de la gente desde los albores de la humanidad. Hace más de 2000 años, Tales de Mileto – uno de los siete sabios griegos – descubre la electrificación. Con sus experimentos él da inicio al estudio de los fenómenos eléctricos y de las fuerzas eléctricas pero pasan cientos de años hasta que se explique correctamente lo observado.

Paralelamente a los fenómenos eléctricos, la gente observa las **propiedades magnéticas** de algunos minerales. En 1820 el físico danés Oersted descubre la acción magnética de la corriente eléctrica y los científicos se dan cuenta de que los **fenómenos eléctricos y magnéticos tienen un origen común**.

A finales del siglo XIX, se forma una de las partes de la Física, denominada **Electrodinámica**. La Electrodinámica abarca las siguientes áreas: la Electroestática, la Corriente eléctrica, el Magnetismo y las Ondas electromagnéticas. Rápidamente cada una de estas áreas se desarrolla y se inventan **dispositivos eléctricos**. Debido al avance técnico, en la historia de la ciencia, el siglo XIX se llama *siglo de la física aplicada* y también *siglo de la electricidad*. Desde aquellos años el conocimiento sobre la electricidad viene desarrollándose y hoy en día alcanza el nivel de los dispositivos de microelectrónica y nanotecnologías, las lámparas LED, las pantallas orgánicas y muchos más aparatos sorprendentes.



28. Corriente eléctrica. Ley de Ohm

Por un conductor **circula corriente eléctrica** cuando existe un **movimiento dirigido de cargas libres**. Lo último ocurre cuando el conductor está conectado a un **circuito eléctrico cerrado**. Los efectos de la corriente son: térmico, químico, magnético y biológico. El físico inglés M. Faraday llega por primera vez a la conclusión de que las corrientes que originan estos efectos tienen una naturaleza común, relacionada con la estructura de las sustancias. La corriente eléctrica puede circular en diferentes medios – líquidos, gases, sólidos, vacío –, cuando existen **cargas libres** – electrones libres, iones positivos o negativos – y cuando se aplica un **voltaje**. Dependiendo del sentido del movimiento de las cargas eléctricas, la corriente puede ser:

- **Corriente continua (DC):** Las cargas se mueven solo en un sentido por unidad de tiempo (1 s). Debe aplicarse un **voltaje continuo**. Fuentes de voltaje continuo son las pilas, los acumuladores, los paneles solares.

- **Corriente alterna (AC):** Por una unidad de tiempo (1 s) las cargas cambian muchas veces su sentido de movimiento (50 ó 60 veces por segundo). Debe aplicarse un voltaje alterno. Fuente de **voltaje alterno** es la central eléctrica.

Dos de las características de una corriente eléctrica son:

La intensidad de la corriente: está relacionada con la carga q que pasa por unidad de tiempo t por la sección transversal del conductor. Se calcula mediante la fórmula:

$$I = \frac{q}{t}$$

La unidad de medida en el SI es el **amperio (A)**. La corriente es **1 amperio** cuando por **1 segundo** pasa una carga de **1 culombio** por la sección del conductor y $1C = \frac{1A}{1s}$

El sentido de la corriente: se acepta que coincide con el sentido de movimiento de las cargas positivas. Es decir, va desde el polo positivo hacia el polo negativo de la fuente.

Haciendo numerosos experimentos, el físico alemán Georg Simon Ohm (1787 – 1854) formula una dependencia cuantitativa entre el voltaje aplicado U sobre los extremos de un conductor y la corriente I que pasa por él. La ley de Ohm dice:

La intensidad de la corriente que pasa por un conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado sobre sus extremos.

$$I = \frac{U}{R}$$

La magnitud marcada **R** se denomina **resistencia** del conductor. En la ley de Ohm consideramos que **la resistencia es constante**. La unidad de medida de resistencia es el **ohmio (Ω)**.

En general, la resistencia de los consumidores es variable y depende de varios factores: temperatura, concentración de cargas libres, dimensiones, estructura del material, defectos, existencia de impurezas, etc. Sin embargo, una parte de los consumidores tienen una resistencia constante y para ellos se aplica la ley de Ohm en su forma más sencilla.

Cada sustancia tiene su propia resistencia y se caracteriza con la magnitud **resistencia específica** o **resistividad ρ** .

Los conductores metálicos de longitud **L** y de sección transversal **S** tienen una resistencia que se determina mediante la fórmula:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

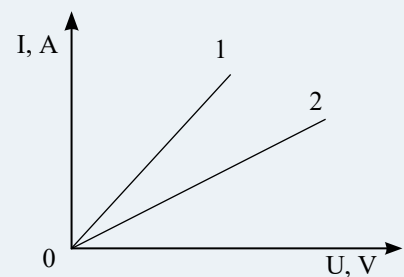
Tabla 1. Resistividad de algunas sustancias a 20°C¹

Sustancia	Resistividad (Ωm)	Sustancia	Resistividad (Ωm)
plata	$1,6 \cdot 10^{-8}$	hierro	$1 \cdot 10^{-7}$
cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$	platino	$0,98 \cdot 10^{-7}$
oro	$2,4 \cdot 10^{-8}$	nicromo	$1,1 \cdot 10^{-6}$
aluminio	$2,8 \cdot 10^{-8}$	cuarzo	$7 \cdot 10^{17}$

Los valores de la resistencia específica indican la calidad de la sustancia como un conductor. Al disminuir la resistividad aumenta la **conductividad eléctrica** de la sustancia, es decir aumenta la calidad de la sustancia como conductor.

La relación entre el voltaje aplicado y la corriente que pasa por un conductor se puede representar gráficamente. La representación lleva el nombre de **característica de voltios-amperios** (Fig. 1). A partir del ángulo de la línea se puede determinar la resistencia del conductor.

Fig. 1. Característica de voltios-amperios



¹https://www.electronics-notes.com/articles/basic_concepts/resistance/electrical-resistivity-table-materials.php

TERMINOLOGÍA

amperio: ампер

característica de voltios-amperios: волтамперна характеристика

carga eléctrica: електричен заряд

carga libre: свободен заряд

circuito eléctrico: електрична верига

circular la corriente = pasar la corriente: тече ток

conductividad eléctrica: електрична проводимост

consumidor: консуматор

corriente alterna: променлив ток

corriente continua: постоянен ток

corriente eléctrica: електричен ток

culombio: кулон

intensidad de la corriente: големина на тока

ohmio: ом

resistencia: съпротивление

resistencia específica = resistividad: специфично съпротивление

sección transversal: напречно сечение

sentido de la corriente: посока на тока

unidad de tiempo: единица време

voltaje: напрежение

voltaje alterno: променливо напрежение

voltaje continuo: постоянно напрежение

voltio: волт

ACTIVIDADES

1. Calcula la corriente eléctrica que pasa por un conductor si durante 1 minuto pasa una carga de 120 mC.
2. Determina el valor de la carga que pasa por la sección de un conductor si durante 5 minutos circula una corriente de 0,5 A.
3. Determina la carga que pasa por la sección transversal del filamento de una bombilla si al funcionar 10 min la intensidad de la corriente es de 300 mA.
4. El rayo representa una corriente eléctrica que pasa por 1 ms, transportando una carga de 20 C. ¿Cuál es la intensidad de la corriente eléctrica?

5. La longitud de un conductor disminuye tres veces. ¿Cómo va a cambiar la intensidad de la corriente, manteniendo el mismo voltaje aplicado?

6. La sección de un conductor metálico aumenta dos veces. ¿Qué es necesario hacer para que la corriente que pasa por él no cambie?

7. Duplicamos el radio de un hilo de cobre. ¿Cómo afecta esto a su resistencia?

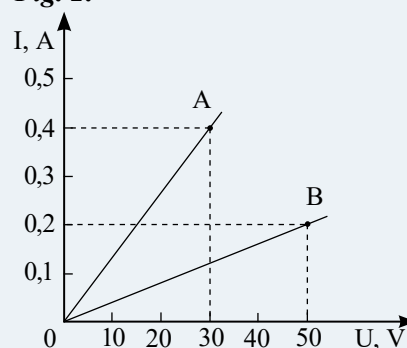
8. Un cable conductor tiene una resistencia de 20Ω . Determina la resistencia de otro cable del mismo material si tiene doble sección y es la mitad de largo que el primero.

9. ¿Por qué los cables que conducen la corriente dentro de los edificios están envueltos en goma o plástico?

10. ¿Por qué los electricistas emplean destornilladores con mango de plástico y con una indicación del voltaje máximo al que se pueden emplear?

11. Por dos consumidores, A y B, pasa corriente eléctrica cuando se aplica voltaje. En la gráfica están los resultados que se obtienen al cambiar el voltaje y registrar las intensidades de la corriente correspondiente (*Fig. 2*). Calcula la resistencia de cada uno de los consumidores.

Fig. 2.



Para saber más

¿Busca información sobre el valor de la resistencia específica del agua? ¿Hay diferencias entre el agua destilada y el agua salada del mar?

Tema para comentar

En la microelectrónica se utiliza oro para elaborar los conductores finos entre el chip y las patas de su encapsulado.

29. Conexión de consumidores

Recordemos las partes principales de un circuito eléctrico: la fuente de energía eléctrica, los conductores, el consumidor, el interruptor y los aparatos de medida: amperímetro y voltímetro. Si miramos la instalación eléctrica en casa, podemos añadir el contador de luz y el fusible. De nuestra experiencia sabemos que en un circuito eléctrico frecuentemente participan varios consumidores.

Observemos el caso de dos consumidores de resistencias R_1 y R_2 . Sobre los extremos de cada uno se mide un voltaje de U_1 y U_2 y la corriente que pasa por cada uno es I_1 e I_2 , respectivamente. Nos interesa cómo se reparten los voltajes, en qué relación están las corrientes y cómo podemos calcular **la resistencia equivalente** del circuito.

Existen dos maneras principales para conectar dos o más consumidores: **en serie** (a) o **en paralelo (en derivación)** (b) como se representa en la figura 1.

Fig. 1. Conexión en serie y en paralelo

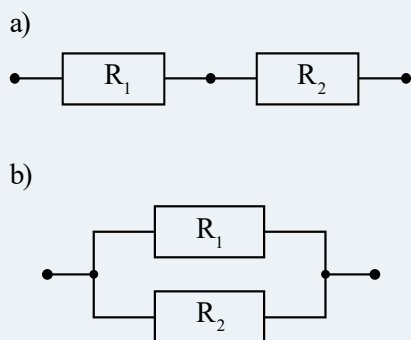


Tabla 1. Comparación entre conexión en serie y conexión en paralelo

	Conexión en serie	Conexión en paralelo
El voltaje total aplicado U	El voltaje aplicado se reparte sobre los consumidores $U = U_1 + U_2$	Sobre todos los consumidores se aplica igual voltaje $U = U_1 = U_2$
La corriente total que pasa I	Por todos los consumidores pasa igual corriente eléctrica $I = I_1 = I_2$	La corriente antes de la derivación se reparte en las ramas $I = I_1 + I_2$
La resistencia equivalente R	$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

De la ley de Ohm y las relaciones de las magnitudes se concluye que cuando se conectan más y más consumidores en serie, su resistencia equivalente aumenta y la corriente que circula baja. En el caso de aumentar el número de consumidores en paralelo, la resistencia equivalente disminuye y aumenta la corriente que pasa por el circuito.

TERMINOLOGÍA

conexión en paralelo = conexión en derivación: успоредно свързване

conexión en serie: последователно свързване

contador de luz = contador eléctrico: електромер

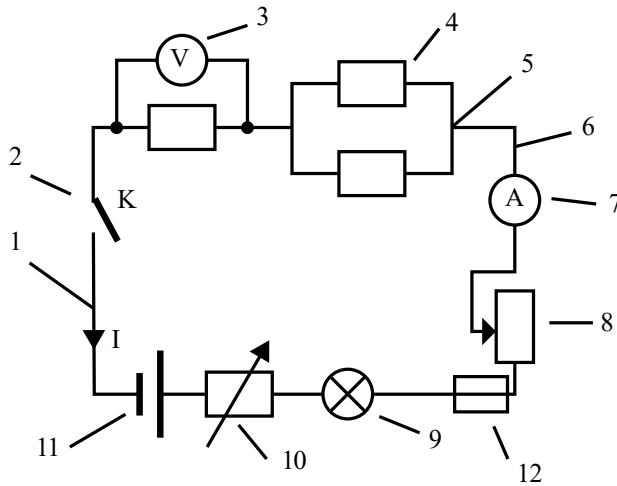
fusible: предпазител

resistencia equivalente: еквивалентно съпротивление

ACTIVIDADES

1. Relaciona cada uno de los elementos de un circuito eléctrico con su nombre. (Fig. 2). Traduce al búlgaro.

Fig. 2. Elementos de un circuito eléctrico



- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -
- 9 -
- 10 -
- 11 -
- 12 -

Elementos del circuito: *consumidor (resistor), conductor, resistor de resistencia variable, voltímetro, amperímetro, punto de derivación, bombilla, fuente de energía eléctrica continua, interruptor, fusible, sentido de la corriente eléctrica.*

2. Explica cómo están conectados en casa los consumidores. ¿Por qué?

3. Finaliza las oraciones escribiendo los pasos más importantes que debes realizar si tienes que dar primeros auxilios a una persona que ha recibido una descarga eléctrica.

- **Primer** tengo que
- **Después**
- **Sin perder tiempo** tengo que
- Cuando ayudo a tal persona **nunca**

4. Dibuja las combinaciones existentes y calcula la resistencia equivalente cuando se conectan tres resistencias: (a) de igual valor $R = 2 \Omega$; (b) de valores 1Ω , 2Ω y 3Ω .

5. Una instalación eléctrica está formada por cinco bombillas. Al fundirse una, se observa que se apagan otras dos, mientras que las demás siguen encendidas. Dibuja un esquema que muestre cómo están conectadas las bombillas. ¿Qué posibilidades existen para conectar estos consumidores?

6. Dos bombillas están conectadas en serie y a sus extremos se aplica un voltaje de 24 V. Una de las bombillas tiene resistencia de 10Ω y la caída de tensión sobre ella es de 6 V. Dibuja el esquema del circuito eléctrico. ¿Qué valor tiene la resistencia de la otra bombilla?

30. Trabajo y potencia de la corriente eléctrica



La aplicación de la corriente eléctrica se basa en la posibilidad de **transformar la energía eléctrica en otros tipos de energía**: térmica, mecánica, luminosa, etc. Al aplicar un voltaje, dentro de los conductores y los consumidores empiezan a actuar fuerzas eléctricas que desplazan las cargas libres y su energía aumenta. Una parte de la energía de las cargas se convierte en energía interna de la sustancia, otra parte – la mayor parte – se convierte en el consumidor en trabajo útil, lo que llamamos **trabajo de la corriente eléctrica**.

Si sobre el consumidor se aplica voltaje U y por él pasa corriente I durante un tiempo determinado t , y se desplaza una carga q en el interior del consumidor, el trabajo de la corriente eléctrica se determina por la fórmula:

$$A = qU = UI t$$

Como sabemos, la unidad de medida de trabajo es el julio. El trabajo es $I J$ cuando aplicando voltaje de $I V$, pasa corriente $I A$ durante $I s$. En la práctica, la corriente circula mucho más que un segundo y para que sea más cómodo se utiliza **la unidad de medida kilovatio-hora**.

$$1 kWh = 1000W \cdot 3600s = 3,6 \cdot 10^6 J$$

La potencia de la corriente eléctrica la definimos como el trabajo de la corriente eléctrica realizado por unidad de tiempo:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UI t}{t} = UI$$

Aplicando la ley de Ohm, se obtienen dos maneras más para calcular la potencia:

$$P = \frac{U^2}{R} \text{ y } P = I^2 R$$

Como se determina de las fórmulas, la potencia de un consumidor depende del voltaje aplicado y la corriente que pasa por él.

En casa, las potencias de los electrodomésticos están dadas en su descripción técnica. Junto con la potencia está escrito el voltaje bajo el cual el aparato debe funcionar. (Fig. 1).

Fig. 1. Electrodoméstico:
aspiradora
220 V, 1400 W



TERMINOLOGÍA

potencia de la corriente eléctrica: мощность на электричния ток

potencia disipada: отделена мощност

trabajo de la corriente eléctrica: работа на электричния ток

ACTIVIDADES

1. Una bombilla lleva la siguiente inscripción: 100 W, 220 V. Determina su resistencia y la corriente que circula por ella.

2. Una estufa eléctrica de 1500 W de potencia está conectada en paralelo con una bombilla de 100 W y se aplica un voltaje de 220 V.

a) Calcula la intensidad de la corriente que circula por cada aparato.

b) Determina la resistencia de cada aparato.

c) Determina la indicación que como mínimo debe llevar el fusible que controla la instalación.

d) Calcula el consumo energético cuando los dos dispositivos funcionan simultáneamente una hora. Expresa el resultado en kWh.

3. Tres bombillas de resistencias $3\ \Omega$, $4\ \Omega$ y $6\ \Omega$ están conectadas en paralelo y se alimentan por una diferencia de potencial de 12 V. Determina la potencia total consumida por las bombillas y el trabajo realizado por la corriente durante 20 min.

4. Una bombilla tiene potencia de 80 W cuando sobre ella se aplica un voltaje de 12 V. Otra bombilla, idéntica a la primera, se conecta en serie y sobre las dos se aplica el mismo voltaje. Determina la potencia de cada una de las bombillas.

5. Una estufa eléctrica tiene un calefactor de dos secciones de resistencias $200\ \Omega$ y $400\ \Omega$. Cada una de las secciones puede funcionar independientemente; también pueden conectarse en serie o en derivación. Determina la potencia disipada en cada uno de los cuatro casos. ¿En cuál de los casos la potencia es mayor?

6. Un fusible, colocado en un enchufe de 220 V, lleva la inscripción 2 A. ¿Cuál es la máxima potencia que debe tener un aparato conectado a ese enchufe?

7. Un electricista tiene que reparar una parte de una instalación eléctrica, alimentada por 220 V. El electricista debe reemplazar un conductor por otro de la misma longitud. La máxima potencia consumida debe ser 4 kW. El electricista dispone de conductores de secciones $1\ \text{mm}^2$, $2,5\ \text{mm}^2$, $4\ \text{mm}^2$, $6\ \text{mm}^2$ y $8\ \text{mm}^2$. ¿Cuál es mejor utilizar? Acepta que por los conductores pasa una corriente de $5\ \text{A}/\text{mm}^2$.

Para saber más

Pregunta a tus familiares cuál es el precio de la energía eléctrica que pagamos cada mes. Fíjate qué información contiene una factura del consumo doméstico de energía eléctrica.

Tema para comentar

Es bueno tener un consumo eficiente de energía en el hogar.

Encuentra un ejemplo e información que te puedan servir de argumentación:

https://www.adicae.net/idae/hogar/secciones/energia_electrica.html

31. Ley de Ohm generalizada

Fig. 1. Fuente de energía eléctrica



Sabemos que además de conductores y consumidores, cada circuito eléctrico debe tener conectada una fuente de energía eléctrica. Cada fuente – pila, dinamo, acumulador, central eléctrica y enchufe – tiene bornes entre los cuales se conecta el resto del circuito. Para definir mejor los procesos que ocurren en el circuito eléctrico, la fuente, con sus propiedades y particularidades, lleva el nombre de *parte interna del circuito*, mientras que los conductores y los consumidores representan la *parte externa del circuito*.

El voltaje entre los bornes de la fuente se obtiene como resultado de **procesos que pasan dentro de la fuente**. A causa de transformación de energía de varios tipos en el interior de la fuente las cargas se mueven así: las positivas se acumulan sobre el polo positivo y las negativas sobre el polo negativo. Realmente esto es un movimiento contra las fuerzas eléctricas que actúan sobre las cargas en la parte interna del circuito.

Dentro de la fuente, además de las fuerzas eléctricas, sobre las cargas actúan otras fuerzas que se denominan **fuerzas laterales**.

Las fuerzas laterales F_L realizan un trabajo positivo A_L dentro de la fuente. Bajo su acción, las cargas eléctricas q recuperan la energía que han tenido antes de cederla a la parte externa del circuito.

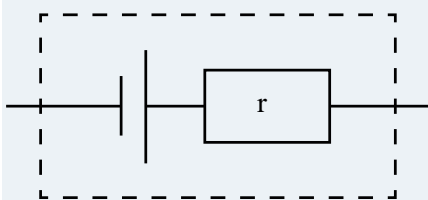
La fuerza electromotriz (FEM) ε es igual al cociente entre el trabajo realizado por las fuerzas laterales A_L para transportar una carga positiva q desde el polo negativo hasta el polo positivo dentro de la fuente y el valor de la misma carga.

$$\varepsilon = \frac{A_L}{q}$$

La unidad de medida de FEM es el **voltio**. La FEM es **1 voltio** si las fuerzas laterales realizan trabajo de **1 julio** para transportar una carga de **1 culombio** dentro de la fuente.

Durante el funcionamiento de un circuito eléctrico se desprende calor tanto en los consumidores como en la misma fuente. Esto demuestra que la fuente de energía eléctrica también posee resistencia: **resistencia interna r** . En los esquemas eléctricos, la resistencia interna **se representa como un consumidor más, conectado en serie** con los aparatos existentes (Fig. 2).

Fig. 2.



Si el circuito está cerrado, las cargas se transportan por la **parte interna** (la fuente) y por la **parte externa** (los consumidores) del circuito. En un período de tiempo t , la carga transportada es igual a $q = It$. En el mismo período las fuerzas laterales realizan un trabajo equivalente a $A_L = \varepsilon q = \varepsilon It$.

El calor desprendido en las dos partes del circuito, la interna y la externa, se determina por la ley de Joule-Lenz $Q = I^2 R t + I^2 r t$.

De acuerdo con la ley de conservación de la energía $Q = A_L$, entonces tenemos:

$$\varepsilon = IR + Ir$$

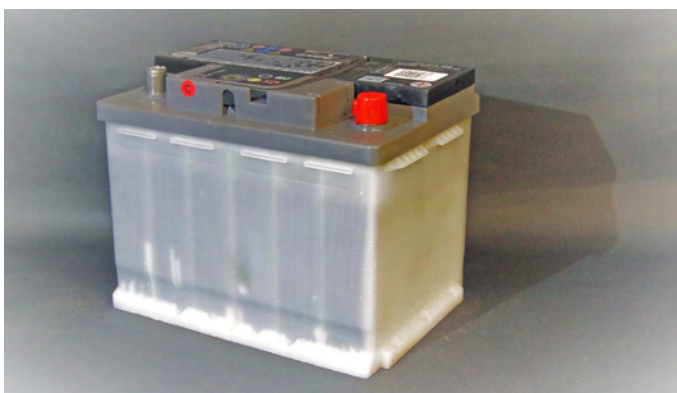
La ley de Ohm generalizada dice: **La corriente que pasa en un circuito es directamente proporcional a la fuerza electromotriz y es inversamente proporcional a la resistencia total del circuito.**

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

El **cortocircuito** se observa cuando la resistencia del circuito externo se hace igual a cero. Entonces, la corriente que pasa aumenta y alcanza su valor máximo. De la ley de Ohm generalizada se obtiene que el valor de esta corriente es igual a: $I_{max} = \frac{\varepsilon}{r}$.

Como normalmente la resistencia interna de las fuentes tiene valores pequeños de orden de $0,01\Omega$, la corriente que pasa durante un cortocircuito es de orden de kA.

Fig. 3. Fuentes de energía eléctrica



TERMINOLOGÍA

borne: клемма

cortocircuito: късо съединение

fuerzas laterales: странични сили

ley de Ohm generalizada: закон на Ом за цялата верига

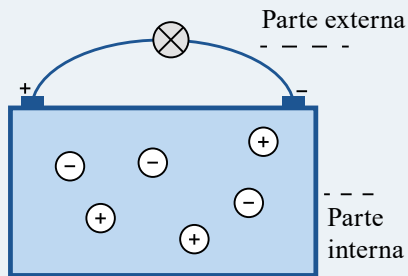
parte externa del circuito: външна част на веригата

parte interna del circuito: вътрешна част на веригата

polo: полюс

fuerza electromotriz (FEM): електродвижещо напрежение (ЕДН)

Fig. 4. Esquema de una fuente



ACTIVIDADES

1. Finaliza el esquema indicando cómo actúan las fuerzas laterales y las fuerzas eléctricas. Dibuja el sentido del movimiento de las cargas en la parte interna del circuito y en la parte externa del circuito. (Fig. 4)

2. Explica qué puede suceder en un circuito eléctrico para que la resistencia de la parte externa se iguale a cero o se aproxime al cero.

3. ¿Qué sucede en el interior de una pila cuando se agota? ¿Por qué se agota?

4. ¿En qué pueden diferenciarse dos fuentes de energía eléctrica?

5. Si en casa conectamos muchos consumidores y el fusible interrumpe el circuito decimos que se ha producido un cortocircuito por sobrecarga. ¿Cómo se explica esto a partir de la Ley de Ohm generalizada?

6. Dos bombillas de resistencias $10\ \Omega$ y $40\ \Omega$ se conectan en paralelo a una pila de FEM de $36\ \text{V}$ y de resistencia interna $1\ \Omega$.

a) Dibuja el esquema del circuito eléctrico conectado.

b) Calcula la intensidad de la corriente eléctrica que pasa por el circuito.

c) Calcula la corriente máxima que va a pasar en caso de un cortocircuito.

7. Una pila de 9 V tiene una resistencia interna de $0,1 \Omega$. ¿Qué voltaje se aplica sobre la bombilla que conectamos?

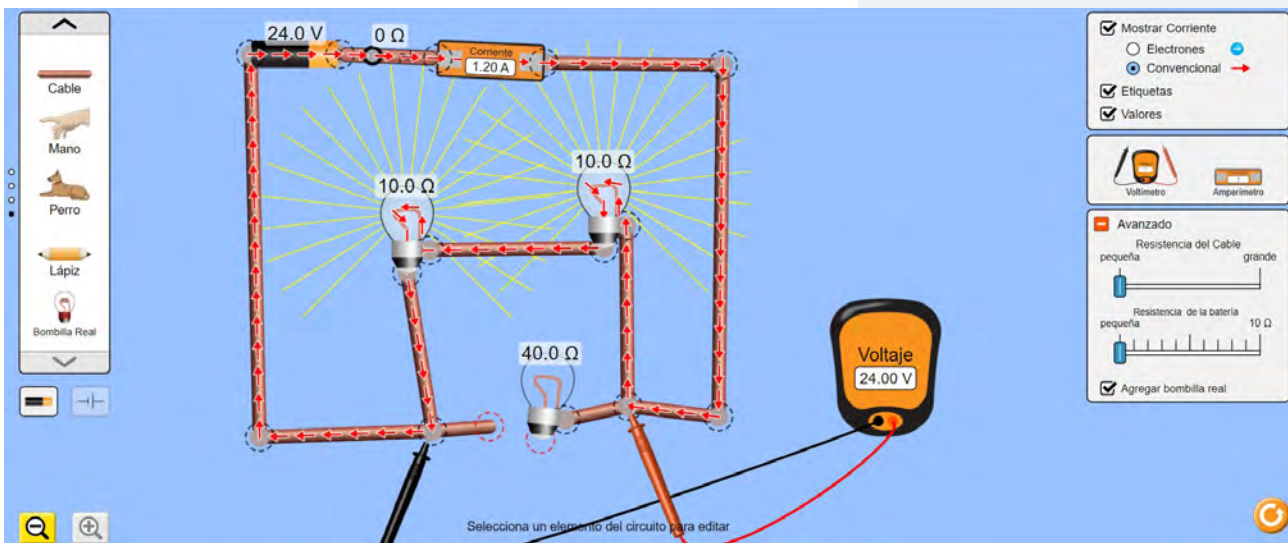
8. Laboratorio virtual: Conexión de consumidores

Visita la página del PhET:

<https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab-es.html>

Monta varios circuitos eléctricos. **Mide** la intensidad de la corriente y el voltaje. **Prueba** diferentes conexiones. **Escribe** por lo menos cinco conclusiones de lo observado. Para que sea más fácil tu explicación **captura** y **guarda** dos o tres imágenes de lo que has hecho. Un ejemplo tienes en la figura 5.

Fig. 5. Laboratorio PhET: circuitos de corriente continua



Tema para comentar

Las pilas agotadas se depositan en lugares especiales para reciclaje.



Para saber más

Busca información cómo se recarga la batería de un coche.



32. Corriente eléctrica en metales

Las cargas libres de los metales son los **electrones de valencia de la última capa** y su comportamiento se describe mediante un modelo, denominado “gas electrónico”. Los electrones libres existen en la red cristalina sin acciones especiales sobre el conductor. Sin influencias externas, los electrones se mueven caóticamente alrededor de los iones positivos de la red cristalina.

Observemos lo que pasa en el conductor metálico si sobre sus extremos se aplica un voltaje. Junto con su movimiento térmico, los electrones empiezan a desplazarse dirigidamente. Ese movimiento dirigido se inicia simultáneamente con la aplicación del voltaje y se caracteriza por una velocidad denominada **velocidad de deriva**. Una particularidad importante de los metales es que **dentro del conductor metálico no se transporta sustancia**. Si la temperatura aumenta, la agitación térmica se intensifica y dificulta el movimiento dirigido de las cargas. Por eso, al aumentar la temperatura, la resistencia de los metales también aumenta.

Los **factores que determinan la resistencia** de los metales son: el tipo de la sustancia, las dimensiones del conductor, la temperatura y la existencia de impurezas.

Una de las aplicaciones más conocidas de los metales es la elaboración de diferentes tipos de cables, por ejemplo, los cables de red (Fig. 1). Las sustancias más utilizadas son el cobre, el aluminio, el platino y algunas aleaciones como el nicromo. La relación entre la resistencia del metal y la temperatura se emplea en los **termómetros de resistencia**. Un ejemplo es el termómetro de resistencia de platino (Fig. 2)². Entre las ventajas de estos termómetros es la rápida respuesta, la exactitud y el amplio rango de temperaturas que puede aguantar y medir.

La superconductividad es un fenómeno específico, observado por primera vez en algunos metales como el mercurio, a temperaturas muy bajas, cerca del cero absoluto. Este fenómeno consiste en la pérdida de la resistencia cuando la temperatura se hace inferior a la temperatura crítica ($T < T_c$), distinta para cada sustancia. Más tarde fueron descubiertas cerámicas que poseen semejantes propiedades a temperaturas más altas. Los superconductores poseen varias propiedades interesantes. Una de ellas es la circulación de la corriente sin disipación de calor.

Fig. 1. Cable de red



Fig. 2. Termómetro de resistencia



² <https://eu.flukecal.com/es/products/temperature-calibration/probes-sensors/platinum-resistance-thermometers-prts/term%C3%B3metros-de>

TERMINOLOGÍA

aleación: сплав

cable de red: мрежов кабел

deriva (de electrones, continentes, barcos, ...); *Ir a la deriva*:
отместване, дрейф

electrón de valencia: валентен електрон

nicromo: нихром (сплав от никел и хром)

superconductividad: свръхпроводимост

termómetro de resistencia: съпротивителен термометър

velocidad de deriva: дрейфова скорост

ACTIVIDADES

1. ¿Por qué al aumentar la temperatura, la resistencia del conductor metálico aumenta?
2. ¿Por qué al aumentar las impurezas de manera no controlada, la resistencia del conductor metálico crece?
3. ¿Cómo funciona un termómetro de resistencia? ¿La relación entre qué magnitudes utiliza? ¿Cuáles son sus ventajas?
4. ¿Qué beneficio económico tiene el uso de los superconductores?

Fig. 3. Superconductor de alta temperatura, enfriado con nitrógeno líquido



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sticks-toff_gek%C3%BChter_Supraleiter_schwebt_%C3%BCber_Dauermagneten_2009-06-21.jpg

Para saber más

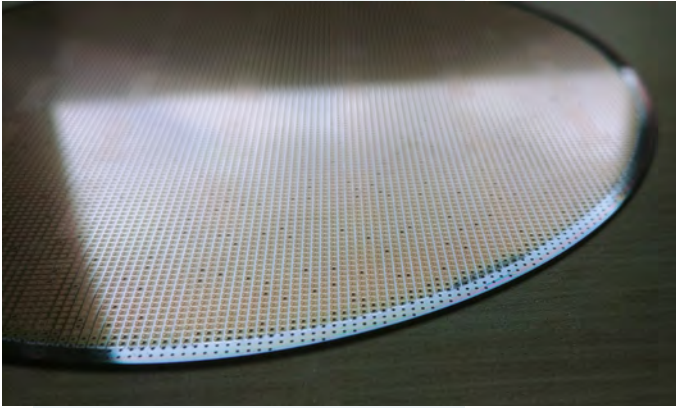
Busca información sobre la superconductividad de alta temperatura. ¿Cuándo se descubre y en qué sustancias? ¿Cómo se aplica actualmente el fenómeno de la superconductividad?

Tema para comentar

La buena conductividad eléctrica de los metales radica en su estructura.

33. Corriente eléctrica en semiconductores

Fig. 1. Silicio, antes de ser cortado y encapsulado



Los semiconductores y los dispositivos elaborados a base de ellos representan el fundamento de una rama de la ingeniería actual – la microelectrónica – y la aplicación de tecnologías específicas, a pequeñas distancias, conocidas con el nombre de nanotecnologías. El desarrollo de las partes de la Física moderna – la mecánica cuántica y la física del estado sólido – permitió a los científicos minimizar las dimensiones y el consumo energético y elevar la rapidez de funcionamiento de varios aparatos.

Los semiconductores son un amplio grupo de sustancias al que pertenecen, por ejemplo:

- **sustancias de un elemento químico: silicio (Si), germanio (Ge)**, estaño (Sn), azufre (S), selenio (Se), telurio (Te), galio (Ga), arsénico (As), entre otros.

- **compuestos** de dos o más elementos: arseniuro de galio (GaAs), sulfuro de cadmio (CdS), sulfuro de plomo (PbS), arseniuro de galio y aluminio (GaAlAs), entre otros.

Los semiconductores ocupan un lugar intermedio entre los conductores y los aislantes **según los valores de su resistividad**. Se aprecian los límites en que varía la resistencia específica de las sustancias:

- los metales: $10^{-8} - 10^{-6} \Omega\text{m}$;
- los semiconductores: $10^{-6} - 10^{12} \Omega\text{m}$;
- los aislantes: $\rho > 10^{10} \Omega\text{m}$.

Algunas de las **propiedades específicas** de los semiconductores son:

- su conductividad depende en gran medida de las condiciones externas: voltaje aplicado, luz, calor, exposición a radiaciones ionizantes, rayo ultravioleta, rayo infrarrojo;

- el valor de su resistencia específica cambia en amplios límites: se acerca a la de los metales, mientras que en otros casos se acerca a la de los dieléctricos;

- la conductividad mejora al aumentar la temperatura;

- la resistencia específica depende de la concentración de impurezas;

- tienen **dos tipos de conductividad: de tipo n (electrónica) y de tipo p (de huecos)**.

La explicación de las propiedades radica en la estructura de los semiconductores. A **bajas temperaturas** (cerca al cero absoluto) y sin influencias externas, la estructura de las **sustancias puras semiconductoras** se parece a la de un material aislante. No hay cargas libres porque los electrones de la última capa están enlazados unos con otros y no poseen suficiente energía para liberarse. **Al aumentar la temperatura**, algunos de los enlaces covalentes se rompen y en el espacio entre los átomos **se liberan electrones (cargas de tipo n)**. En lugar de un electrón liberado queda un **hueco (carga de tipo p)**. Este hueco permite que otros electrones adquieran cierta movilidad, desplazándose de sus posiciones iniciales. Dado que **el hueco representa** la falta de un electrón, su existencia y movimiento se consideran equivalentes a los de una **carga positiva +e**. De tal manera, los semiconductores poseen una **conductividad doble**: de **tipo n** y de **tipo p**. En las **sustancias puras** la conductividad intrínseca implica **que el número de electrones libres es igual al número de huecos**.

La conductividad de las sustancias puras no puede garantizar un gran número de cargas y depende mucho de la temperatura. Por esta razón, la conductividad de los semiconductores se modifica de una forma más estable. El proceso se llama **dopaje del semiconductor**: en la sustancia principal, de manera controlada, se introducen pequeñas cantidades de impurezas. La naturaleza de los átomos incorporados determina si va a aumentar el número de electrones o de huecos. Tal conductividad se llama extrínseca.

- Si el número de electrones prevalece sobre los huecos, **la conductividad obtenida es de tipo n**. Para conseguirla se dopa el semiconductor, por ejemplo el silicio, con átomos de elementos del grupo 5: arsénico (As), antimonio (Sb) y fósforo (P). Los átomos introducidos se denominan **donadores**; ellos aumentan el número de los electrones libres que se convierten en portadores mayoritarios.

- Si el número de huecos prevalece sobre los electrones **la conductividad es de tipo p**. Para conseguirla se dopa el semiconductor, por ejemplo el silicio, con átomos de elementos del grupo 3: aluminio (Al), indio (In) y boro (B). Los átomos introducidos se denominan **aceptores**; ellos aumentan el número de los huecos que se convierten en portadores mayoritarios.

Los dispositivos construidos a partir de los semiconductores utilizan la doble conductividad y contienen zonas denominadas **paso p-n**.

El paso p-n representa el espacio donde se enfrentan las conductividades **de tipo n** y **de tipo p**, formadas sobre un cristal. Se caracteriza por su resistencia.

TERMINOLOGÍA

aceptor: акцептор

arseniuro de galio (GaAs): галиев арсенид

arseniuro de galio y aluminio (GaAlAs): галиево-алуминиев арсенид

conductividad de huecos: дупчеста проводимост

conductividad electrónica: електронна проводимост

conductividad extrínseca: примесна проводимост

conductividad intrínseca: собствена проводимост

conductividad: проводимост

dieléctricos (materiales): диелектрик

donador: донор

dopar = introducir impurezas de manera controlada: легирам

germanio: германий

mecánica cuántica: квантова механика

paso p-n: p-n преход

portador de corriente: токов носител

portador mayoritario: основен токов носител

silicio: силиций

sulfuro de cadmio (CdS): кадмиев сулфид

sulfuro de plomo (PbS): оловен сулфид

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las propiedades específicas de los semiconductores?
2. Explica cómo se forman los huecos de los semiconductores.
3. ¿Por qué a bajas temperaturas los semiconductores son aislantes?
4. ¿Qué representa el hueco en un semiconductor?
5. Compara las cargas libres en los metales y en los semiconductores y el mecanismo de su formación.
6. ¿Cómo se mejora la conductividad eléctrica de una sustancia semiconductor?

Para saber más

Busca información qué propiedades tiene el silicio. ¿Por qué se usa tanto en la microelectrónica? ¿Con qué materiales se sustituye actualmente y por qué?

34. Aplicación de los semiconductores

Los semiconductores se utilizan para elaborar componentes electrónicos. Las propiedades mencionadas anteriormente encuentran varias aplicaciones. Observemos algunos de los dispositivos a base de los semiconductores.

Diodo: representa un cristal de semiconductor (silicio o germanio) sobre el cual está formado **un paso p-n**. Cuando al diodo se le aplica voltaje, los electrones y los huecos de las zonas de conductividad de tipo-p y de tipo-n empiezan a moverse. La resistencia del paso p-n aumenta o disminuye dependiendo de la disposición de los polos del voltaje aplicado (Fig. 1). Los dos casos que pueden ocurrir son: polarización directa y polarización inversa del diodo.

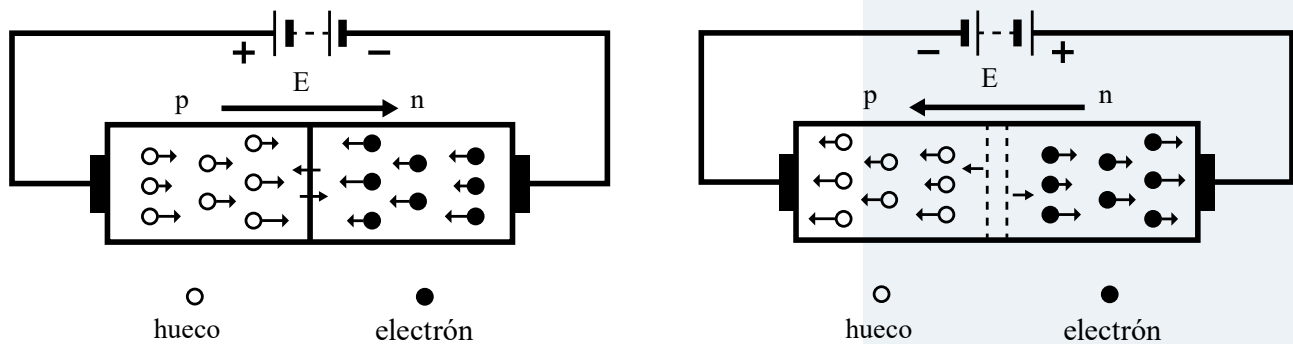


Fig. 1. Esquema de diodo y movimiento de los electrones y los huecos dependiendo del voltaje aplicado

Hay varios tipos de diodos: para rectificar señales eléctricas, para estabilizar el circuito, diodos emisores de luz y diodos receptores de luz. En todos los casos se utiliza su propiedad de permitir el paso de la corriente eléctrica solo en un sentido.

Transistor: representa un cristal de semiconductor (silicio o germanio) sobre el cual están formados **dos pasos p-n**. Este dispositivo tiene tres zonas formadas. De cada una de las zonas, que llevan los nombres de emisor, base y colector, sale una pata con la cual el transistor se conecta en el circuito. Se utiliza para amplificar la corriente, el voltaje o la potencia en un circuito eléctrico. En la figura 2 puedes ver varios transistores³.

Fig. 2. Transistores



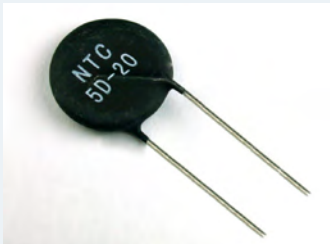
³ <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Transistors-white.jpg>

Fig. 3. Fotorresistor



Fotorresistor (fotorresistencia): contiene una sustancia semiconductor, por ejemplo, sulfuro de cadmio (CdS), que cambia su resistencia dependiendo de la cantidad de luz que incide sobre ella. Cuanto más iluminado está el sensor tanto menor es su resistencia y mayor es la corriente que pasa por el circuito. Una aplicación muy común es apagar y encender la iluminación pública (Fig. 3).

Fig. 4. Termistor



Termistor: es un sensor de temperatura (Fig. 4). Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia con la temperatura. Se elaboran diferentes tipos dependiendo del rango de temperaturas en el que se espera su funcionamiento. Mediante él se pueden medir temperaturas, estabilizar y proteger el funcionamiento del circuito y los semiconductores que están conectados.

Fig. 5. Parte de una placa base



Circuito integrado: es el dispositivo más complejo porque sobre un área de unos cuantos centímetros cuadrados está dispuesta una gran cantidad de zonas de diferente conductividad. Estas zonas desempeñan el papel de diferentes componentes electrónicos – resistencias, condensadores, diodos, transistores–, formando varios circuitos eléctricos. El circuito integrado se parece a un bocadillo ya que contiene por lo menos tres capas: de metal (frecuentemente cobre), de semiconductor (silicio) y de dieléctrico (dióxido de silicio SiO_2). Para la elaboración de un circuito integrado se necesitan más de veinte operaciones tecnológicas completamente automatizadas. En los últimos años se buscan nuevos materiales que sustituyan el silicio, como por ejemplo las sustancias orgánicas. Los circuitos integrados forman parte de todos los esquemas electrónicos, por ejemplo, los procesadores de los ordenadores, las memorias, las tarjetas de sonido, de vídeo o de red están formados por circuitos integrados (Fig. 5, 6, 7).

Fig. 6. Tarjeta de red



Las ventajas principales de los semiconductores son:

- menor riesgo para la gente porque los voltajes que alimentan los circuitos integrados no sobrepasan los 5 – 10 V;
- menor consumo de energía;
- pequeñas dimensiones;
- fácil montaje y desmontaje;
- bajo precio del dispositivo;
- producción completamente automatizada, etc.

Fig. 7. Memoria RAM



TERMINOLOGÍA

base: база

circuito integrado: интегрална схема

colector: колектор

diodo: диод

diodo emisor de luz: светоизлъчвателен диод (светодиод)

diodo receptor de luz: светоприемателен диод
(фотоклетка)

emisor: емитер

fotorresistor = fotorresistencia: фоторезистор
(фотосъпротивление)

polarización directa del diodo: свързване в права посока на диода

polarización inversa del diodo: свързване в обратна посока на диода

placa base = placa madre = placa principal: дънна платка

tarjeta de red: мрежова карта; ~ de sonido: звукова карта; ~ de vídeo: видео карта

termistor: термистор

transistor: транзистор

ACTIVIDADES

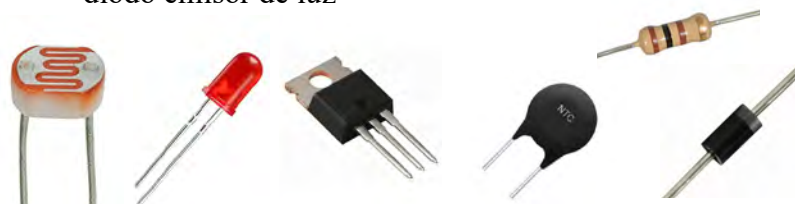
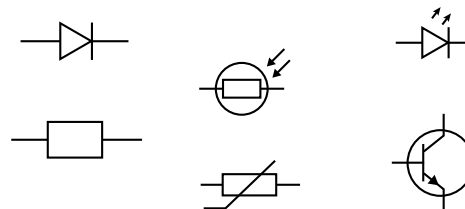
1. ¿De qué depende la resistencia del paso p-n?

2. Después de ver el vídeo

<https://www.youtube.com/watch?v=lvWbqf7cHLg>, resume en breve: ¿qué dispositivo se investiga, qué se demuestra y cómo se hace?

3. Vincula cada uno de los dispositivos con su representación en los esquemas electrónicos y con su imagen real:

- transistor
- diodo
- resistor
- termistor
- fotorresistor
- diodo emisor de luz



Para saber más

Busca información cuáles son las operaciones principales efectuadas cuando se elaboran circuitos integrados.

Tema para comentar

La rapidez de los procesadores y la capacidad de las memorias están relacionadas con la búsqueda de sustancias que reemplacen el silicio.

35. A repasar: cuestiones y problemas de corriente eléctrica

1. Un consumidor funciona bajo voltaje de 40 V y por él pasa una corriente de 5 A. ¿Qué resistencia complementaria hay que conectar y cómo hacerlo, para que el consumidor pueda funcionar bajo voltaje de 220 V?

2. Un consumidor de resistencia $10\ \Omega$ funciona y por él pasa una corriente de 2 A. ¿Qué resistencia debemos conectar y cómo hacerlo, para que la intensidad de la corriente baje cuatro veces?

3. Cuando dos consumidores se conectan en serie tienen una resistencia equivalente de $18\ \Omega$ y cuando se conectan en paralelo, su resistencia equivalente es de $4\ \Omega$. ¿Qué resistencia tiene cada uno de los consumidores?

4. Observa el aparato de medida representado en la figura 1 y escribe su nombre. Explica qué magnitudes se pueden medir mediante él y qué valores máximos se pueden determinar. ¿Por qué el aparato tiene diferentes alcances?

El aparato es:

Se pueden medir:

Los valores máximos son:

5. Escribe el nombre de cada una de las unidades que se obtiene al realizar la operación matemática:



- $\frac{\text{culombio}}{\text{segundo}} = \dots$
- $\text{voltio} \cdot \text{culombio} = \dots$
- $\frac{\text{voltio}}{\text{amperio}} = \dots$
- $\text{amperio} \cdot \text{ohmio} = \dots$
- $\text{voltio} \cdot \text{amperio} = \dots$

Fig. 1.



6. Enumera algunas semejanzas y diferencias y entre las propiedades eléctricas de los metales y de los semiconductores.

7. Compara las lámparas LED y las lámparas de incandescencia. Organiza la comparación en una tabla

	Lámpara LED 	Lámpara de incandescencia 
Ventajas		
Desventajas		

8. **Rellena** los espacios en blanco del texto utilizando las **siguientes** palabras y expresiones (sobran tres).

iluminación, resistencia mecánica, recibido, luz blanca, económico, el vacío, filamento de carbón, emitida, inventores, el montaje, pasar corriente, calentaba, la producida, fino, calentó, experimentos, esfuerzos, contracciones.

La iluminación eléctrica

Hasta hace un poco más de un siglo, no se disponía de otro modo de ...(1)... que quemar algún combustible. Se utilizaban velas, lámparas de aceite, de petróleo y finalmente de gas. El alumbrado eléctrico es, para la misma intensidad luminosa, mucho más ...(2)... , cómodo, limpio y fácil de manejar. Se debe a dos ...(3)...: el norteamericano Tomas A. Edison y el inglés J. Swan. Al principio, los dos trabajaban independientemente pero en 1883 unieron sus esfuerzos y establecieron una empresa. Edison se dio cuenta de algunos problemas técnicos importantes. En primer lugar, la temperatura de equilibrio a que se ...(4)... el filamento de la bombilla. Se denomina temperatura de equilibrio, cuando la cantidad de calor ...(5)... durante un segundo se iguala a ...(6)... por la corriente. Para desprender ...(7)... y no sólo calor, los valores de la temperatura del filamento deben ser del orden de 2500-3000 °C. En segundo lugar, el filamento tenía que ser muy ...(8)... (0,01 mm) y no fundirse, ni volatizarse, ni quemarse con el oxígeno del aire. Además debía tener ...(9)... suficiente para que no se rompiese

en las dilataciones y ...(10)... a que se veía sometido al encenderse y apagarse la bombilla. En sus ...(11)... Edison eligió un filamento de carbón, que obtuvo carbonizando hilo de algodón, y lo colocó en un globo de vidrio en el que hizo después ...(12)... para evitar la combustión. El 21 de octubre de 1879, Edison y sus ayudantes hicieron ...(13)... por su lámpara y permanecieron contemplándola, sin descansar ni dormir hasta que dejó de funcionar 45 horas más tarde. En 1880 Edison organizó ...(14)... de alumbrado eléctrico por las calles de su pueblo natal Menlo Park (NJ). En 1882, las fábricas norteamericanas produjeron 100000 bombillas y a principios del siglo XX, su número ya ascendía a 35 millones. En 1900, después de 20 años de trabajo, la bombilla de ...(15)... llegó a tener una duración media de 600 horas.

9. Traduce al búlgaro el texto **La iluminación eléctrica**.

10. Busca información y presenta otros inventos que realizó Edison. Son más de veinte.

11. Una “caja negra” con dos salidas contiene una pila de FEM y de resistencia interna desconocidas. Cuando a las salidas se conecta una resistencia de 20Ω , el amperímetro marca una intensidad de corriente de 250 mA. Al conectar una resistencia de 80Ω , la corriente se hace igual a 100 mA. ¿Qué valores tienen la fuerza electromotriz y la resistencia interna?

12. Localiza en la sopa de letras **cinco nociones** que significan: *un portador de corriente en los líquidos; una unidad de medida. Su magnitud correspondiente se presenta en la ley de Ohm; un factor que determina la conductividad de las sustancias; el aparato mediante el cual se mide el voltaje entre dos puntos del circuito eléctrico; magnitud que influye sobre la resistencia de las sustancias.*

O	H	M	I	O	U	V	Y
Z	T	E	D	S	S	O	S
D	E	M	I	A	R	L	A
I	C	P	O	F	E	T	G
M	O	E	N	U	S	Í	A
P	U	R	E	Z	A	M	S
A	E	A	P	W	S	E	E
R	U	T	L	O	R	T	O

13. Busca información sobre las tecnologías OLED y QLED. Puedes seguir el enlace o buscar otro sitio: <https://hardzone.es/tutoriales/compras/oled-vs-qled-cual-comprar/>

PARTE IV

OSCILACIONES.

ONDAS MECÁNICAS.

SONIDO

En la vida cotidiana estamos rodeados de multitud de fenómenos ondulatorios: las vibraciones de los instrumentos de percusión y las cuerdas de la guitarra, la propagación de las olas sobre la superficie del agua, las ondas sísmicas que se producen durante un terremoto, las vibraciones de las cuerdas vocales, las oscilaciones de un puente debido al tráfico, etc. Los **fenómenos ondulatorios** mencionados se componen de **oscilaciones elementales**, realizadas por **las partículas del medio**. Los cuerpos donde transcurren representan varios **sistemas oscilantes**. Estas oscilaciones se transmiten de partícula a partícula y se propagan en el espacio en forma de **ondas mecánicas**. El oído humano es capaz de percibir solo ciertas ondas: el sonido. Sin embargo, existen otras – el infrasonido y el ultrasonido – que tienen su importancia técnica e influencia sobre nosotros. Las ondas sísmicas que se producen durante los terremotos también representan ondas mecánicas.



36. Características de las oscilaciones. Sistemas oscilantes

Fig. 1. Oscilación armónica

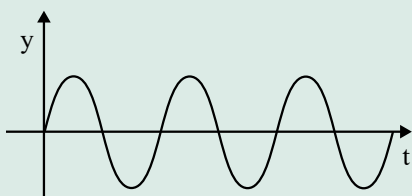


Fig. 2. Péndulo matemático

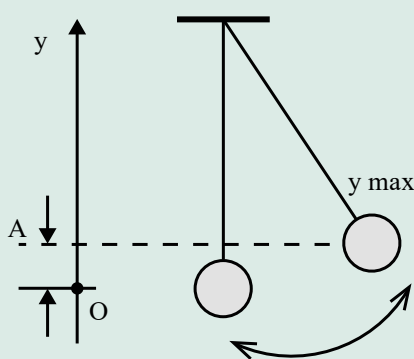
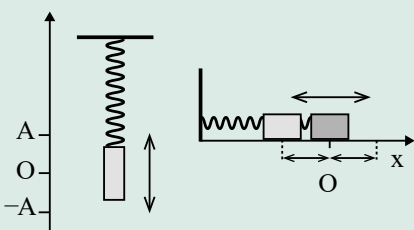


Fig. 3. Péndulo de resorte



Decimos que un cuerpo **oscila** (vibra) cuando se **mueve periódicamente** alrededor de una posición fija denominada **posición de equilibrio**. La fuerza que actúa durante este movimiento se llama **fuerza recuperadora** y está siempre dirigida hacia la posición de equilibrio.

El caso más simple que se observa es la oscilación armónica, representada gráficamente en la *figura 1*.

En general, existen dos tipos de sistemas oscilantes:

- **El péndulo matemático.** Consiste en una bolita colgada de una cuerda inextensible (de longitud invariable) (*Fig. 2*). Cuando la bolita se desvía de su posición de equilibrio a un ángulo pequeño (de unos cuantos grados), el sistema empieza a moverse alrededor de esta posición. Las magnitudes que describen el movimiento del péndulo son **la longitud** de la cuerda y **la aceleración gravitatoria**.

- **El péndulo de resorte.** Se compone de un cuerpo que está suspendido de un muelle. El cuerpo también empieza a oscilar cuando se desvía de su posición de equilibrio y se deja en libertad (*Fig. 3*). Las magnitudes que describen este movimiento son **la masa** del cuerpo y **el coeficiente de elasticidad** del muelle.

Las oscilaciones se caracterizan con las siguientes magnitudes:

- **El período T (s).** Es el tiempo necesario para realizar una oscilación completa.

- **La frecuencia ν (hercio, Hz).** Es el número de oscilaciones realizadas por unidad de tiempo (1s). Es inversamente proporcional al período y $\nu = \frac{1}{T}$.

- **La elongación $y(t)$ o $x(t)$.** Es la distancia, medida desde el punto de equilibrio hasta la posición en la que se encuentra el objeto oscilante en el momento t .

- **La fuerza recuperadora F .** Siempre está orientada hacia la posición de equilibrio. En cada momento el valor de la fuerza recuperadora es directamente proporcional a la elongación y se calcula así: $F = k \cdot y$ o $F = k \cdot x$

- **El coeficiente de elasticidad** del resorte, marcado con la letra k . Es una constante de proporcionalidad y depende de la sustancia. Se determina de manera experimental y se da en tablas.

La unidad de medida de k es $\frac{N}{m}$.

• **La amplitud A (m).** Es la elongación máxima, es decir la distancia entre la posición de equilibrio y la desviación máxima del cuerpo.

• **La velocidad v (m/s).** Observando la oscilación de un péndulo, notaremos que su sentido de movimiento cambia en los dos puntos extremos de la trayectoria. Eso, por su parte, significa que la velocidad en dichos puntos se hace igual a cero. El cuerpo oscilante pasa por la posición de equilibrio con una velocidad máxima. De tal manera, observando la oscilación se puede concluir que se trata de un movimiento de velocidad variable.

El período de un **péndulo de resorte**, caracterizado por la masa del cuerpo colgado m y el coeficiente de elasticidad del muelle k , se calcula mediante la fórmula:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

El período de un **péndulo matemático**, caracterizado por la longitud de la cuerda l y la aceleración gravitatoria g , se calcula mediante la fórmula:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

TERMINOLOGÍA

amplitud: амплитуда

coeficiente de elasticidad: коэффициент на еластичност

cuerda o hilo inextensible: неразтеглива нишка

desviación: отклонение

desviar: отклонявам

elongación: удължаване

fenómeno ondulatorio: вълново явление

fuerza recuperadora: връщаща сила

onda sísmica: сеизмична вълна

oscilación = vibración: трептене

oscilación armónica: хармонично трептене

oscilar = vibrar: трептя

péndulo de resorte: пружинно махало

péndulo matemático: математично махало

posición de equilibrio: равновесно положение

propagación: разпространение

resorte = muelle: пружина

sistema oscilante: трептяща система

ACTIVIDADES

1. Explica en qué se diferencian la oscilación del péndulo de resorte y el movimiento de una bolita lanzada hacia arriba.
2. Da ejemplos de sistemas oscilantes que existen en la tecnología.
3. Dibuja una bolita colgada de un hilo inextensible y explica cómo se determina la posición de equilibrio de este sistema oscilante.
4. Explica por qué el movimiento que se realiza durante una oscilación no es uniforme, aunque se recorra igual distancia en igual tiempo. Explica y analiza las etapas de tal movimiento.
5. ¿Observa el movimiento de un péndulo matemático y explica cómo cambia la velocidad durante una oscilación? ¿Cuántas veces es igual a cero?
6. ¿Qué es lo característico de la fuerza recuperadora?
7. Dos péndulos matemáticos tienen longitudes l y $l/3$. ¿En qué relación están sus períodos?
8. Un cuerpo oscilante realiza 100 oscilaciones en 50 s. Determina su período de oscilación.
9. Un cuerpo oscila con amplitud de 10 cm y período de 2 s. ¿Qué distancia recorre el cuerpo en un minuto?
10. Un péndulo tiene una frecuencia de 5 Hz. ¿Cuántas veces pasa por su posición de equilibrio en un tiempo de 2 min?
11. Un péndulo de resorte tiene una amplitud de las oscilaciones igual a 10 cm. Determina el valor mínimo y el valor máximo de la fuerza recuperadora. El coeficiente de elasticidad del muelle es 10 N/m.
12. ¿Cómo debe cambiar la longitud de un péndulo matemático para que aumente 5 veces su frecuencia?

Fig. 4. El puente es un sistema oscilante complejo



37. Cambios de la energía durante una oscilación. Resonancia

Las oscilaciones pueden clasificarse tomando en cuenta los cambios de la amplitud con el tiempo o la existencia de una influencia externa.

Según el cambio de la amplitud con el tiempo, tenemos:

- **oscilaciones amortiguadas (Fig. 2):** la amplitud disminuye con el tiempo por causa de las fuerzas de resistencia y del rozamiento. Durante cada movimiento una parte de la energía del sistema oscilante se gasta para superar esas fuerzas.

- **oscilaciones no amortiguadas (Fig. 3):** la amplitud no cambia con el tiempo. Esto es posible si en el sistema se aporta energía que compense las pérdidas o, en el caso ideal, cuando no tomamos en cuenta las fuerzas de resistencia, el rozamiento y las deformaciones.

Según la acción de fuerzas externas las oscilaciones son:

- **oscilaciones naturales:** cada sistema oscilante, dejado solo, sin influencias externas, realiza estas oscilaciones. Su frecuencia y período dependen de los parámetros del sistema (m y k para el péndulo de resorte; l y g para el péndulo matemático).

- **oscilaciones mantenidas:** se efectúan cuando sobre los cuerpos del sistema se aplica una fuerza externa. Tal fuerza puede mantener la amplitud invariable con el tiempo y entonces observamos oscilaciones no amortiguadas. Si esta fuerza actúa periódicamente con cierta frecuencia, el movimiento del sistema oscilante empieza a realizarse con esta misma frecuencia.

Para que se produzcan vibraciones en un sistema oscilante es necesario desviar el sistema de su estado de equilibrio. El agente externo realiza un trabajo que comunica al sistema cierta cantidad de energía. Ella, a continuación, se conserva o disipa, según la existencia de fuerzas de rozamiento y de resistencia. Observemos el péndulo de resorte, dispuesto horizontalmente para no tomar en cuenta la influencia de la fuerza de gravedad (Fig. 4).

Fig. 1. Las oscilaciones de las cuerdas son amortiguadas



Fig. 2. Oscilación amortiguada



Fig. 3. Oscilación no amortiguada

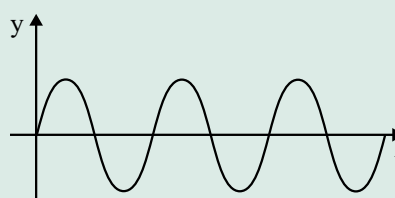
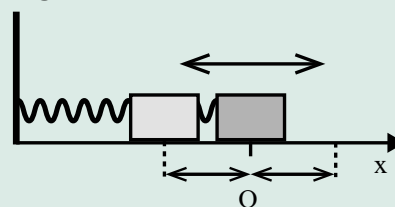


Fig. 4. Resorte horizontal



Consideremos, también, que no hay rozamiento entre la superficie horizontal y el cuerpo. Al deformar el muelle del péndulo, la masa empieza a moverse. Cuanto más deformado (estirado o comprimido) está el muelle, tanto mayor puede ser la velocidad del cuerpo atado. El muelle deformado posee **energía potencial elástica**. Esta energía es igual al trabajo realizado para deformar (comprimir o estirar) el muelle.

La **energía potencial elástica** es directamente proporcional a la deformación del resorte al cuadrado y al coeficiente de elasticidad y se calcula mediante la fórmula:

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

Si oscila un péndulo matemático, la energía potencial es de origen gravitatorio y se determina mediante la fórmula ya conocida: $E_p = mgh$.

El cuerpo oscilante se mueve y posee **energía cinética**. La energía cinética se expresa mediante la fórmula conocida de la mecánica: $E_c = \frac{mv^2}{2}$.

Entonces, en cada momento, **la energía mecánica** del sistema oscilante es igual a **la suma de la energía cinética y la energía potencial**.

$$E_m = E_p + E_c$$

Durante el movimiento periódico del péndulo se produce una **transformación de las energías: la energía cinética se transforma en energía potencial y viceversa**. La energía cinética es de valor máximo cuando el cuerpo pasa por la posición de equilibrio. En el mismo momento la energía potencial es cero. La energía cinética es cero en los puntos más desviados donde cambia el sentido de movimiento del cuerpo y en estos puntos la energía potencial es máxima. En los casos reales, cuando actúan las fuerzas de resistencia y de rozamiento, una parte de la energía mecánica del sistema oscilante se gasta en vencer estas fuerzas externas. Las oscilaciones son amortiguadas. Para mantenerlas no amortiguadas se debe compensar la pérdida de energía.

Se comprueba que cuando sobre el sistema oscilante periódicamente actúa una fuerza externa, las oscilaciones empiezan a realizarse con la frecuencia de esta fuerza. Son las oscilaciones mantenidas las que pueden ser no amortiguadas.

La **resonancia** es un fenómeno que ocurre cuando **la frecuencia de las oscilaciones mantenidas coincide con la frecuencia de las oscilaciones naturales**. Se observa un **aumento brusco de la amplitud de las vibraciones**.

La resonancia encuentra varias aplicaciones técnicas, pero también puede ser peligrosa para las personas. Los instrumentos musicales como el violín y la guitarra utilizan la resonancia para que los tonos producidos se oigan mejor y tengan mejor calidad (Fig. 5). Las construcciones de edificios, puentes, máquinas, etc. se proyectan de tal manera que los períodos de sus oscilaciones naturales son diferentes de las oscilaciones mantenidas que aparecen durante su funcionamiento.

Fig. 5. El cuerpo del violín es una caja resonante



TERMINOLOGÍA

estirar = alargar = aumentar la longitud \neq comprimir:

опъвам, удължавам

disipar \neq conservar = mantener = guardar

frecuencia natural: собствена честота (честота на собствените трептения)

oscilación amortiguada: затихващо трептене

oscilación mantenida: принудено трептене

oscilación natural: собствено трептене

oscilación no amortiguada: незатихващо трептене

resonancia: резонанс

ACTIVIDADES

- Un péndulo realiza oscilaciones no amortiguadas y su energía mecánica es igual a 10 J. Determina el valor de la energía potencial elástica en los siguientes casos:
 - La energía cinética del péndulo es 3 J.
 - El péndulo alcanza su desviación máxima.
 - El péndulo pasa por la posición de equilibrio.
 - El péndulo pasa por la posición $y = A/2$.
- Explica cuáles son las condiciones necesarias para la resonancia.
- Da ejemplos de oscilaciones mantenidas.
- Completa la tabla, escribiendo el concepto o la definición correspondiente.

Concepto	Definición
péndulo matemático
.....	Una fuerza orientada siempre hacia la posición de equilibrio
péndulo de resorte
amplitud
oscilación amortiguada
.....	El tiempo necesario para realizar una oscilación
resonancia

Para saber más

Busca información sobre los efectos positivos y los efectos negativos de la resonancia.

38. Ondas mecánicas

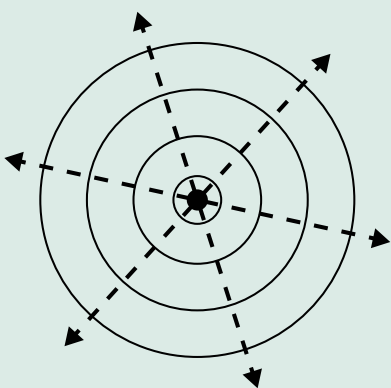
Fig. 1. Onda, producida en el agua



Una **onda mecánica** representa una perturbación o agitación de **un medio con partículas**, que empieza en un punto de este medio – el **foco** de la onda – y avanza por él, transmitiéndose de partícula a partícula. Para que empiece la onda se necesita un **impulso inicial** que desvíe las partículas de sus posiciones no perturbadas: un grito, una piedra arrojada al agua, un estirón del muelle o de la cuerda etc. Mediante

la interacción entre las partículas y la elasticidad del medio, esta perturbación se propaga en el espacio en forma de onda. Cada partícula realiza un movimiento periódico, oscila alrededor de su punto de equilibrio y transmite su oscilación a las partículas vecinas. Si la oscilación de las partículas es armónica, en el medio empieza a propagarse una onda armónica.

Fig. 2. Esquema de una onda



Tenemos las siguientes características de las ondas mecánicas:

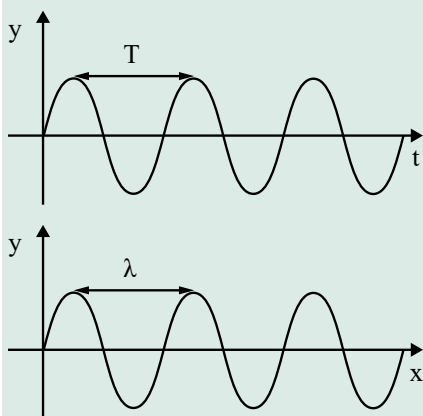
- las ondas **no se pueden propagar en medios sin partículas**;
- las partículas se desplazan únicamente alrededor de su posición de equilibrio y **el movimiento ondulatorio no transporta materia (partículas)** de un punto a otro;
- durante la propagación de una onda **se transporta solamente energía**;
- entre las partículas del medio **hay fuerzas de rozamiento** y una parte de la energía de la onda se utiliza para superar estas fuerzas;
- si no se aporta energía constantemente, la onda es amortiguada y su amplitud disminuye con el tiempo.

Las magnitudes que caracterizan las ondas son:

- período T y la frecuencia ν . En cada momento las dos magnitudes son inversamente proporcionales y $\nu = \frac{1}{T}$.
- longitud de la onda λ ;
- velocidad de propagación en el espacio u ; con esta velocidad avanza el frente de la onda;
- la amplitud A .

Durante la propagación de las ondas cada partícula del medio participa en un movimiento periódico y tiene una velocidad que cambia de la misma manera como en el caso de un cuerpo oscilante, lo que hemos visto en las lecciones anteriores. Por otra parte, la onda se propaga, avanza y recorre cierta distancia. Dependiendo de las propiedades elásticas del medio y de la temperatura, esto se hace con diferente rapidez. Por consiguiente, cada

Fig. 3. Representación gráfica de una onda armónica no amortiguada



onda tiene una velocidad de propagación en el espacio que se determina mediante la fórmula:

$$u = \lambda v$$

Cuanto mayor es la densidad de la sustancia, mayor es la velocidad de propagación de la onda.

Según el sentido de oscilación de las partículas respecto al sentido de propagación de la onda existen **ondas longitudinales** y **ondas transversales**.

Según la forma de los frentes tenemos **ondas planas, circulares, esféricas**.

Según el medio donde se propagan las ondas existen ondas en gases, líquidos y sólidos. Las **ondas sísmicas** que se propagan durante un terremoto son un ejemplo de ondas mecánicas en sólidos.

TERMINOLOGÍA

amortiguación: затихване

frente de la onda: фронт на вълната

onda armónica: хармонична вълна

onda longitudinal: надлъжна вълна

onda mecánica: механична вълна

onda transversal: напречна вълна

perturbación: смущение, въздействие

perturbar: смущавам, извеждам от спокойно състояние

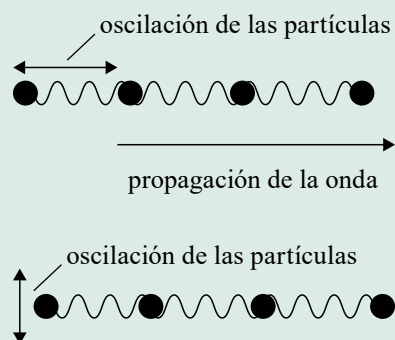
propiedades elásticas del medio: еластични свойства на средата

velocidad de propagación: скорост на разпространение

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para la propagación de una onda mecánica?
2. ¿En qué se parecen y en qué se diferencian las ondas transversales y las ondas longitudinales?
3. ¿Por qué en los sólidos las ondas se propagan con mayor velocidad?
4. ¿Por qué la velocidad de la onda mecánica depende de la densidad del medio?
5. Sobre la superficie del agua de un lago se propaga una onda con velocidad de 2,4 m/s y frecuencia de 2 Hz.
 - a) Determina el período y la longitud de la onda.
 - b) ¿A qué distancia puede propagarse la onda en 10 s y cuántas longitudes se contienen en esa distancia?

Fig. 4. Onda longitudinal y onda transversal



Para saber más

Busca el valor de la velocidad del sonido en hierro y en agua y compara los valores con la velocidad del sonido en aire que es aproximadamente 330 m/s. Razona a qué se debe la diferencia.

6. Determina la velocidad del sonido en el agua si las oscilaciones de período de 3 milisegundos originan una onda sonora de 4,49 m de longitud.

7. Una de las partículas de un medio elástico oscila y durante cierto intervalo de tiempo pasa 400 veces por su posición de equilibrio. Durante el mismo tiempo la onda mecánica originada se propaga a una distancia de 2000 m. Determina la longitud de la onda.

8. Una vibración de frecuencia de 10^{-2} Hz tarda 2 s en llegar a un punto situado a 50 m del foco. Calcula la velocidad de propagación, el período y la longitud de la onda.

9. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones y explica por qué:

A. La velocidad de las ondas mecánicas depende de las características de la fuente.

B. Las partículas del medio donde se propaga una onda mecánica avanzan junto con el frente de la onda.

C. La velocidad de propagación de una onda mecánica es de 6 m/s y la frecuencia es de 3 Hz. Entonces, la distancia entre dos partículas con iguales desviaciones es de 2 m.

E. Una onda tiene velocidad de propagación de 300 m/s y frecuencia de 10 Hz. La desviación de una partícula a 15 m del foco es igual a cero.

F. Es posible que una onda mecánica sea no amortiguada.

G. Una onda mecánica primero se propaga en agua y después en hielo. Su velocidad no va a cambiar porque el tipo de sustancia no cambia.

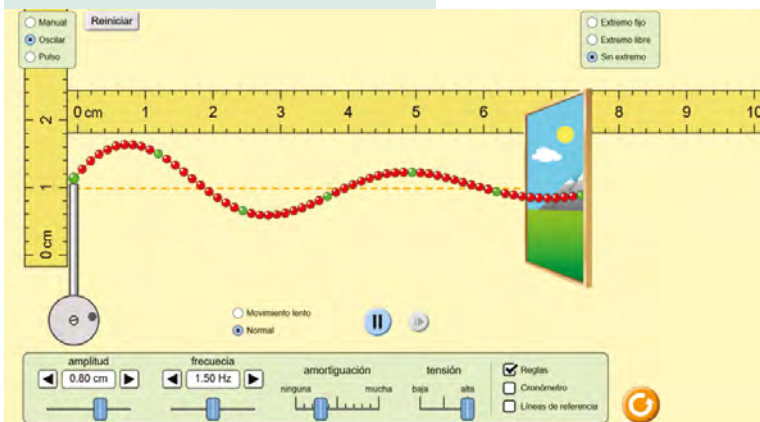
10. Laboratorio virtual

Visita la página de PhET:

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_es.html

Produce y observa varias ondas mecánicas: con un pulso o mediante la oscilación automática, con extremo libre o extremo fijo. **Prueba** diferentes grados de amortiguación y tensión y **explica** la diferencia. **Cambia** la frecuencia. **Escribe** por lo menos cinco conclusiones de lo observado. Para que sea más fácil tu explicación **captura** y **guarda** dos o tres imágenes de lo que has hecho. Un ejemplo tienes en la Figura 5.

Fig. 5. Laboratorio PhET: ondas mecánicas



39. Sonido. Infrasonido y ultrasonido

El oído humano es sensible a aquellas ondas mecánicas cuya frecuencia está comprendida entre 20 Hz y 20 000 Hz. Estas ondas mecánicas se conocen como **sonido**. Los sonidos de frecuencia inferior a 20 Hz se conocen como **infrasonido** y los que tienen frecuencia superior a 20 000 Hz, **ultrasonido**.

El sonido se caracteriza por **tres cualidades: el tono, la intensidad y el timbre**.

- **El tono** se relaciona con la frecuencia de la onda mecánica. Según la frecuencia los tonos se dividen en **agudos** y **graves**.

- **La intensidad** del sonido está relacionada con la energía transmitida por la onda mecánica por unidad de tiempo cuando se propaga en el espacio y atraviesa unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. Se calcula mediante la fórmula:

$$I = \frac{E}{St} = \frac{\text{energía transmitida}}{\text{área} \cdot \text{tiempo}}$$

La unidad de medida de la intensidad de la onda mecánica es $\frac{W}{m^2}$ en el SI.

Según la intensidad, los sonidos se clasifican como **fuertes** y **débiles**.

- **El timbre** permite distinguir sonidos procedentes de diferentes instrumentos o personas, aun cuando poseen igual tono e intensidad, y está relacionado con la complejidad de las ondas sonoras que se producen. Los instrumentos musicales generan vibraciones compuestas por una serie de oscilaciones armónicas. Así, diferenciamos bien el sonido de la guitarra, del piano, del violín y es posible reconocer a una persona por su voz.

El adecuado valor de la frecuencia no es suficiente para que el oído humano perciba el sonido. Muy importante también son las particularidades del oído como receptor, su sensibilidad y percepción de las intensidades que pueden provocar una sensación sonora. Se define la magnitud **nivel de intensidad** con la unidad de medida **belio (B)** y el submúltiplo **decibelio (dB)**. Los límites de la intensidad de la onda mecánica, importantes para el oído humano son:

- el **umbral de audición** (umbral auditivo) que es la **intensidad mínima perceptible** por el oído humano. A esta intensidad se refiere el valor de **0 dB**.

Fig. 1. El diapasón normal vibra con una frecuencia determinada



• el **umbral de dolor** que es la **intensidad máxima soportable** encima de la cual el tímpano del oído puede romperse. A esta intensidad se refiere el valor de **120 dB**.

El área comprendida entre el umbral de audición y el umbral de dolor, en función de la frecuencia de la onda sonora, se denomina **campo auditivo**.

El aparato de medida del nivel de intensidad se denomina **sonómetro**. Habitualmente los sonómetros se colocan en estaciones móviles de medida y control del ruido ambiental y así se determina el **nivel de contaminación acústica** de los lugares observados. Los sonidos que se producen en nuestro entorno se caracterizan por diferentes niveles de intensidad. Algunos se dan en la tabla siguiente:

Tipo de sonido	Intensidad de la onda mecánica, W/m ²	Nivel de intensidad, dB
Umbral auditivo	10^{-12}	0
Conversación	10^{-7}	50
Sirena	10^{-2}	100
Umbral de dolor	1	120
Cerca de avión	100	140

El ruido comprende los sonidos originados por numerosas oscilaciones sin relación, con gran variedad de frecuencias e intensidades que cambian aleatoriamente con el tiempo. El ruido continuo tiene un efecto perjudicial sobre la salud. En muchos estudios médicos se ha comprobado que el ruido es causante de trastornos psicológicos como estrés, irritabilidad, cansancio y dificultad para conciliar el sueño.

Infrasonido. Los infrasonidos tienen frecuencias comprendidas aproximadamente entre 20 Hz y 0,001 Hz. Las fuentes de infrasonidos son numerosas: los movimientos turbulentos de la atmósfera, las olas marítimas, la caída del agua de las cataratas, los terremotos, los volcanes, los motores de coches, aviones, máquinas de diferentes tipos, los gritos de una persona enfadada, etc. Todos los ruidos contienen infrasonidos de diferente origen. Los infrasonidos se absorben poco por los materiales y por eso pueden propagarse a largas distancias. Aunque no percibimos directamente con el oído las ondas del infrasonido, ellas actúan sobre nuestro sistema nervioso y pueden ser peligrosas. Los infrasonidos de frecuencia 7–10 Hz pueden provocar resonancia de los órganos del cuerpo e incluso causar la muerte de una persona.

Ultrasonido. Los ultrasonidos tienen frecuencias comprendidas entre 20 000 Hz y $10^{12} - 10^{13}$ Hz. Las fuentes de ultrasonido son los silbatos de líquido o de aire y los cristales piezoeléctricos.

Fig. 2. Sonómetro



Algunos animales pueden percibir los ultrasonidos y utilizarlos para su orientación e intercambio de información. Al ser tan pequeña su longitud de onda, los ultrasonidos pueden ser dirigidos en haces muy estrechos, lo que permite concentrar gran cantidad de energía en un punto. La emisión es tanto más direccional cuanto menor es la longitud de onda. Este hecho determina su aplicación como transmisores de señales, en el diagnóstico médico e industrial, entre otros usos.

TERMINOLOGÍA

campo auditivo: област на чуване
 decibelio: децибел
 diapasón normal: камертон
 intensidad sonora: звуков интензитет
 nivel de intensidad: ниво на интензитета
 perceptible: осяваем
 sonómetro: шумомер
 soportable: поносим
 timbre: тембър
 tono agudo: висок тон
 tono grave: нисък тон
 tono: тон
 umbral de audición: праг на чуване
 umbral de dolor: праг на болката

ACTIVIDADES

1. ¿De qué depende que el oído humano perciba una onda mecánica?
2. ¿En qué se diferencia la música del ruido?
3. Rellena la tabla, escribiendo el concepto o la definición correspondiente:

Concepto	Definición
Umbral de dolor
.....	La energía transportada por una onda mecánica.
Infrasonido
.....	El perfil del sonido emitido por un instrumento.
Umbral de audición
.....	El área entre el umbral de audición y el umbral de dolor.
Tono

4. Física y biología. En la “Guía escolar VOX Física y Química”, la conversión de la onda mecánica en sonido fisiológico se describe de la siguiente manera:

“Cuandounaondasonoradetalescaracterísticas(20–20000Hz) alcanza la membrana sensible del tímpano, se producen vibraciones que son transmitidas por la cadena de huesecillos (el yunque, el martillo y el estribo) hasta la base de otra membrana situada en la llamada ventana oval. La ventana oval es de 20 a 30 veces más pequeña que el tímpano. Este hecho da lugar a una amplificación que aumenta entre 40 y 90 veces la presión de la onda que alcanza al tímpano. Esta onda de presión se propaga dentro del caracol a través de un líquido viscoso, hasta alcanzar otra membrana que está conectada a un sistema de fibras fijas por sus extremos, a modo de cuerdas de arpa, cuyas deformaciones elásticas estimulan los nervios auditivos. De este modo se generan señales eléctricas que se envían al cerebro y se convierten en sensación sonora. Mediante este proceso el sonido físico es convertido en sonido fisiológico.”

4.1. Busca en el texto los términos específicos de la anatomía del oído y escríbelos en búlgaro.

4.2. Busca en el texto los términos físicos relacionados con el oído y escribe sus equivalentes en búlgaro.

4.3. Representa en un esquema las etapas de formación del sonido fisiológico. ¿Qué transformación de la energía se produce?

4.4. Explica, a partir de la Física, cómo se consigue la amplificación de la onda sonora cuando alcanza el oído.

5. Busca datos sobre la estructura del oído de algunos animales. ¿Qué te ha impresionado más?

Para saber más

“La voz del mar” es el nombre de los infrasonidos que se producen y propagan cerca de la superficie del agua de océanos y mares. Busca información qué produce estos infrasonidos y por qué pueden recorrer distancias de miles de kilómetros sin atenuarse.



Tema para comentar

¡A combatir la contaminación acústica!

40. A repasar: cuestiones y problemas de oscilaciones y ondas mecánicas

1. Una pesa está colgada de un resorte. Se nota que en la posición de equilibrio el alargamiento del muelle es 20 cm, medidos respecto a la longitud normal (no estirada) del muelle. Determina el período de este péndulo. Toma $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

2. Calcula la longitud inicial de un péndulo matemático si se observa que su período cambia 3 veces cuando su longitud aumenta con 40 cm.

3. Un péndulo de resorte oscila con frecuencia 5 Hz. Determina el coeficiente de elasticidad del muelle si la masa del cuerpo colgado es de 30 g.

4. Dos péndulos matemáticos realizan 10 oscilaciones y 6 oscilaciones, respectivamente, en igual tiempo. La diferencia en sus longitudes es de 16 cm. Calcula cada una de las longitudes de los dos péndulos.

5. Un péndulo de resorte de masa 20 g realiza 50 oscilaciones en un tiempo igual a 20 s. Determina el coeficiente de elasticidad del muelle.

6. Una bolita está colgada de un hilo inextensible y realiza oscilaciones no amortiguadas. Determina a qué altura se elevará la bolita si su velocidad máxima es $v_{\text{max}} = 2 \text{ m/s}$.

7. Indica si las afirmaciones siguientes son *verdaderas* o *falsas*. Explica *por qué*.

A. Lo que tienen en común las oscilaciones mantenidas y las naturales es que las fuerzas aplicadas son periódicas.

B. La frecuencia de un péndulo matemático colocado sobre la superficie de la Luna es menor que la frecuencia sobre la Tierra.

C. Cuando una oscilación es no amortiguada, la amplitud no cambia y se recorre siempre la misma distancia durante un período. Por consiguiente, la aceleración es cero.

D. El período de un péndulo de resorte puede cambiar cuando cambia la longitud del resorte.

E. Durante una oscilación la energía cinética y la energía potencial tienen valores máximos cuando la elongación es máxima.

F. Un péndulo matemático realiza 20 oscilaciones en 40 s. Para que realice el mismo número de oscilaciones en 1 minuto tenemos que disminuir su longitud.

G. Un péndulo de resorte realiza 20 oscilaciones en 40 s. Para que realice el mismo número de oscilaciones en 1 min debemos aumentar la masa de la bolita.

8. Escribe las reglas que debemos seguir durante y después de un terremoto. Puedes usar la información en la página <http://sofia-fire.bg/content.php?cat=4&subcat=9&id=34&m=0> o buscar otra.

9. Experimento e investigación: La aceleración gravitatoria

Objetivo: Determinación de la aceleración gravitatoria mediante un péndulo matemático.

Material necesario: Un péndulo matemático de longitud variable, una cinta métrica, un cronómetro.

Planteamiento del problema: según la fórmula del período del péndulo matemático, la aceleración gravitatoria puede expresarse como $g = \frac{4\pi^2}{T^2} l$. Es decir, para determinar la aceleración gravitatoria es necesario medir la longitud de la cuerda y determinar el período correspondiente a esa longitud. El período T se determina cuando se mide el tiempo t de cierto número de oscilaciones n y se calcula $T = \frac{t}{n}$.

Procedimiento: Dibuja la tabla donde vas a escribir los resultados de las mediciones.

Nº	l, m	n	t_1, s	t_2, s	t_3, s	t, s	T, s	$g, m/s^2$
1								
2								
3								

- Mide la longitud l_1 del péndulo y apunta el valor en la tabla.
- Desvía el péndulo a un ángulo menor de 10° y déjalo oscilar.
- Mide tres veces el tiempo para 10 oscilaciones del péndulo y apunta los valores t_1, t_2 y t_3 en la tabla. Calcula la media aritmética del tiempo $t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$.
- Repite las medidas anteriores con otras longitudes del péndulo: l_2 y l_3 .
- Calcula el período que corresponde a cada longitud.
- Calcula los valores de la aceleración gravitatoria g_1, g_2 y g_3 . Calcula la media aritmética de la aceleración gravitatoria $g = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3}$.

Conclusiones: Formula y escribe las conclusiones del experimento. Si encuentras desviaciones del resultado esperado, piensa y explica a qué se deben.

Tema para comentar

La microelectrónica es el motor de la sociedad de la información.



GLOSARIO

- abscisa** абсциса
- aceleración** ускорение
- aceleración gravitatoria** гравитационно ускорение
- aceptor** акцептор
- a consecuencia de** вследствие на
- adiabático** адиабатен; **adiabata** адиабата
- admisión** всмукване
- afirmación** твърдение
- agitación térmica** топлинно движение
- aislamiento térmico** топлоизолация
- aislante** изолатор
- aleación** сплав
- alzar una hipótesis** издигам/изказвам хипотеза
- amortiguación** затихване
- amperio (A)** ампер
- amperímetro** амперметър
- amplitud** амплитуда
- aparato de medida** измервателен (измерителен) уред
- aplicar** прилагам; **aplicar una fuerza** прилагам сила
- apoyo** опора
- aproximar** доближавам, приближавам
- arseniuro de galio (GaAs)** галиев арсенид
- arseniuro de galio y aluminio (GaAlAs)** галиево-алуминиев арсенид
- barómetro** барометър
- base** база
- borne** клема
- bujía** свещ (за кола)
- caballo de vapor (CV)** конска сила
- cable de red** мрежов кабел
- caída de tensión** пад на напрежение
- caída libre** свободно падане
- calentador** нагревател
- calor específico de fusión** специфична топлина на топене
- calor específico de vaporización** специфична топлина на изпарение
- calorímetro** калориметър
- campo auditivo** област на чуване
- cantidad de calor** количество топлина
- cantidad de sustancia** количество вещество
- caótico** хаотичен, неподреден
- capacidad** способност
- capacidad específica térmica** специфичен топлинен капацитет
- característica de voltios-amperios** волтамперна характеристика
- carburador** карбуратор
- carga eléctrica** електричен заряд
- carga libre** свободен заряд
- centro de gravedad** център на тежестта
- cinemática** кинематика
- circuito eléctrico** електрическа верига
- circuito integrado** интегрална схема
- circular** o **pasar la corriente** тече ток
- cociente** частно, отношение
- coeficiente de elasticidad** коефициент на еластичност
- coeficiente de rozamiento** коефициент на триене
- colector** колектор
- conclusión** извод; **hacer una conclusión** = **concluir** правя извод
- combustible** гориво
- compresión** свиване
- compresión** o **disminución del volumen** свиване
- comprimir** свивам
- comprobar/ rechazar una hipótesis** доказвам / отхвърлям хипотеза
- concepto** = **noción** = **término** понятие
- conductividad** проводимост
- conductividad de huecos** дупчеста проводимост
- conductividad eléctrica** електрична проводимост
- conductividad electrónica** електронна проводимост

conductividad extrínseca *примесна проводимост*
conductividad intrínseca *собствена проводимост*
conexión en paralelo = conexión en derivación *успоредно свързване*
conexión en serie *последователно свързване*
consumidor *консуматор*
contador de luz = contador eléctrico *електромер*
contaminación acústica *шумово замърсяване*
contaminación térmica *топлинно замърсяване*
contaminar *замърсявам, заразявам*
conversión = transformación *превърщане*
corriente alterna *променлив ток*
corriente continua *постоянен ток*
corriente eléctrica *електричен ток*
cortocircuito *късо съединение*
cronómetro *хронометър*
cuantitativamente *количествено*
cuerpo de referencia *отправно тяло*
culombio (C) *кулон*
curvilíneo *криволинеен*
decibelio (dB) *децибел*
densidad *плътност*
deriva (de electrones, continentes, barcos); ir a la deriva *отместване, дрейф*
desaceleración = disminución de la aceleración
desplazamiento *преместване*
desviación *отклонение*
desviar *отклонявам*
diapasón normal *камертон*
dieléctricos (materiales) *диелектрик*
diferencia de potencial = voltaje = tensión *напрежение*
difusión *дифузия*
dinámica *динамика*
dinamómetro *силомер*
diodo *диод*
diodo emisor de luz *светоизлъчвателен диод (светодиод)*

diodo receptor de luz *светоприемателен диод (фотоклетка)*
dirección *направление; ~ horizontal, ~vertical*
directamente proporcional *правопропорционален*
disipar ≠ conservar = mantener = guardar
dispositivo *устройство*
distancia de paro = distancia de frenado *спирачен път*
distancia recorrida = espacio recorrido *изминат път*
división *деление*
donador *донор*
dopar = introducir impurezas de manera controlada *легирам*
ebullición *кипене*
ebullir = hervir *кипя*
ecuación *уравнение*
ecuación de estado del gas *уравнение на състоянието на газ*
ecuación del balance térmico *уравнение на топлинния баланс*
efecto nocivo = efecto perjudicial = efecto dañino
eje cigüeñal *колянов вал*
estado termodinámico *термодинамично състояние*
nivel de intensidad *ниво на интензитета*
timbre *тембър*
tono *тон*
eje *ос*
elongación *удължаване*
émbolo = pistón *бутало*
emisor *емитер*
energía cinética *кинетична енергия*
energía interna *вътрешна енергия*
energía mecánica *механична енергия*
energía potencial *потенциална енергия*
energía potencial elástica *еластична потенциална енергия*
energía potencial gravitatoria *гравитационна потенциална енергия*
energía renovable *възобновяема енергия*
enlace covalente *ковалентна връзка*

equilibrar <i>уравновясявам</i>	fuerza recuperadora <i>въръщаща сила</i>
equilibrio estable <i>устойчиво равновесие</i>	fuerza resultante <i>равнодействаща сила</i>
equilibrio indiferente <i>безразлично равновесие</i>	fuerzas laterales <i>странични сили</i>
equilibrio inestable <i>неустойчиво равновесие</i>	fundir <i>стапям</i>
equilibrio térmico <i>топлинно равновесие</i>	fusible <i>предпазител</i>
escape <i>изхвърляне, отделяне на изгорелите газове</i>	fusión <i>топене</i>
escala de Celsius <i>скала по Целзий</i>	gas ideal = gas perfecto <i>идеален газ</i>
escala de Kelvin <i>скала по Келвин</i>	germanio <i>германий</i>
estado de movimiento <i>състояние на движение</i>	hercio (Hz) <i>херц</i>
estado de reposo <i>състояние на покой; покой</i>	hidrodinámica <i>хидродинамика</i>
estado mecánico <i>механично състояние</i>	hidrostática <i>хидростатика</i>
estática <i>статица</i>	hilo o cuerda inextensible <i>неразтеглива нишка</i>
estirar = alargar = aumentar la longitud \neq	hipótesis <i>хипотеза</i>
comprimir <i>опъвам, удължавам</i>	homogéneo <i>хомогенен</i>
estructura amorfa <i>аморфна структура</i>	hundirse <i>потъвам</i>
estructura cristalina <i>кристална структура</i>	impureza <i>примес</i>
expandir o aumentar de volumen <i>разширявам</i>	ingravidez <i>безтегловност</i>
factor <i>множител</i>	inicial <i>начален; momento inicial; posición inicial</i>
fenómeno <i>явление</i>	inercia <i>инерция</i>
fenómeno ondulatorio <i>вълново явление</i>	infrasonido <i>инфразвук</i>
fenómeno térmico <i>топлинно явление</i>	intensidad de la corriente <i>големина на тока</i>
flotabilidad <i>плаваемост</i>	intensidad del movimiento = rapidez del movimiento <i>интензивност, бързина на движението</i>
flotar <i>плавам</i>	intensidad del movimiento \neq tipo del movimiento
fluido <i>флуид</i>	intensidad sonora <i>звуков интензитет</i>
fotorresistor = fotorresistencia <i>фоторезистор (фотосъпротивление)</i>	interacción <i>взаимодействие</i>
frecuencia <i>честота</i>	intercambio de calor <i>топлообмен</i>
frecuencia natural <i>собствена честота (честота на собствените трептения)</i>	interpretar = explicar = dar un significado determinado <i>обяснявам</i>
freno hidráulico <i>хидравлична спирачка</i>	interruptor <i>прекъсвач</i>
frente de la onda <i>фронт на вълната</i>	inversamente proporcional <i>обратнопропорционален</i>
fuerza de acción <i>сила на действие</i>	iso: prefijo, de origen griego, utilizado para indicar que alguna magnitud no cambia de valor
fuerza de empuje <i>изтласкваща сила</i>	isobárico <i>изобарен; isobara</i> <i>изобара</i>
fuerza de reacción <i>сила на реакция / на противодействие</i>	isócoro <i>изохорен; isocora</i> <i>изохора</i>
fuerza de resistencia del aire <i>сила на съпротивление на въздуха</i>	isotérmico <i>изотермен; isoterma</i> <i>изотерма</i>
fuerza de rozamiento = fuerza de fricción <i>сила на триене</i>	julio (J) <i>джаул</i>
fuerza electromotriz (FEM) <i>електродвижещо напрежение (ЕДН)</i>	

kilovatio-hora (kWh) *киловатчас*
latitud *географска ширина*
ley de conservación de la energía mecánica
закон за запазване на механичната енергия
ley de la distancia = ley del movimiento *закон за пътя (за движението)*
ley de la velocidad *закон за скоростта*
ley de Ohm generalizada *закон на Ом за цялата верига*
líquido desalojado *изместена течност*
longitudinal *надлъжен*
lluvia ácida *киселинен дъжд*
magnitud derivada *производна единица*
magnitud física *физична величина*
magnitud fundamental *основна единица*
manómetro *манометър*
máquina de vapor *парна машина*
mecánica cuántica *квантова механика*
motor de combustión interna *двигател с вътрешно горене*
motor de cuatro tiempos *четиритактов двигател*
motor de explosión = motor de Otto *бензинов двигател*
móvil = cuerpo en movimiento
movimiento browniano *Брауново движение*
movimiento de reacción *реактивно движение*
movimiento inercial: movimiento uniforme y rectilíneo *движение по инерция*
movimiento uniforme *равномерно движение*
multímetro *мултиметър*; **multímetro digital** *цифров мултиметър*
multiplicación *умножение*
múltiplo *кратен*
nicromo *нихром (сплав от никел и хром)*
objeto *обект; предмет*
ohmio (Ω) *ом*
onda longitudinal *надлъжна вълна*
onda armónica *хармонична вълна*
onda mecánica *механична вълна*
onda plana *плоска вълна*
onda sísmica *сеизмична вълна*
onda transversal *напречна вълна*

ordenación *подреждане*
ordenada *ордината*
ordenar *подреждам*
origen *произход; начало на координатна система*
oscilación = vibración *трептене*
oscilación amortiguada *затихващо трептене*
oscilación armónica *хармонично трептене*
oscilación mantenida *принудено трептене*
oscilación natural *собствено трептене*
oscilación no amortiguada *незатихващо трептене*
oscilar = vibrar *трептя, вибрирам*
parte externa del circuito *външна част на веригата*
parte interna del circuito *вътрешна част на веригата*
partícula browniana *Браунова частица*
pascal (Pa) *паскал*
paso p-n *p-n преход*
péndulo de resorte *пружинно махало*
péndulo matemático *математично махало*
perceptible *осезаем*
perturbación *смущение, въздействие*
perturbar *смущавам, извеждам от спокойно състояние*
peso *тегло*
pistón = émbolo *бутало*
placa base = ~ madre = ~ principal *дънна платка*
plano inclinado *наклонена равнина*
plano rugoso *грапава равнина*
plantear un problema *поставям задача*
polarización directa del diodo *свързване в права посока на диода*
polarización inversa del diodo *свързване в обратна посока на диода*
polo *полюс*
por consiguiente *следователно*
portador de corriente *токов носител*
portador mayoritario *основен токов носител*
posición de equilibrio *равновесно положение*
potencia *мощност*

potencia de la corriente eléctrica <i>мощност на електричния ток</i>	sentido de la corriente <i>посока на тока</i>
potencia disipada <i>отделена мощност</i>	silicio <i>силиций</i>
procedimiento <i>последователност от действия / стъпки</i>	sin dimensión <i>без размер (величина само с числена стойност)</i>
procesador <i>процесор</i>	sistema oscilante <i>трептяща система</i>
prensa hidráulica <i>хидравлична машина</i>	sobrecarga <i>претоварване</i>
presión <i>налягане</i>	solidificación <i>втвърдяване</i>
presión atmosférica <i>атмосферно налягане</i>	solidificar <i>втвърдявам</i>
presión hidrostática <i>хидростатично налягане</i>	sólido <i>твърдо тяло</i>
principio de la acción y reacción <i>принцип на действието и противодействието</i>	sonómetro <i>шумомер</i>
propagación <i>разпространение</i>	soportable <i>поносим</i>
propiedad de ser inerte <i>свойство инертност</i>	submúltiplo <i>дробен</i>
propiedades elásticas del medio <i>еластични свойства на средата</i>	sulfuro de cadmio (CdS) <i>кадмиев сулфид</i>
punto de aplicación <i>приложна точка</i>	sulfuro de plomo (PbS) <i>оловен сулфид</i>
punto de derivación <i>разклонение</i>	sumergir <i>потаям се</i>
radiación ionizante <i>йонизиращо лъчение</i>	superar <i>преодолявам</i>
recoger datos <i>събирам данни</i>	superconductividad <i>свърхпроводимост</i>
recorrer = pasar; recorrer una distancia <i>изминавам разстояние</i>	sustancia de trabajo <i>работно вещество</i>
rectilíneo <i>праволинеен</i>	tarjeta de red <i>мрежова карта; ~ de sonido</i> <i>звукова карта; ~ de vídeo</i> <i>видео карта</i>
red cristalina <i>кристална решетка</i>	temperatura de ebullición <i>температура на кипене</i>
refrigerante <i>охладител</i>	temperatura de fusión <i>температура на топене</i>
relatividad <i>относителност</i>	termistor <i>термистор</i>
rendimiento = eficiencia <i>коэффициент на полезно действие (КПД)</i>	termómetro de resistencia <i>съпротивителен термометър</i>
resistencia <i>съпротивление</i>	tiempo motor <i>работен такт</i>
resistencia equivalente <i>еквивалентно съпротивление</i>	tiempo de paro = tiempo de frenado <i>спиращо време</i>
resistencia específica = resistividad <i>специфично съпротивление</i>	tipo de movimiento: libre, de oscilación, circular, etc.
resonancia <i>резонанс</i>	tono agudo <i>висок тон</i>
resorte = muelle <i>пружина</i>	tono grave <i>нисък тон</i>
reversible <i>обратим</i>	trabajo de la corriente eléctrica <i>работа на електричния ток</i>
rozamiento estático <i>триене при покой</i>	trabajo mecánico <i>механична работа</i>
rozamiento por deslizamiento <i>триене при хлъзгане</i>	transistor <i>транзистор</i>
sección transversal <i>напречно сечение</i>	transversal <i>напречен</i>
sentido <i>посока; sentido positivo, negativo;</i>	tratar datos <i>обработвам данни</i>
moverse en sentido de	trayectoria <i>траектория</i>
	tubo <i>тръба</i>
	tubo de escape <i>ауспух</i>

turbina de vapor o de gas парна (газова) турбина
ultrasonido ултразвук
umbral de audición праг на чуване
umbral de dolor праг на болката
unidad de medida мерна единица
unidad de tiempo единица време
uniforme = de valor constante = invariable
равномерен, постоянен
uniformemente acelerado равноускорително
uniformemente desacelerado = ~ decelerado =
~ retardado равнозакъснително
vacío вакуум
valor (valor numérico) стойност, големина
(числена стойност)
válvula клапан
válvula de admisión всмукателен клапан
válvula de escape изпускателен клапан
vaporización изпарение

vaporizar изпарявам
vasija = recipiente съд
vasos comunicantes скачени съдове
vatio (W) ват
velocidad de deriva дрейфова скорост
velocidad instantánea моментна скорост
velocidad media средна скорост
velocidad de propagación скорост на
разпространение
velocímetro скоростомер
verificar una hipótesis проверявам хипотеза
voltaje напрежение
voltaje alterno променливо напрежение
voltaje continuo постоянно напрежение
voltímetro волтметър
voltio (V) волт
volumen обем

APÉNDICE

Tabla 1. Magnitudes y unidades fundamentales en el SI

<i>Magnitud</i>	<i>Unidad</i>	<i>Símbolo de la unidad</i>
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
temperatura	grado Kelvin	K
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad de corriente	amperio	A
intensidad luminosa	candela	cd

Tabla 2. Ejemplos de magnitudes y unidades derivadas

<i>Magnitud</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Unidad derivada</i>
área	$S = L.L$	m^2
densidad	$\rho = m/V$	kg/m^3
volumen	$V = L.L.L$	m^3
velocidad	$v = s/t$	m/s
aceleración	$a = \Delta v/t$	m/s^2
fuerza	$F = m.a$	$[N] = [kg.m/s^2]$
presión	$p = F/s$	$[Pa] = [N/m^2]$
trabajo	$A = F.s$	$[J] = [N.m]$

Tabla 3. Múltiplos y submúltiplos de las unidades de medida

	<i>Nombre</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Valor</i>		<i>Nombre</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Valor</i>
Múltiplos	Tera	T	10^{12}	Submúltiplos	deci	d	10^{-1}
	Giga	G	10^9		centi	c	10^{-2}
	Mega	M	10^6		mili	m	10^{-3}
	kilo	k	10^3		micro	μ	10^{-6}
	hecto	h	10^2		nano	n	10^{-9}
	deca	da	10		pico	p	10^{-12}

Tabla 4. Nociones de la matemática

$a + b$	a más b
$a - b$	a menos b
$a < b$	a menor que b
$a > b$	a mayor que b
$p \cdot q$	p multiplicado por q
p/q	p dividido por q
$p = q$	p es igual a q
$m \approx n$	m es aproximadamente igual a n
\perp	es perpendicular a...
\sqrt{a}	raíz cuadrada de a
p^n	p en la potencia n
$p \rightarrow \infty$	p tiende a infinito
a_1	a sub uno
$ a $	el valor absoluto de a

Tabla 5. Las operaciones matemáticas

sumar	la adición	la suma	los sumandos
restar, sustraer	la sustracción	el resto	el sustraendo
multiplicar	la multiplicación	el producto	el multiplicando el multiplicador
dividir, partir	la división	el cociente	el dividendo, el divisor

BIBLIOGRAFÍA

1. J. I. del Barrio, J. Puente, A. Caamaño, M. Agustench, 2010, Bachillerato Física y Química 1, Madrid, Ediciones SM.
2. J. Puente, N. Romo, M. Pérez, J. Alonso, 2009, Bachillerato, Física y Química 2, Madrid, Ediciones SM.
3. R. Fernández Cruz, L. de Peña Segador, J. L. Hernández Pérez, A. Lozano Pradillo, 2005, Enlace 1 Física y Química, Bachillerato, Barcelona, Editorial Vicens Vives.
4. Diccionario de Física, 1998, Madrid, Editorial Complutense, S. A.
5. Guía escolar VOX Física y Química, 1993, Barcelona, Editorial Bibliograf, S. A.
6. Guía escolar VOX Ciencias Naturales, 1993, Barcelona, Editorial Bibliograf, S. A.

Laboratorio virtual:

PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu>

Imágenes con permiso de uso libre: <https://pixabay.com>, <https://commons.wikimedia.org>

NOTAS

A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.

**FÍSICA Y ASTRONOMÍA, 9. GRADO
EN ESPAÑOL
2021**

Lili Samurkova, autora
Ina Gencheva, consultora de lengua
Petar Herakov, diseño gráfico
Melissa Arenias Aro, ilustraciones

Editorial Nacional de Educación y Ciencia Az-Buki